

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**  
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра інженерії програмного забезпечення

**Пояснювальна записка**

до магістерської роботи  
на ступінь вищої освіти магістр

на тему: **“РОЗРОБКА МЕТОДИКИ УПРАВЛІННЯ  
ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ НА БАЗІ СИСТЕМ  
ОПЕРАЦІЙНОЇ ТА БІЗНЕС-ПІДТРИМКИ”**

Виконав: студент 6 курсу, групи ПДМ-61  
спеціальності

121 Інженерія програмного забезпечення

(шифр і назва спеціальності)

Маяраш Д.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Жебка В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Київ – 2022

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**  
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра Інженерії програмного забезпечення

Ступінь вищої освіти – «Магістр»

Спеціальність підготовки – 121 «Інженерія програмного забезпечення»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Інженерії програмного  
забезпечення

\_\_\_\_\_ Негоденко О.В. \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

**МАЯРАШ ДАРИНІ ГЕННАДІЙВНІ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка методики управління інфокомунікаційними мережами на базі систем операційної на бізнес-підтримки»

Керівник роботи: Жебка В.В., д.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» жовтня 2021 року №170.

2. Строк подання студентом роботи «24» грудня 2020 року

3. Вхідні дані до роботи

Параметри мережі NGN;

Науково-технічна література з питань, пов'язаних з управлінням інформаційними та телекомунікаційними мережами;

Міжнародні стандарти з питань побудови СУ мережі NGN: М.3xxx, Y. 2001, Y 2011;

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

4.1 Аналіз існуючого стану і перспектив розвитку інфокомунікаційних мереж та послуг.

4.2 Роль систем OSS/BSS в автоматизації діяльності оператора телекомунікацій.

4.3 Опис побудови системи.

4.4 Опис використаних технологій.

5. Графічна частина роботи представлена на 12 слайдах презентації.

1. Мета, об'єкт та предмет дослідження
2. Актуальність проблеми
3. Принцип управління даними про мережу
4. Алгоритм вибору найкращої системи
5. Визначення оптимальної системи управління
6. Висновки

6. Дата видачі завдання «11» жовтня 2021 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір науково-технічної літератури	11.10-21.10	Виконано
2	Аналіз сучасних платформ управління інфокомунікаційними мережами	22.10-08.11	Виконано
3	Дослідження процесів діяльності оператора зв'язку	09.11-18.11	Виконано
4	Визначення параметрів оптимальної системи управління	19.11-04.12	Виконано
5	Вступ, висновки, реферат	05.12-12.12	Виконано
6	Розробка обов'язкових демонстраційних матеріалів	13.11-15.12	Виконано
7	Попередній захист роботи	21.12	
9	Пред'явлення роботи в деканат	24.12	

**Студент**

(підпис)

**Маяраш Д.Г.**

(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

(підпис)

**Жебка В.В.**

(прізвище та ініціали)





## РЕФЕРАТ

Текстова частина магістерської роботи: 82 с., 7 рис., 16 джерел.

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, ІНФОКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА, КРИТЕРІЙ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ, ОПЕРАТОР ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, ОПЕРАЦІЙНА ПІДТРИМКА, БІЗНЕС-ПРОЦЕС, УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПОСЛУГИ, ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ ПОСЛУГИ, ЯКІСТЬ ПОСЛУГИ, ПАРАМЕТР.

*Об'єкт дослідження* – процес управління інфокомунікаційною мережею.

*Предмет дослідження* – методика управління на базі систем операційної та бізнес-підтримки.

*Мета роботи* – оптимізація процесу управління інфокомунікаційної мережі за рахунок використання систем операційної та бізнес-підтримки.

*Метод дослідження* – науково-дослідний з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

Розглянуто основні завдання та функції систем управління діяльності оператора в умовах переходу до мереж наступного покоління з використанням систем операційної та бізнес-підтримки, властивості та критерії ефективного управління, вплив показників якості систем управління інфокомунікаційними мережами на якість інфокомунікаційних послуг.

У дипломній роботі проведено розрахунок параметрів оптимальної системи управління, надана зведена таблиця розрахунків оптимальних параметрів системи управління. Проведено розгляд методів визначення параметрів оптимальної системи управління.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>8</b>
<b>1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПЛАТФОРМ УПРАВЛІННЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ .....</b>	<b>10</b>
1.1 Визначення та структура інфокомунікацій .....	10
1.2 Архітектура мережі управління інфокомунікаціями .....	17
1.3 Мережа управління та мережа нового покоління .....	18
<b>2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРА ЗВ'ЯЗКУ .....</b>	<b>21</b>
2.1 Загальні положення .....	21
2.2 Класифікація процесів діяльності оператора зв'язку .....	22
2.3 Модель eTOM – типова карта процесів управління .....	23
2.4 Побудова бізнес-процесу eTOM за методом декомпозиції .....	33
2.5 Роль OSS/BSS в діяльності оператора зв'язку .....	45
2.6 Динамічна модель процесів діяльності оператора телекомунікацій .....	57
2.6.1 Процес проектування та розвитку послуги .....	62
2.6.2 Процес управління системою та мережею .....	63
<b>3 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОПТИМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ .....</b>	<b>67</b>
3.1 Зовнішні параметри системи управління інфокомунікаційними мережами ..	67
3.2 Методи об'єднання часткових критеріїв .....	71
3.3 Особливості векторного синтезу систем управління .....	75
3.4 Основні методи введення результуючого показника якості .....	80
3.5 Визначення суб'єктивної наслідкової цільової функції при проектуванні системи управління інфокомунікаційними мережами .....	84
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>88</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....</b>	<b>89</b>
Додаток А Карта бізнес-процесів eTOM – процеси на рівні 0 .....	91
Додаток Б Карта бізнес-процесів eTOM – процеси на рівні 1 .....	92
Додаток В Карта бізнес-процесів eTOM – процеси на рівні 2 .....	93
Додаток Г Декомпозиція процесів .....	94
Додаток Д Загальна структурна схема управління якістю обслуговування .....	95
Додаток Е Динамічна модель процесів діяльності оператора телекомунікацій .....	96
Додаток Ж Модель інтегрованої системи управління діяльністю оператора .....	97
<b>ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ .....</b>	<b>98</b>

## ВСТУП

В сучасному світі інформаційних та телекомунікаційних технологій величезного значення набувають системи OSS/BSS (Operations Support Systems/Business Support Systems — системи підтримки операційної та бізнес-діяльності оператора), які дозволяють добитися більшої гнучкості при розгортанні нових послуг.

Забезпечувана з їх допомогою ефективна експлуатація інфокомунікаційних мереж сприяє мінімізації витрат і скороченню розміру недоотриманого прибутку.

Рішення у області OSS/BSS включають цілий комплекс заходів, які можна умовно поділити на три категорії – консалтинг, програмні продукти, професійні послуги в сфері інтеграції рішень.

Основна властивість OSS – незалежність від типу устаткування і його виробника. Поступово цей бізнес стає все більш глобальним, все менше відмінностей між постачальниками продуктів.

Сьогодні на світовому ринку спостерігається декілька тенденцій, стимулюючих операторів зв'язку до впровадження OSS/BSS-рішень. По-перше, традиційні оператори працюють на насиченому ринку, і доходи компаній ростуть вже не так стрімко. Таким чином, все більш важливого значення набувають питання підвищення ефективності експлуатації. По-друге, оператори поступово переходять від TDM-мереж до мереж наступного покоління, побудованих на базі NGN-технології. А NGN-мережі набагато складніші і в експлуатації, і з погляду процедур надання послуг. За умови одномоментного переходу на пакетну комутацію доходи операторів, згідно прогнозам, повинні впасти на 20 відсотків, а експлуатаційні витрати зрости мінімум на 40 відсотків. Тому дуже важливо передбачати впровадження елементів OSS/BSS вже на етапі закладки концепції побудови мережі з використанням технології NGN.

Крім того, сьогодні оператори все частіше віддають перевагу аутсорсингу послуг у області управління мережами, оскільки кожному оператору окремо



невигідно купувати одні і ті ж рішення у одних і тих же виробників, будувати окремий центр управління мережею і т. д.

Неможливо впровадити систему OSS за день, тиждень або місяць. Якісь елементи – так, але в цілому побудова системи OSS – це довгий процес. Крім того, необхідні чіткі критерії оцінки ходу проекту, інструменти управління його розвитком.

Дуже важливо чітко сформулювати бізнес-цілі оператора. Інакше істотно зростає ризик того, що проект не матиме успіху, а інвестиції, направлені на його реалізацію, зрештою не окупляться. Іншими словами, упроваджена система не відповідатиме завданням бізнесу замовника, а значить, і її ефективність буде істотно нижча. Крім того, планування проекту за відсутності конкретних цілей, яких ми хочемо досягти на тому або іншому етапі, знову ж таки, як правило, веде до його неуспіху, що підтверджує і світовий досвід.

Ще один важливий момент – розробка ключових показників ефективності, а також метрик (зокрема прописаних в рекомендаціях міжнародної асоціації операторів і постачальників телекомунікаційного устаткування TeleManagement Forum (TMForum)) для оцінки ефективності впроваджуваної системи.

Метою даної роботи є визначення загальних принципів побудови автоматизованої системи управління інфокомунікаційними мережами, яка дозволить забезпечити управління інфокомунікаційною мережею з максимальним рівнем автоматизації для забезпечення задоволення різних категорій споживачів сучасним набором послуг – від базових (мова, факсимільні повідомлення, низькошвидкісні дані) до високошвидкісних послуг мультимедіа.

# 1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПЛАТФОРМ УПРАВЛІННЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ

## 1.1 Визначення та структура інфокомунікацій

Технологічна революція на межі ХХ-ХХІ ст. забезпечила передумови переходу людства до нового етапу свого розвитку – інформаційного суспільства. Це стає можливим внаслідок поступового створення глобальної інфраструктури, яка складається з регіональних та національних інформаційних інфраструктур.

Інфокомунікації – відносно нове поняття, яке означає нерозривний зв'язок між інформаційними та телекомунікаційними елементами обміну інформацією. Елементи розвиваються в процесі конвергенції, тобто взаємного проникнення і забезпечують доставку телекомунікаційних сигналів від джерел до споживачів, з можливістю ідентифікувати їх інформаційний зміст і використовувати оптимальні методи обробки сигналів, включаючи передачу, маршрутизацію, перетворення сигналів, програмування. Іншими словами, інфокомунікації – це поєднання телекомунікацій з інформаційними, комп'ютерними та радіотехнологіями.

Інфокомунікаційна мережа – сукупність технічних засобів, інформаційних засобів зв'язку та обладнання, призначених для маршрутизації, комутації, передачі та/або отримання знаків, сигналів, письмового тексту, зображень та звуків або повідомлень будь-якого роду за допомогою радіо, кабельних, оптичних або інших електромагнітних систем між кінцевим обладнанням.

Також одною зі складових інфокомунікацій, що займає важливу роль, є телекомунікації.

Телекомунікації – це сукупність мереж телекомунікацій та кінцевого обладнання користувачів, за допомогою яких служби операторів задовольняють потреби користувачів у послугах телекомунікацій.

Мережа телекомунікацій – комплекс поєднаних в єдиному технологічному процесі технічних засобів, лінійних та інших споруд телекомунікацій, призначених для забезпечення відповідних послуг.

Послуга телекомунікацій – продукт (результат) діяльності операторів телекомунікацій, що полягає в передаванні, прийманні та обробленні інформації. Послугою телекомунікацій є також надання оператором на договірних засадах у користування ліній. Каналів, трактів з ресурсу мережі телекомунікацій.

Оператор телекомунікацій – суб'єкт господарювання (юридична або фізична особа), який згідно з одержаною ліцензією, або зареєструвавшись, експлуатує технічні засоби телекомунікацій та/або надає відповідні послуги.

Вже з перших визначень очевидно, скільки різних організаційних, технічних, технологічних, юридичних, фінансових, економічних та інших проблем потрібно вирішувати в сфері інфокомунікацій.

Розвиток мереж інфокомунікацій, який здійснюється в усьому світі з використанням сучасних цифрових систем передачі та комутації, систем мобільного та супутникового зв'язку, впровадження на мережах новітніх технологій переносу інформації, наприклад технологій АТМ (Asynchronous Transfer Mode), інтелектуалізація мереж тощо також супроводжується підвищеною зацікавленістю проблемою управління інфокомунікаціями. Це пов'язано з кількома причинами, а саме:

Неоднорідність інформаційних комунікаційних мереж у структурі та технічних засобах, що використовуються в цих мережах. Наприклад, з сучасними цифровими системами передачі співіснують аналогові, електронні та координатні комутаційні станції тощо. Тому необхідно керувати взаємодією технологічно різних фрагментів мережі;

Зміною пріоритетів в управлінні мережами інфокомунікацій. Наприклад, упровадження на транспортних мережах інфокомунікацій обладнання синхронної цифрової ієрархії SDH (Synchronous Digital Hierarchy) зі швидкістю передачі до 10 Гбіт/с і більше призвело до перенесення на другий план таких традиційних проблем як пропускна спроможність мереж інфокомунікацій і дальність передавання, ставлячи першочерговим завдання підвищення спроможності мережі та раціонального використання її ресурсів, а також підвищення якості послуг;

Головними напрямками розвитку мереж та послуг інфокомунікацій є:

- оптимізація мережі та розподіл інформаційних потоків і каналів, покращення ефективності використання мережі, мінімізація інвестицій у розвиток та модернізацію мереж при збереженні необхідного рівня якості роботи мережі;– кількісний розвиток і цифровізація мереж із застосуванням сучасних засобів інфокомунікацій;

- забезпечення достатніх рівнів живучості та надійності при надзвичайних ситуаціях у мирний час та в особливий період; забезпечення цілісності системи інфокомунікацій в умовах багато операторської діяльності;

- забезпечення гарантованої якості та розвитку сфери інфокомунікаційних послуг;

- реалізація принципів багатьох сервісних мереж з використанням IP-протоколу, методу асинхронної передачі АТМ, синхронного методу, передачі STM та технології спектрального мультиплексування DWDM.

Принципи побудови мереж інфокомунікацій різних видів і призначення достатньо розглянуті. Ми зупинимось лише на деяких принципово важливих особливостях, які безпосередньо стосуються теми управління.

Проект мережі інфокомунікацій може залежати від можливостей управління, наприклад телефонна мережа з динамічним управлінням трафіком, у якій передумова динамічного управління дає змогу заощаджувати близько 15-25% капітальних витрат;

Управління мережею інфокомунікацій вимагає широкого, всебічного тлумачення завдань управління, що охоплює завдання управління на різних етапах життєвого циклу мережі, функціональних областях та рівнях управління (включаючи завдання, які традиційно не вважаються завданнями управління, такі як розрахунки обладнання та планування розвитку).

Розмаїтість послуг і функцій управління мережами, систематизована в рекомендаціях ІТУ, припускає великі варіації у виборі черговості при створенні та впровадженні систем управління. Проте при розробці планів варто враховувати кілька важливих зауважень:

Необхідне широке трактування управління за усім переліком завдань оперативного управління, технічної експлуатації та планування;

Упровадження систем управління має бути поетапним і кожний етап повинен підпорядковуватися досягненню конкретної мети – підвищення ефективності процесів діяльності;

Існують значні функціональні та інформаційні залежності окремих завдань управління мережами (вони викладені як у рекомендаціях ITU, так і в документах TMF, що доповнюють їх) і неврахування цих залежностей спричиняє розрив у технологічних процесах (процесах діяльності), через що ефективність управління помітно знижується. Ігнорування цих залежностей призводить до повторного вирішення тих самих завдань (а також до багаторазового копіювання баз даних) у межах різноманітних підсистем системи управління, що врешті – решт призводить до необхідності дорогої інтеграції.

Основною функцією мережі інфокомунікацій є транспортна функція, яка полягає в передаванні повідомлення від його джерела до одержувача. При цьому кінцевим результатом її функціонування є послуги інфокомунікацій, що надаються споживачам.

Мережа, через яку передається керуюча інформація, необхідна для взаємодії окремих компонентів управління в одній системі, а також для реалізації її функцій управління. Розуміння цієї ситуації призвело до розробки концепції мережі управління інфокомунікаціями TMN. Мережа, заснована на цій концепції, забезпечує функції управління інфокомунікаційними мережами та сервісами, а також зв'язок між її компонентами, самою собою та інфокомунікаційними мережами, сервісами та іншими мережами управління інфокомунікацій.

Управління мережею інфокомунікацій може забезпечувати функції керування та зв'язку між різними операційними системами, а також між операційною системою та різними частинами інфокомунікаційної мережі. Проте структура мережі управління інформацією може варіюватися від простого з'єднання між операційною системою та одним пристроєм зв'язку

до складної мережі, яка з'єднує багато різних типів операційних систем і інфокомунікаційних пристроїв.

Концептуально мережа управління інфокомунікаціями являє собою окрему мережу, що з'єднуються з мережею інфокомунікацій в окремих точках для взаємо обміну інформацією з метою управління мережею інфокомунікацій.

Через мережу управління інфокомунікацій TMN можна, наприклад, управляти:

- мережами інфокомунікацій (загальними та відомчими), у тому числі: цифрові мережі з інтегрованими сервісами, мережі зв'язку з мобільними об'єктами, віртуальні приватні мережі;
- власне мережею управління інфокомунікацій;
- кінцевим обладнанням систем передачі (обладнанням групоутворення, синхронної цифрової ієрархії та ін.)
- цифровими й аналоговими системами передачі ((кабельні, оптичні, радіорелейні, супутникові);
- системами відновлення (резервування);
- операційними системами та їх периферійними засобами, кінцевими процесорами, груповими контролерами, серверами файлів тощо;
- глобальними, територіальними і локальними інформаційно-обчислювальними мережами;
- мережами з комутацією каналів і пакетів;
- кінцевим обладнанням і системами телефонної сигналізації, в тому числі транзитними пунктами сигналізації та базами даних у реальному часі;
- відомчими АТС, точками доступу відомчих АТС та кінцевим обладнанням (терміналами) користувачів;
- терміналами користувачів цифрових мереж з інтегральним обслуговуванням (ISDN);

- програмним забезпеченням, що надається інфокомунікаційними службами, або зв'язаними з ним, наприклад, програмним забезпеченням систем комутації;
- прикладним програмним забезпеченням у мережах центрального процесора, включаючи прикладне програмне забезпечення мережі управління інфокомунікаціями TMN;
- допоміжними системами – випробувальним обладнанням, системами електроживлення, кондиціонерами, системами пожежної сигналізації та ін.

Основними завданнями систем управління мережами інфокомунікацій є:

- під час введення мереж в експлуатацію – планування мереж та створення баз даних;
- у процесі експлуатації мереж – технічне обслуговування, відновлення зв'язку при пошкодженнях, управління трафіком, контроль за якістю послуг, розрахунки із користувачами;
- у процесі розвитку мереж – прогнозування зростання трафіка, модернізація мереж.

Завдання, виконання яких забезпечує управління робочими характеристиками, залежно від їх призначення можна поділити на контроль, регулювання та аналіз робочих характеристик.

Контроль робочих характеристик містить у собі безперервне збирання інформації про параметри елементів мережі, що контролюються, контроль стану трафіка (безперервне збирання інформації про поточний стан мережі та її елементів, яке надається оператору безпосередньо від елементів мережі або від операційної системи), контроль робочих характеристик трафіка (оцінка поточних робочих характеристик мережі і трафіка).

На основі контролю робочих характеристик виводиться загальна оцінка якості послуги.

Регулювання робочих характеристик включає у собі такі функції:

- загальні (планування надання даних контролю робочих характеристик та контролю з'єднань для збору даних про якість послуги, визначення атрибутів контролю робочих характеристик та ін.);
- регулювання трафіка (застосування, зміна та відміна ручного й автоматичного регулювання трафіка управління мережею. Ручні регулювання можуть виконуватися оператором безпосередньо в комутаційній станції, що регулює, або через операційні системи, що зв'язуються з однією або кількома комутаційними станціями, а автоматичні – комутаційними станціями відповідно до робочих параметрів регулювання);
- адміністративного управління трафіком, що забезпечують управління мережею (розробка оператором графіків вимірів трафіка на комутаційній станції або операційній системі бази даних, необхідних для управління мережею та ін.).

Аналіз робочих характеристик містить додатковий аналіз і обробку даних робочих характеристик для оцінки рівня.

Інформація від мережного елемента про якість послуги може збиратися регулярно за певним графіком або при відхиленні параметра від установлених норм.

Для прикладу наведемо кілька елементарних функцій управління, які виконуються при управлінні робочими характеристиками:

- запит про результат контролю параметрів;
- надання результатів контролю параметрів;
- ініціалізація результатів контролю параметрів;
- надання інформації про стан пучка каналів (зайнятий або вільний);
- надання інформації про стан перевантаження комутаційних станцій;
- надання інформації про стан перевантаження мережі сигналізації по спільному каналу;
- надання інформації про пучок каналів та його параметри;
- надання інформації про результати вимірювання навантаження комутаційної станції;



- формування та поновлення бази даних управління мережею;
- надання за вимогою таблиць маршрутизації.

Значення певних параметрів, які контролюються, потрібні не тільки для управління робочими характеристиками, а й для здійснення деяких інших видів управління, таких як:

- управління усуненням пошкоджень – для визначення й ідентифікації відмов;
- управління конфігурацією – для визначення моментів початку внесення змін у конфігурацію мережі;
- управління розрахунками – для уточнення даних, наведених у розрахунках за надані послуги.

## **1.2 Архітектура мережі управління інфокомунікаціями**

Основна концепція мережі управління інфокомунікаціями полягає в єдиній архітектурі, що об'єднує різноманітні типи операційних систем та апаратури інфокомунікацій і надає цим системам можливість обмінюватися службовою інформацією.

Вимоги до архітектури мережі управління інфокомунікаціями можна сформулювати виходячи з цілей управління, досягнення яких оператор здійснює за рахунок упровадження цієї мережі. До таких цілей належить:

- мінімізація часу реакції управління на події в мережі інфокомунікацій;
- мінімізація навантаження, зумовленого трафіком управління, на мережі інфокомунікацій при її використанні для передавання інформації управління;
- забезпечення можливості географічного розосередження управління залежно від виду роботи мережі інфокомунікацій;
- забезпечення визначення місцеположення і локалізації пошкоджень на мережі інфокомунікацій.

У мережах загальної архітектури мережі управління інфокомунікаціями розрізняють чотири підвиди архітектури: функціональну, інформаційну, фізичну і логічну рівневі. Причому три перші підвиди архітектури при створенні мережі управління інфокомунікаціями розглядаються окремо.

Функціональна архітектура описує розподіл функцій з метою створення функціональних блоків, на основі яких може бути реалізована мережа управління інфокомунікаціями будь-якої складності.

Інформаційна архітектура описує принципи обміну інформацією в мережі управління інфокомунікаціями на основі еталонної моделі взаємодії відкритих мереж, застосованої на об'єктно – орієнтованому підході, та надає способи реалізації принципів управління системами, відкритими до мережі управління інфокомунікаціями. Принципи побудови архітектури мережі управління інфокомунікаціями ґрунтується в основному на концепції та моделях рекомендації ITU X.500

Фізична архітектура описує інтерфейси і типи фізичних елементів, які утворюють мережу управління інфокомунікаціями.

Логічна рівнева архітектура встановлює рівні управління, пояснює взаємозв'язок між ними, визначає місце кожного з трьох названих архітектурних підвидів і пояснює взаємозв'язок між ними.

Для ефективності експлуатації мереж інфокомунікацій, а також забезпечення надання користувачам широкого спектра послуг з високою якістю, необхідна тісна кооперація та співпраця між операторами з розподілом номенклатури послуг між ними з наступним обміном в разі потреби цими послугами. Ця кооперація вимагає забезпечення взаємодії мереж управління інфокомунікаціями між собою.

### **1.3 Мережа управління та мережа нового покоління**

Специфіка інфокомунікаційних мереж нового покоління (Next Generation Network – NGN), основним принципом яких є відокремлення

функцій надання послуг від функцій транспортування комутацій, змушує визначитись щодо можливостей інтеграції концепції TMN та TINA (Telecommunications Information Networking Architecture) і застосування їх для управління послугами інтелектуальних мереж.

Основні принципи архітектури TINA.

Принципи архітектури TINA:

- системи, сумісні з архітектурою TINA, мають підтримувати стандарти відкритих систем;
- у новій архітектурі потрібно передбачити використання все існуючих видів різних виробників;
- неоднорідність системи, зумовлена різноманітністю її компонентів, не повинна відчуватись користувачами і розробниками нових застосувань;
- мережі, сумісні з архітектурою TINA, мають відповідати сучасним вимогам до інформаційних послуг, тобто підтримувати як традиційні послуги, так і передавати, наприклад, відео зображення, а також засоби віддаленого управління.

Такий підхід дасть можливість об'єднати існуючі мережі і використовувати їх для надання принципово нових послуг. Також спрощується розробка універсальних застосувань.

Основним об'єктом архітектури TINA є телекомунікаційна система TINA-TS. Цей термін визначає набір апаратних та програмних ресурсів, здатних надати послуги різним користувачам безпосередньо, чи з використанням інших систем.

Звичайно TINA-TS поділяється на рівні:

- апаратний – процесор, пам'ять, обладнання зв'язку;
- відповідний програмний (операційна система, драйвери пристроїв) NCSE.

- розподіленого середовища обробки DPE, спеціальне програмне забезпечення, яке надає технологічну незалежність та розподіл застосувань;
- застосувань, на якому знаходяться служби управління та користувача.

Архітектура послуг TINA визначає поняття і принципи побудови, розгортання і використання послуг інфокомунікацій і управління ними. Для цього визначаються компоненти багаторазового використання, з яких складаються послуги. Ці компоненти – об'єкти – будуються за правилами архітектури обчислень.

В архітектурі TINA велику увагу приділяють доступу. Користувачі повинні мати можливість гнучкого доступу, інакше кажучи, вільного вибору типу терміналу і місця доступу до послуги. Для утворення нового сеансу послуги або підключення до вже існуючого сеансу на вимогу користувача агент використовує метод DPE.

## 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРА ЗВ'ЯЗКУ

### 2.1 Загальні положення

Для операторів зв'язку є дуже актуальним в умовах жорсткої конкуренції на ринку інфокомунікаційних послуг знайти шляхи ефективного функціонування систем управління діяльністю, вирішити важливе питання автоматизації, звести до мінімум вплив людського фактору на управління. Це дасть можливість підвищити якість послуг та якість обслуговування споживачів, зменшити строки та вартість введення нових послуг, а також зменшити витрати на технічну експлуатацію. Перелічені фактори є вирішальними для підвищення конкурентоспроможності оператора телекомунікацій.

Загальну структурну схему управління якістю обслуговування й взаємовідносинами оператор – споживач з поділом мереж та послуг за видами, категоріями (класами), рівнями наведено на рис.2.1 [ 1]

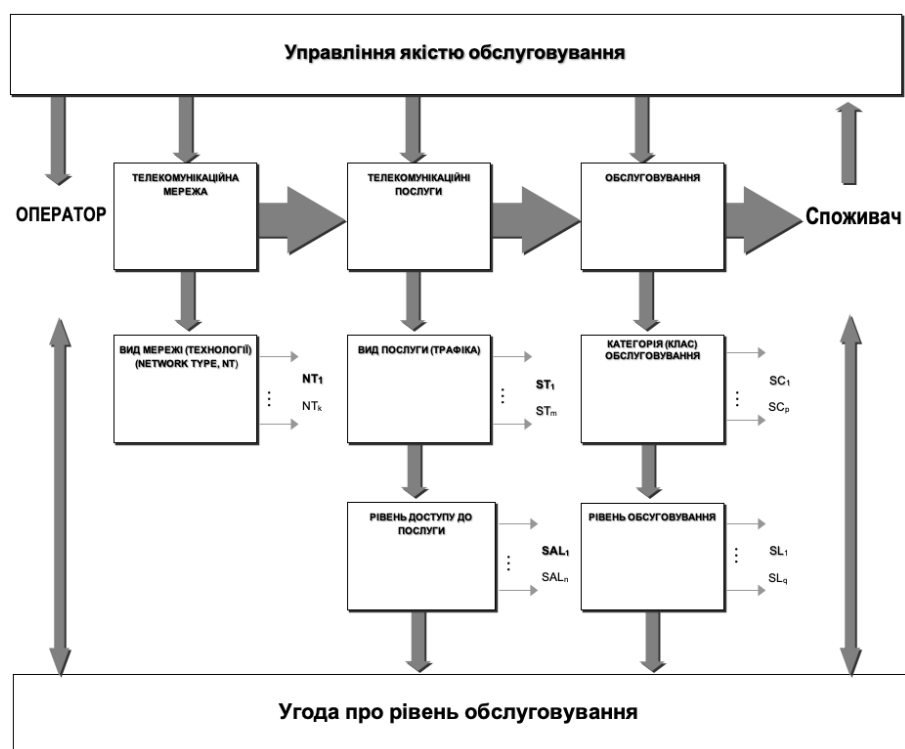


Рис. 2.1 – Загальна структурна схема управління якістю обслуговування

Зараз існує декілька моделей управління процесами діяльності операторів. Вони відображають просторовий підхід до розуміння функцій, які виконує оператор телекомунікацій; надають більш детальне уявлення щодо походження відповідних процесів і підпроцесів діяльності; визначають підходи щодо детального розгляду різних аспектів і чинників процесів діяльності та управління ними, оцінки можливостей та необхідності автоматизації процесів управління, взаємодії з споживачами інфокомунікаційних послуг та з іншими операторами; дають можливість оцінити потенційні межі процесів, що підлягають автоматизації, визначити для цього потрібні компоненти програмного забезпечення та напрямки їх взаємодії.

## **2.2 Класифікація процесів діяльності оператора зв'язку**

Управління основними системами підтримки інформаційних технологій, на основі яких здійснюється автоматизація, може забезпечувати сам оператор зв'язку або інша організація. Автоматизація процесів діяльності повинна забезпечити оператору таке управління, при якому би вдалось максимально задовольнити потреби користувачів і, отже, бути конкурентоспроможним.

Системи підтримки операцій (Operation Support Systems, OSS) забезпечують управління мережею, включаючи управління продуктивністю і збоями, облік і створення сервісів, планування мережевих ресурсів і сервісів, моніторинг процесів, що відбуваються в мережі, і ряд інших функцій. Крім того, у функції подібних систем входять управління якістю послуг і рівнем обслуговування клієнтів.

Системи підтримки бізнесу (Business Support Systems, BSS) включають білінг, CRM (системи управління взаєминами з клієнтами). Для надання нових послуг, забезпечення необхідного рівня якості, правильного розподілу трафіку в мережі дуже поважно мати наявності всі необхідні дані, незалежно від використовуваної технології і типе устаткування. Як системи моніторингу і

контролю мереж використовуються засоби діагностики, аналізу і управління, тісно інтегровані в рамках єдиного комплексу OSS/BSS.

Структура системи управління може бути різною, але зазвичай її розділяють на чотири рівні:

- управління елементами;
- управління мережею/системою;
- управління сервісами;
- управління бізнесом.

Використання систем моніторингу і управління ІТ- і телекомунікаційною інфраструктурою дозволить максимально прискорити всі процеси, що відбуваються в компанії:

- оптимізувати використання інформаційних ресурсів;
- прискорити підключення нових абонентів;
- підвищити якість сервісів, що надаються, і послуг і швидкість усунення збоїв в роботі програмно-апаратного забезпечення;
- забезпечити надійність, безпеку і погоджене функціонування всіх компонентів ІТ- і телекомунікаційної інфраструктури;
- полегшити модернізацію ІТ- і телекомунікаційної інфраструктури;
- підвищити ефективність роботи ІТ – підрозділів.

### **2.3 Модель eTOM – типова карта процесів управління**

Інфокомунікаційна індустрія переживає досить бурхливий період. Компанії прагнуть зберегти рентабельність в умовах збільшеної конкуренції, жорсткіших вимог замовників і зростання цін. Вирішення вказаних проблем неможливе без чіткого визначення і опису структури бізнес-процесів. Крім того, необхідно добитися узгодженості в представленні процесів серед постачальників устаткування, розробників прикладних програм і системних інтеграторів, що дозволить створювати системи управління за допомогою об'єднання сторонніх і власних розробок.

Розробка методології Enhanced Telecom Operations Map® (eTOM) – це ініціатива організації TM Forum з метою створення моделі бізнес-процесів для операторів послуг і інших представників індустрії інформаційно-комунікаційних технологій. Вона направлена на створення умов для успішної конкуренції завдяки використанню процесного підходу до управління підприємством і інтеграції всіх найважливіших інформаційних систем підприємства, пов'язаних з наданням послуг і їх підтримкою.

Методологія eTOM орієнтована на бізнес-процеси операторів послуг, опис зв'язків і інтерфейсів між цими процесами, на організацію спільного використання інформації про замовників, послуги, що надаються, наявні ресурси, постачальників/партнерів і іншу інформацію в рамках багаточисельних процесів. Архітектура бізнес-процесів eTOM, що розробляється TM Forum, є референтною схемою (референтна – оптимізована схема дій, застосовна в різних ситуаціях) для класифікації і опису всіх бізнес-процесів оператора послуг з різним рівнем деталізації. У подібних компаніях методологія eTOM використовується як шаблон для організації управління процесами і забезпечує відправну крапку для реорганізації внутрішніх процесів, а також для організації взаємодії з партнерами і укладання загальних робочих угод з іншими операторами послуг. Для постачальників устаткування і розробників ПО модель eTOM обкреслює потенційні кордони апаратних і програмних компонентів, відповідні вимогам замовників, і виділяє необхідні функції, вхідні і вихідні дані, які повинні підтримуватися продуктами.

Особливість моделі eTOM як основи для розробки структури бізнес-процесів компанії полягає в тому, що вона є частиною програми NGOSS (New Generation Operations Systems and Software) організації TM Forum і пов'язана з іншими проектами, здійснюваними в рамках NGOSS.

Модель eTOM визначає архітектуру бізнес-процесів операторів інформаційних та телекомунікаційних послуг, але може бути застосована і в інших областях. Вона допомагає вирішити завдання розробки орієнтованого для бізнесу представлення підприємства. Ця вистава може використовуватися розробниками,



менеджерами, фахівцями із стратегій і так далі, що створюють презентації підприємства із застосуванням бізнесу-термінології без прямого зв'язку з особливостями методів організації і автоматизації цих бізнес процесів усередині даного підприємства. Тому в моделі eTOM особливе значення надається структурі процесів, їх компонентам і узгодженості, а також пов'язаним з цими аспектами бізнесу-ролям і обов'язкам. Визначаючи ці аспекти, модель eTOM забезпечує базис для формування вимог до системних рішень, технічної архітектури, вибору технології і доріг реалізації, але не визначає конкретні чини виконання цих вимог.

Отже, eTOM – це модель, а не готова специфікація реалізації. Вона адаптуватиметься і розширюватиметься користувачами відповідно до їх власних бізнесу-потреб. Ця модель забезпечує дуже важливу загальну точку відліку, яка визнана в індустрії і є стандартом де-факто, а тепер завдяки визнанню в ІТU-T модель eTOM є офіційним стандартом по опису бізнес-процесів, який використовується усередині компаній і при організації їх взаємодії.

Карта бізнес-процесів eTOM – процеси на рівні 0 приведена на рис. 2.2



Рисунок 2.2 – Карта бізнес-процесів eTOM – процеси на рівні 0

eTOM — це карта бізнес-процесів, тобто еталонна структура, або модель, яка класифікує па категоріям всі типи бізнесу-діяльності, використовувані оператором зв'язки. Вона не є для нього бізнес-моделлю. Іншими словами, вона не призначена для вирішення таких стратегічних проблем, як визначення місії і загальних цілей оператора, його цільовій аудиторії, оптимального сегменту ринку і тому подібне. Структура бізнес-процесів — це одна з частин стратегічної бізнес-моделі і елемент планування для оператора.

Із структурою бізнес-процесів eTOM вже працюють оператори зв'язку, постачальники систем і устаткування. Їм була потрібна стандартна галузева структура, яка полегшувала б підбір необхідних програмних продуктів і устаткування, а також полегшувало взаємодію з іншими операторами послуг у все складніших хитросплетіннях ділових стосунків. Багато операторів розробили власні моделі процесів, оскільки усвідомлюють необхідність створення ширшої галузевої структури, здатної працювати не лише з операціями або традиційними бізнес-процесами.

TM Forum із самого початку визначив бізнес-процеси як інструмент досягнення згоди і взаєморозуміння між операторами зв'язку. Такий підхід сприяв зближенню позицій і формуванню в цій області широкої загальної бази, що створюється і розширюваної на основі структури eTOM. Ця база забезпечує:

- проведення підрозділами TM Forum цілеспрямованої роботи за детальним визначенням вимог бізнесу, інформаційних угод, контрактів відносно бізнесу-додатків, специфікацій спільно використовуваної інформаційної моделі і моделі даних (обміни між додатками або системами) і по проведенню аналізу отриманих результатів з точки зору їх суперечності;
- зіставлення потреб бізнесу з наявними або такими, що розробляються стандартами;
- формування загальної концепції процесів для постачальників устаткування, розробників додатків і інтеграторів, яке дозволить створювати системи управління з одночасним використанням як власних розробок, так і розробок, що купуються в інших.

Передбачається, що з її допомогою операторам зв'язку легко буде інтегрувати в своє середовище продукти, що набувають для управління бізнесом і оперативного управління мережами, інформаційними технологіями і послугами, а також понизити витрати на забезпечення кризової автоматизації. Крім того, наявність загально галузевої концепції процесів і інформації полегшить взаємодія «оператор-оператор», «оператор-клієнт» і «оператор-постачальник/партнер» на рівні процесів, що сприятиме швидкому наданню послуг і вирішенню проблем в умовах глобальної конкуренції. Зокрема, така взаємодія на рівні процесів грає ключову роль в управлінні ланцюжками постачань на підприємствах електронного бізнесу.

eTOM також дає визначення загальним термінам, що описують корпоративні процеси, субпроцеси, і окремим роботам, що виконуються в рамках цих процесів. Завдяки загальній термінології, операторові зв'язку легше вести переговори з клієнтами, постачальниками і іншими операторами.

На рис.2.3 представлена найзагальніша концептуальна карта eTOM. Вона дає загальне уявлення про основні принципи цієї структури. У карті eTOM проводиться відмінність між стратегічними процесами розвитку і управління життєвим циклом послуг, з одного боку, і операційними процесами — з іншою. Відповідно, у верхній частині схеми розташовано два крупні блоки, які відповідають двом основним категоріям процесів. Крім того, поряд з цими категоріями процесів виділяються і найважливіші функціональні області, представлені на схемі у вигляді горизонтальних шарів. У нижній частині схеми у вигляді окремого блоку представлена третя велика категорія процесів, що відносяться до управління самим підприємством. На рис.2.3 у вигляді прямокутників показані внутрішні і зовнішні суб'єкти, з якими взаємодіє підприємство.

		КЛІЄНТ					
		Стратегія, інфраструктура і продукт		Операційна діяльність			
Вибір стратегії та її розвиток	Управління життєвим циклом інфраструктури	Управління життєвим циклом продукта	Операційна підтримка і готовність	Реалізація	Рішення проблем і забезпечення якості	Біллінг	
Маркетинг і управління пропозицією				Управління взаємовідносинами з клієнтом			
Управління системами і ресурсами				Управління системами і ресурсами			
Управління розвитком ланцюга поставок				Управління відносинами з поставщиком і партнерами			
Управління підприємством							
Стратегічне бізнес-планування	Управління корпоративними ризиками		Управління корпоративною ефективністю	Управління знанням і дослідницькою діяльністю			
Управління фінансовими і другими активами	Управління стосунками з зацікавленими людьми		Управління персоналом				

Рис. 2.3 – Карта бізнес-процесів eTOM — процеси на рівні 1

На рис.2.3 показано, яким чином три основні категорії процесів, звані процесами рівня 0 структур бізнес-процесів eTOM, можна розділити на складові їх групи процесів рівня 1. Іншими словами, тут представлено розкладання процесів рівня 0 на процеси рівня 1, а також показаний загальний вигляд карти eTOM.

Крім того, на рисунку 3 показано сім вертикальних груп критичних процесів, необхідних для підтримки клієнтів і управління бізнесом. В межах цих вертикальних груп процесів карта eTOM фокусує увагу на ключових, орієнтованих на клієнта, процесах, які забезпечують Реалізацію послуги, Дозвіл проблем і

забезпечення якості і Білінга (Fulfillment, Assurance and Billing, FAB). Процеси підтримки операційної діяльності і забезпечення її готовності (Operations Support & Readiness, OSR) відокремлені від процесів FAB, що протікають в реальному часі, щоб підкреслити важливість підтримки і автоматизації процесів FAB, тобто важливість безпосередньої онлайн-підтримки клієнтів; при цьому процеси OSR забезпечують операційне середовище, в якому реалізуються процеси EAB. Поза областю цих операційних процесів — в зоні процесів Стратегії, інфраструктури і продуктів (Strategy, Infrastructure & Product, SIP) — знаходиться вертикальна група процесів Стратегії і її розвитку (Strategy & Commit) і дві вертикальні групи процесів Управління життєвим циклом (Lifecycle Management). Ці групи відокремлені від інших, оскільки на відміну від основних операційних процесів вони не приймають прямої участі в роботі з клієнтом. Ці групи істотно відрізняються від операційних процесів і працюють з іншими тимчасовими бізнесом-циклами.

У горизонтальних функціональних групах процесів, показаних на рисунку 3, функціональні операційні процеси відокремлені від інших типів функціональних бізнес-процесів (наприклад, маркетинг — збут, розробка послуг — конфігурація послуг і так далі). Ті горизонтальні функціональні групи процесів, які розташовані на рисунку зліва (і пересікають вертикальні групи процесів Вибору стратегії /Управління життєвим циклом інфраструктури і Управління життєвим циклом продукту), підтримують роботу в області операційних процесів.

Як видно з рис.2.3, карта eTOM має наступні переваги:

- вона охоплює всі процеси підприємства;
- вона чітко ідентифікує процеси маркетингу, тим самим підкреслюючи їх важливість в електронному бізнесі;
- вона чітко ідентифікує процеси управління підприємством і розміщує їх в єдиному контексті з іншими операційними процесами;
- вона переносить процеси, що забезпечують Реалізацію послуги, Дозвіл проблем і забезпечення якості і білінг (FAB) на верхній структурний рівень узагальнення, щоб підкреслити, що первинну увагу підприємство приділяє процесам, пріоритетним з точки зору клієнтів;

– вона розпізнає в рамках підприємства три вертикальні групи процесів, які різко відрізняються від вертикальних груп процесів в зоні основних операційних процесів, за допомогою окремої ідентифікації області процесів SIP. До числа цих трьох вертикальних груп входять процеси Вибору стратегії і її розвитку (Strategy & Commit), процеси Управління життєвим циклом інфраструктури і процеси Управління життєвим циклом продукту;

– вона ідентифікує відмінності в тривалості стратегічних циклів і процесів Управління життєвим циклом і «розуміє» необхідність відділення цих процесів від процесів, пріоритетних з точки зору клієнтів, які понад усе потребують автоматизації. Це досягається за допомогою відділення групи процесів Вибору стратегії і її розвитку (Strategy & Commit) і двох вищезгаданих груп процесів Управління циклами розвитку від процесів, пріоритетних з точки зору клієнтів;

– вона дозволяє перейти від колишніх концепцій обслуговування і роботи з клієнтами до концепції управління взаєминами з клієнтами, що забезпечує клієнтам самообслуговування і контроль, дозволяє збільшити вартість, яку отримують організації завдяки клієнтам, і підвищити ефективність використання інформації, що адаптується до потреб конкретного клієнта. Ця структура додає нові елементи до функціонального шару операцій з клієнтами, щоб повніше представити процеси продажів і інтегрувати маркетинг в процеси Управління взаєминами з клієнтами (CRM). Слід підкреслити, що карта eTOM пропонує набагато ширше визначення Управління взаєминами з клієнтами (CRM);

– вона «розуміє» необхідність управління ресурсами (додатками, засобами комп'ютерної обробки і мережевими ресурсами) поверх технологій і інтегрує функціональні процеси управління мережами і системами в процеси Управління системами і ресурсами (Resource Management & Operations). Крім того, eTOM переводить в цей функціональний шар управління інформаційними технологіями, не виділяючи його в окрему групу процесів;

– вона «розуміє», що підприємство взаємодіє із зовнішніми партнерами і що може скластися така ситуація, в якій підприємство буде вимушено взаємодіяти з ланцюжками процесів, визначаючими зовнішніми партнерами, як це має місце в

електронному бізнесі.

На рис. 2.4 представлені процеси рівня 2 еТОМ в області операційної діяльності. Так само здійснюється декомпозиція і в інших процесах еТОМ. еТОМ розвивається з того часу, коли перед програмою NGOSS організації ТМ Forum встало завдання включення в неї ряду інших артефактів, а також доведення декомпозиції до рівня 3.

<b>КЛІЕНТИ</b>					
<b>Операційна підтримка і готовність</b>	<b>Реалізація</b>	<b>Вирішення проблем і забезпечення якості</b>		<b>Білінг</b>	
<b>Управління взаємовідношенням з клієнтом</b>					
<b>Забезпечення готовності і доступності продуктів і заказів</b>	<b>Інтерфейс взаємовідносин з клієнтом</b>				
	<b>Продаж</b>		<b>Вирішення проблем клієнтів</b>	<b>Забезпечення якості послуг</b>	<b>Виставляння рахунків</b>
	<b>Підтримка продаж маркетинговими акціями</b>	<b>Реєстрація і обробка заказів</b>			
	<b>Збір і аналіз інформації про клієнта</b>				
<b>Управління забезпечення послуг і операцій</b>					
<b>Забезпечення готовності і доступності послуг та операцій</b>	<b>Конфігурація і активація послуг</b>	<b>Вирішення проблем з послугами</b>	<b>Аналіз якості послуг</b>	<b>Оцінка показаних послуг і формування даних</b>	
<b>Управління системами та ресурсами</b>					
<b>Забезпечення готовності і доступності ресурсів</b>	<b>Пошук і виділення ресурсів</b>	<b>Реєстрація і вирішення проблем з ресурсами</b>		<b>Управління продуктивністю ресурсів</b>	
		<b>Збір даних про завантаження ресурсів</b>			
<b>Управління відношенням з постачальниками і партнерами</b>					
<b>Управління відносинами з постачальниками і партнерами</b>	<b>Управління заявками постачальників</b>	<b>Виявлення і усунення проблем з партнерами</b>	<b>Управління ефективністю взаємодії з постачальниками і партнерами</b>	<b>Управління взаєморозрахунками і рахунками партнерів</b>	
		<b>Інтерфейс взаємовідносин з постачальниками і партнером</b>			

Рис. 2.4 – Карта бізнес-процесів еТОМ – процеси на рівні 2

Ці нові артефакти відображають взаємодію між процесами eTOM і бізнесом-суттю SID і визначаються за допомогою ряду методик, які використовують:

- схеми ланцюжків процесів;
- діаграми дій;
- діаграми сценаріїв використання;
- діаграми станів;
- діаграми послідовності.

Всі ці схеми і їх завдання будуть описані нижчим.

Розуміння взаємозв'язків і ланцюжків з елементів процесу полегшує розуміння взаємодії між організаціями, які несуть відповідальність за окремі елементи процесу. Крім того, розуміння цих ланцюжків важливе для створення додатків, які повинні підтримувати ці процеси, тому що ці ланцюжки відображають взаємозв'язку між різними компонентами додатків або між додатками. На цьому рисунку представлені взаємодії між процесами Управління взаєминами з клієнтами (CRM) і процесом Управління послугами.

Діаграми дій корисні з точки зору демонстрації зв'язків між процесами, з фокусуванням уваги на єдиному об'єкті, наприклад на заявці на підключення, або на групі об'єктів, наприклад замовленні клієнта і заявці на підключення. Ці взаємодії утворюють базу для обміну інформацією між контрактами NGOSS.

Сценарій використання починає описувати взаємодію між користувачем (актором) і додатком (системою). В той же час сценарії використання визначають і функціональні характеристики системи. Крім того, на основі опису кожного сценарію будується взаємодія між користувачем і додатком.

Вже багато років eTOM, як і її попередниця TOM, забезпечує базову структуру бізнес-процесів і загальний словник для опису бізнес-процесів. Ця структура і словник представляють для компаній, що діють у сфері телекомунікацій і інформаційних технологій, ефективний спосіб організації бізнес-процесів і взаємодії між собою.



## 2.4 Побудова бізнес-процесу eTOM за методом декомпозиції

Модель eTOM (enhanced Telecom Operations Map®, Розширена карта телекомунікаційних бізнес-процесів) визначає всі головні бізнес-процеси усередині компанії і поза нею. Дана карта забезпечує структуру і спільну мову бізнес-процесів, які використовуються в телекомунікаційній компанії, використовується для каталогізації існуючих процесів в оператора зв'язку або як структура для визначення кордонів програмного рішення, або просто дозволяє забезпечити чистіші комунікаційні лінії між оператором зв'язку і системним інтегратором. Подробиці функціонування eTOM і можливості її використання обговорюватимуться нижче, в подальших розділах книги.

Якщо компанія не була постачальником послуг, вона використовувала eTOM (спочатку — попередня модель, TOM) з деякими обмеженнями. За допомогою eTOM вирішувалися два завдання:

- демонструвалося, як додатки покривають бізнес-процеси eTOM;
- забезпечувалася структура для організації бізнесу-суті SID.

Багато незалежних постачальників програмного забезпечення використовують eTOM для представлення бізнес-процесів, підтримуваних їх застосуваннями. До появи NGOSS програми TOM забезпечували рівень деталізації, який відповідає тепер процесам eTOM другого рівня.

Існувала також потреба в структурі для організації бізнесу-суті. Термін «бізнес-зміст», який використовувала Metasolv, став попередником поняття ABE (Aggregate Business Entity) SID. Він позначає групу зв'язаної між собою суті, наприклад запитів на обслуговування або рекламацій, життєвий цикл яких управляється процесом TOM.

Оскільки структура SID Framework з'явилася пізніше, у той час застосовували структуру TOM. Ця структура представляла ранню версію проєкції другого рівня eTOM на ABE SID, що існує в даний час.

Необхідно було також показати подальшу декомпозицію груп процесів TOM, оскільки ця декомпозиція представляла функціональні можливості окремих

додатків Metasolv. Ця структура була використана також для опису процесів, керівників життєвими циклами цієї бізнесу-суті. Процеси, показані під кожною бізнесом-суттю, є еквівалентами сьогоденних процесів eTOM.

Розробка моделі бізнес-процесів в рамках організації Telemanagement Forum (раніше Network Management Forum) почалася на початку 1990-х років з роботи групи по реорганізації і автоматизації управління послугами (Service Management Automation and Reengineering Team (SMART)), яка займалася аналізом відповідного досвіду операторів послуг зв'язку по всьому світу. На основі зібраної інформації була розроблена модель бізнес-процесів операторів зв'язку (Business Process Model). В середині 90-х років модель була трансформована в карту телекомунікаційних операцій (Telecom Operations Map [TOM]) і опублікована до кінця десятиліття.

Розробка TOM отримала підтримку по всій індустрії, але сфера застосування моделі не охоплювала всіх бізнес-процесів оператора послуг. Модель фокусувалася лише на основних операційних процесах, що відображають традиційні телекомунікаційні операції з області «Виконання, Забезпечення і Білінг» (Fulfillment, Assurance and Billing (FAB)). Труднощі взаємодії на нерегульованому, конкурентному інфокомунікаційному ринку всі більшою мірою вимагали повного представлення процесів підприємства, а нові бізнес-потреби, викликані, в основному, використанням Інтернету і електронної комерції, привели до необхідності розширити модель TOM з врахуванням цієї ширшої перспективи.

Таким чином, робота над eTOM – вдосконаленою моделлю TOM – була ініційована як робоча програма, здійснюваною організацією TM Forum, на початку нового тисячоліття. Перші версії моделі eTOM були представлені учасникам організації TM Forum в 2001 році, а в середині 2002 р. вийшла затверджена TM Forum версія eTOM – Gb921 v3.0, що дістала схвалення і широке поширення. В результаті подальшої роботи, додавання можливості зворотного зв'язку з індустрією і розширення рівня деталізації описуваних процесів були випущені нові проміжні версії, а потім, на початку 2004 року, і нова версія, затверджена організацією TM Forum. Ця версія – Gb921 v4.0 – в рамках угоди про взаємодію

була представлена на розгляд в організацію ІТУ-Т, що діє під егідою ООН і є основним органом по встановленню міжнародних рекомендацій у сфері інфокомунікацій. Дана версія еТОМ була прийнята організацією ІТУ-Т і опублікована як офіційні рекомендації М.3050 в точній відповідності з текстом версії Gb921 v4.0, розробленою організацією ТМ Forum.

Найсприятливіша дія на роботу над моделлю еТОМ надала широку участь фахівців інфокомунікаційної індустрії, а також представників наукового співтовариства, урядових установ і так далі У міру свого розвитку колектив, що працював над моделлю еТОМ, показав, що здатний витримати випробування часом. На даний момент він вважається головною рушійною силою у виставі і обговоренні бізнес-процесів у сфері діяльності операторів послуг і в суміжних областях. Робота продовжується, але зараз, коли еТОМ забезпечила чітке і погоджене представлення самої моделі бізнес-процесів, акцент робиться на способах вживання еТОМ і на рекомендаціях для майбутніх і існуючих користувачів відносно того, як отримати максимальну користь від вживання еТОМ на їх власних підприємствах.

Декомпозиція процесів є структурним підходом до аналізу діяльності підприємства через розгляд бізнес-процесів і їх внутрішньої структури. Суть цього методу ілюструється на рисунку 2.5. Тут показаний деякий типовий елемент процесу, Процес Х, який забезпечує якусь специфічну область функціональних можливостей на підприємстві, наприклад, обробку замовлень клієнтів. При виконанні аналізу охоплювані функції, характеристики і так далі, пов'язані з цим процесом, підрозділяються на три елементи процесу нижчого рівня.

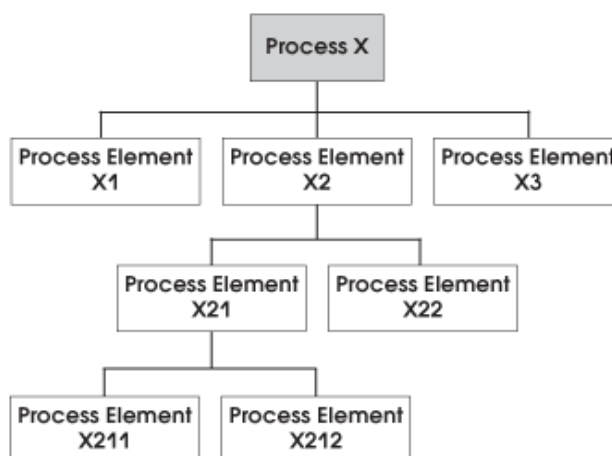


Рис. 2.5 – Декомпозиція процесів

Зазвичай подібна декомпозиція частково витікає з аналізу деталей даного процесу, а частково є результатом планувальних рішень, коли вибір розгалуження, найбільш відповідного для даної ситуації, здійснюється на основі оцінного судження.

Кожен з декомпованих процесів (X1, X2 і X3) може бути підданий подальшій декомпозиції – X2 показаний як декомпованих на X21 і X22 – і ця процедура може бути продовжена – X21 показаний як декомпований на X211 і X212.

Слід зазначити, що не всі гілки «дерева» декомпозиції обов'язково повинні вести до «листя» (кінцевим елементам процесу) на тому ж рівні декомпозиції. Це залежить від сфери застосування і вмісту даних процесів.

Метод декомпозиції процесів має наступні загальні характеристики:

- виділяє окремі компоненти процесу;
- забезпечує уявлення про структуру і основний вміст областей (або груп) процесів;
- у міру продовження декомпозиції до нижчих рівнів дозволяє виявити дрібніші деталі;
- його можна продовжувати до тих пір, поки не буде отримано необхідну кількість підрівнів;

– його мета – забезпечити повний аналіз декомпозованого процесу – тобто сукупність компонентів повинна забезпечувати реалізацію процесу в цілому;

– дозволяє отримати статичне представлення процесу; не вимагає опису взаємозв'язків між елементами процесу.

Елементи процесу, отримані за допомогою декомпозиції, можуть застосовуватися в послідовності операцій різними способами. Використовуючи загальний набір елементів процесів, визначений в моделі eTOM, можна збудувати декілька послідовностей операцій (які відобразатимуть, наприклад, специфічні для підприємства застосування).

Для формування структури бізнес-процесів модель eTOM використовує ієрархію, відповідно до якої виконується послідовна декомпозиція всіх процесів підприємства. Визначаються описи процесів, вхідні і вихідні дані, а також інші основні елементи. Архітектура бізнес-процесів eTOM відображує все середовище функціонування підприємства – оператора послуг зв'язку. Ця архітектура визначена в настільки загальному вигляді, наскільки це можливо, і тому є незалежною від організаційних, технологічних особливостей підприємства і від послуг, що надаються.

На загальному концептуальному рівні можна вважати, що модель eTOM має наступні три основні області процесів:

– стратегія, інфраструктура і продукт (Strategy, Infrastructure & Product) – охоплює процеси планування і управління життєвим циклом продуктів;

– операційні процеси (Operations) – охоплює базові процеси операційного управління;

– управління підприємством (Enterprise Management) – охоплює процеси підтримки діяльності підприємства.

В цілому модель eTOM включає схему і архітектуру бізнес-процесів. Схема eTOM в графічному вигляді ілюструє бізнес-процеси, необхідні для функціонування підприємств – операторів послуг. На ній вказані процеси розміщуються, починаючи з позиції верхнього рівня, а потім схема переходить до

детальніших рівнів інтерпретації. Архітектура бізнес-процесів eTOM описує в текстовому вигляді ту ж інформацію, яка графічно представлена на схемі.

Таким чином, модель eTOM структурована в три головні області (звані процесами Рівня 0). «Операційні процеси» (OPS), «Стратегія, інфраструктура і продукт» (SIP) і «Управління підприємством» (EM). Кожна область містить детальніші компоненти процесу на рівні 1, рівні 2 і так далі, отримані в ході декомпозиції процесів. Ета ієрархічна декомпозиція забезпечує визначення деталей в структурованому вигляді, а також дозволяє використовувати модель eTOM на різних рівнях і для різних процесів. Номер рівня позначає міра деталізації на даному рівні – чим вище цей номер, тим більше детальними є описувані на ній елементи процесу.

Декомпозиція процесів дає основне уявлення про їх опис і вміст. Щоб забезпечити подальше розуміння того, як протікають ці процеси, можна збудувати їх потоки, що дозволить визначити, яким чином за допомогою декількох або всіх процесів підтримується деякий крупніший, «крізний» процес в масштабах підприємства. Подібні потоки можуть будуватися не лише в масштабах всього підприємства (вони можуть мати будь-яку сферу застосування, яка буде визнана значимою і корисною для аналізу), але і охоплювати велику область процесів підприємства і, відповідно, моделі eTOM.

Таким чином, потоки процесів дозволяють вивчити деякий конкретний сценарій, за допомогою якого ці процеси забезпечують реалізацію мети бізнесу-діяльності компанії.

Модель eTOM надає стандартну структуру, термінологію і схему класифікації для опису бізнес-процесів і їх складових елементів.

Модель eTOM забезпечує основу для вживання загальних принципів розробки бізнес-процесів в масштабах всього підприємства.

Модель eTOM забезпечує базис для розуміння і управління портфелями IT-додатків з точки зору вимог до бізнес-процесів.

Модель eTOM дозволяє створювати цілісні і високоякісні послідовності операцій крізних процесів з можливостями для зниження витрат і підвищення ефективності, а також для повторного використання існуючих процесів і систем.

Використання моделі eTOM по всій індустрії підвищить вірогідність того, що стандартні застосування легко інтегруватимуться в IT-інфраструктуру підприємства з меншими витратами, чим додатки, розроблені по спеціальному замовленню.

Перш ніж починати оцінювати і використовувати модель eTOM в діяльності підприємства, дуже поважно підготувати ґрунт, позначити чіткі цілі, щоб визначити дію, яка надасть впровадження.

Як перший крок поважно добитися підтримки впровадження моделі eTOM керівництвом компанії і керівниками ключових підрозділів, оскільки для даного типу аналізу бізнес-процесів і для змін, які можуть статися, потрібна особиста зацікавленість і активна участь тих, кого це зачіпає. З досвіду відомо, що життєво важливим елементом успіху є діставання схвалення і підтримки з боку вищого керівництва.

Крім того, критично поважно ідентифікувати і оцінити область, в якій модель eTOM може принести користь, а також визначити критерії успіху для будь-якого випробування або вживання моделі eTOM, щоб ці результати можна було використовувати для зміцнення довіри, а потім для обґрунтування подальшої роботи.

При використанні моделі eTOM поважно розуміти, що вона забезпечує готову типову модель бізнес-процесів, яка може потребувати коректування для конкретного підприємства, і що її розробка в частині декомпозиції процесів продовжується.

Таким чином, модель eTOM можна безпосередньо використовувати:

- для допомоги в декомпозиції діяльності підприємства (групи і описи процесів моделі eTOM для визначення ролей і обов'язків усередині організації);
- для пошуку рішень від постачальників, що дозволяють ідентифікувати процеси, що автоматизуються, в моделі eTOM для того, щоб:

- отримати переваги за рахунок масштабів в рамках всієї індустрії; прискорити вивід на ринок продуктів;

- забезпечити можливість налаштування і розширення.

Окрім цього, модель eTOM може бути адаптована і розширена з врахуванням специфічних потреб, що існують в конкретній області:

- як базова крапка використовується модель eTOM;

- визначаються додаткові деталі і поправки в областях, специфічних для даного підприємства;

- модель eTOM розширюється для використання в даній компанії;

- щоб вплинути на розробку моделі eTOM, що продовжується, можна взяти безпосередню участь в цій розробці.

Це дозволить:

- поділитися своїми ідеями і отримати необхідну інформацію;

- забезпечити розвиток моделі eTOM відповідно до своїх потреб;

- у максимальній мірі підвищити актуальність галузевих продуктів.

При розширенні і на лаштуванні моделі eTOM можна використовувати декілька стратегій:

Від низу до верху:

- спочатку створюються описи існуючих бізнес-процесів підприємства;

- потім описуються існуючі послідовності бізнес-процесів відображуються на модель eTOM;

- на завершення створюється власна декомпозиція бізнес-процесів, відповідно до моделі eTOM.

Зверху вниз:

- виконується декомпозиція процесів eTOM на складені процеси, щоб розкрити більше деталей;

- визначаються послідовності процесів, щоб скомпонувати процеси;

- виконується об'єднання декомпозиції і послідовностей процесів, щоб повністю описати протікання процесів в кожній області процесів.



При необхідності цей метод можна продовжити далі для здобуття деталей на нижчих рівнях.

Використовуваний метод може бути скоректований у кожному конкретному випадку. Досвід показує, що перш ніж приступати до повної розробки наступного рівня деталізації, поважно погоджувати і затвердити досягнутий рівень декомпозиції і аналізу (звичайно, може бути корисно трохи «заглянути вперед», щоб переконатися в тому, що поточний рівень деталізації є життєздатним).

Архітектура бізнес-процесів eTOM об'єднує декілька компонентів. Повний набір документів по моделі eTOM включає:

- основний документ (Gb921), який забезпечує загальне уявлення про Архітектуру бізнес-процесів eTOM як з точки зору діяльності усередині одного підприємства, так і з точки зору взаємодії між підприємствами. Крім того, в цьому документі описуються основні структурні елементи і підхід;

- доповнення (Gb921d), в якому описуються процеси і підпроцеси підприємства оператора послуг в низхідному, центричному для клієнта і потоковому вигляді. Декомпозиція процесів приводиться для всіх процесів з самого верхнього концептуального рівня структури eTOM до рівня деталізації, погодженого для використання в індустрії;

- доповнення (Gb921f), в якому описуються вибрані послідовності процесів на декількох рівнях деталізації і дається повне уявлення про вживання eTOM;

- доповнення (Gb921b), в якому описуються наслідки і вплив інтернету-бізнесу на операторів послуг і їх відношення з іншими підприємствами, а також описується, як модель eTOM забезпечує їх підтримку, включаючи опис обробки взаємодій між підприємствами в моделі eTOM. З даним доповненням пов'язана окрема вказівка по вживанню (Gb921c), в якому описується карта бізнесу-операцій (Business Operations Map) для процесів, що мають відношення до взаємодії між підприємствами;

- окрема вказівка по вживанню (Gb921l), в якому показується, як можна використовувати TOM для моделювання процесів ІТІЛ;

– доповнення (Gb921t), не включене в документацію Gb921 v4.0 на момент виходу версії, яке описує схему відповідності між eТОМ і функціями ІТУ-Т М.3400;

– доповнення (Gb921p), не включене в документацію Gb921 v4.0 на момент виходу версії, яке забезпечує попереднє ознайомлення з моделлю eТОМ для нових користувачів.

Мета оцінки eТОМ — досліджувати рівень зрілості процесу в межах організації і рівень відповідності архітектури процесу структурі eТОМ, а також визначити, наскільки складно її проектувати на eТОМ. Тут ми виділяємо три рівні зрілості організації:

#### Незрілість процесів.

В незрілих організаціях роботи, найбільш важливі для реалізації місії компанії, управляються слабкими процесами. У різних бізнесі-одиницях використовуються самі різні процеси, що спираються на різні концепції і що використовують різну термінологію для опису одних і тих же об'єктів і понять. Ефективність процесів, найважливіших з точки зору місії організації, часто залежить від співробітників — «героїв». Це ті небагато, хто розуміє, що і як потрібно робити для забезпечення безперебійної роботи організації.

Як правило, найважливіші крізні (end-to-end) процеси не мають власників, і зв'язок між різними етапами одного і того ж процесу в місцях стиковки часто опиняється слабким, оскільки відповідальність за процес переходить від одного підрозділу до іншого.

#### Зрозумілість процесів.

В організаціях, де процеси зрозумілі, усвідомлюють необхідність крізного управління цими процесами. Зазвичай процеси досить добре документовані на основі стандартного шаблону, хоча для різних процесів використовується різна термінологія. У компанії може існувати повний опис процесів, при цьому значна частина організації необізнана про таку структуру.

#### Верховенство процесів.

В організаціях, де процеси займають очолюючу роль, існує набір процесів для всіх сторін бізнесу, найбільш важливих з точки зору місії організації, і кожен з них спроектований на загальнокорпоративний ланцюжок процесів. Процеси тут документовані на основі стандартного шаблону, і для опису процесів використовується загальний термінологічний словник. Кожен ключовий для бізнесу критичний процес має власника або певний регламент передачі володіння між етапами процесу, з чітко формалізованими процедурами ескалації відповідальності при вирішенні конфліктів. Ефективність визначається для всього процесу в цілому, і відповідальність за ефективність процесу лежить на керівниках, що входять в раду директорів організації.

#### Проведення оцінки eTOM

Оценка eTOM включає три головні аспекти:

- проведення інтерв'ю, які використовують для того, щоб зрозуміти, яким бачиться місце eTOM в роботі по опису процесів організації;
- детальне опрацювання найважливіших процесів, необхідне для того, щоб зрозуміти, наскільки точно слід описувати процеси. Це має на увазі також проектування цих процесів на процеси eTOM другого і третього рівня.
- щоб оцінити міру зрілості процесів в організації, необхідний також аналіз методології розробки процесу і управління змінами. У всіх трьох випадках впродовж всього процесу оцінки поважно забезпечити в масштабах організації повноцінну участь фахівців з архітектури процесів.

#### Методологія розробки процесів.

При проведенні оцінки поважно приділити увагу не лише проектуванню архітектури процесів на eTOM, але також і внутрішнім процесам (для їх опису і зміни). Зріла методологія розробки процесів, підтримувана в міру необхідності тими або іншими інструментами, — вельми істотна частина загальної зрілості процесів в організації.

Інколи інструментам моделювання ланцюжків процесів приділяється надмірна увага. Потрібно, проте, пам'ятати про те, що інструменти — це не чарівна

паличка, що дозволяє організації миттєво досягти зрілості процесів. Вони просто допомагають ефективно використовувати існуючий рівень зрілості процесів.

На цьому етапі оцінки слід звертати увагу не лише на підходи до моделювання процесів, але також на методологію обліку вимог і забезпечення прив'язки до загальної методології розробки рішень.

Рекомендації за оцінкою.

еТОМ Рекомендації відносно оцінки еТОМ можна розбити на три основні категорії:

- рекомендації по структурі процесів;
- рекомендації відносно інструментів, стандартів і методології опису процесів;
- рекомендації, що стосуються організації і дій керівників.

Після виконання проектування використовуваних компанією процесів на карту еТОМ рекомендації по структурі процесів переходять на рівень опису процесів. Компанії часто виявляють, що у них є декілька процесів високого рівня, які покривають широку зону відповідальності. Якщо кожен такий процес розділити на декілька дрібніших, управління і призначення власників процесів істотно спроститься.

Важлива проблема при виконанні оцінки — наявність інструментів, необхідних для аналізу процесів. Слід зауважити, що питання про вибір таких інструментів ставиться лише після того, як організація з'ясує собі сенс поняття зрілості процесів і визначить в її відношенні свої цілі. І звичайно, вибір інструментів не є самоціллю: це саме ті інструменти, якими організація користуватиметься для досягнення своїх цілей.

TM Forum не пропонує і не рекомендує які-небудь конкретні інструменти; вона прагне розробити такі моделі і артефакти, які можна було б використовувати в різних середовищах проектування. Проте підтримка стандартизованого або загального методу інформаційного обміну за допомогою наявних інструментів для аналізу процесів ведеться, але носить обмежений характер. Зокрема, для розробки моделі процесів еТОМ широко використовується інструмент Casewise Corporate

Modeler — особливо групою розробки eTOM організації TM Forum. Широко застосовуються і такі інструменти, як Popkin System Architect (куплений компанією Telelogic) і Automagic Enterprise Archflect.

Для обміну інформацією в ієрархічній моделі процесів (hierarchical process model information) в межах eTOM використовується звичайний інструмент, але, доклавши певні зусилля, таку інформацію можна передавати і уручну. Проте в даний час TM Forum прагне якнайширше використовувати eTOM, зокрема для розробки ланцюжків процесів за допомогою елементів процесів eTOM, тому інформація про процеси стає усе більш складною, а ручна обробка і повторне введення цієї інформації уручну — все менш привабливі. Отже, зростає потреба в інструментах, відповідних для моделювання процесів і забезпечуючих автоматичний імпорт даних моделювання відповідно до eTOM або за допомогою інших засобів.

В зв'язку з цим слід зазначити, що TM Forum і група eTOM вивчають можливість використання прийнятої в галузі системи позначень при моделюванні, наприклад нотації управління бізнес-процесами (business process management notation, BPMN), в майбутніх версіях eTOM.

## **2.5 Роль OSS/BSS в діяльності оператора зв'язку**

Телефонні компанії, як правило, були в будь-якій країні найбільшими працедавцями. Коли в галузі з'явилися перші комп'ютери, їх стали використовувати для операцій, що повторюються, пов'язаних з пакетною обробкою даних, наприклад для проведення розрахунків. Комп'ютери застосовувалися для підтримки ручних операцій, звідси з'явилося поняття «Системи операційної підтримки» (OSS) — на відміну від «системи підтримки бізнесу» (BSS), спочатку використовуваної для виконання таких робіт, як нарахування заробітної плати і тому подібне. Комп'ютерів в галузі ставало все більше, їх освоювали все нові відділи компаній для виконання конкретних завдань.

У міру зростання асортименту і об'ємів послуг устаткування ставало усе більш складним, і число комп'ютерів в мережах збільшувалося. У деяких системах підтримки вони використовувалися тисячами, причому в одній і тій же мережі могли розміщуватися буквально всі типи існуючих операційних систем, баз даних, структур даних і методів зв'язку.

Багато систем були внутрішніми розробками різних лабораторій і IT-відділів. Як правило, вони призначалися для підтримки конкретного процесу або оператора, що надає конкретну послугу. Внести зміни до системи було надзвичайно складно і вимагало часу.

Лише небагато фахівців з архітектури інформаційних систем і мрійники побачили необхідність кризової автоматизації процесів. Інфокомунікаційна галузь процвітала, і тому мало хто з топ-менеджерів компаній-операторів усвідомлював потреба в тому, що передивляється і уніфікації принципів ведення бізнесу. Проте у міру того, як в галузі відбувалася комерційна революція, розвивався мобільний зв'язок, оператори переходили на цифрові технології і новий вигляд послуг, і, як результат конкурентної боротьби, спостерігався переділ ринків, — майже всі ці фрагментарні і неефективні системи OSS і BSS тихо припиняли своє існування.

На початку нового століття помилковість такого підходу стала очевидною, оскільки в інфокомунікаціях стався найглибший за всю історію галузі спад. Курс акцій на фондових біржах нестримно падав, в балансових звітах фігурували величезні збитки і майже півмільйона чоловік в галузі втратили роботу. Нарешті, економічні реалії показали, що не можна вижити на ринку XXI століття, використовуючи модель XX століття, що діє.

Концептуальний проект «Ефективного оператора XXI століття» передбачає високий рівень автоматизації процесів, обслуговування і самообслуговування клієнтів, а також різке зниження експлуатаційних витрат і гнучкість бізнесу. Для цього потрібно було створити єдину структуру систем і процесів, яка дозволяла б операторам планувати перехід до нової робочої моделі з високою мірою інтеграції і автоматизації. У зв'язку з цим в рамках організації Telemanagement Forum була розроблена програма New Generation Operations Systems and Software (NGOSS). Ця

програма є інтегрованою сукупністю структур, що охоплює бізнес-процеси, інформацію і дані, інтеграцію систем і додатків і відповідну для будь-яких систем, використовуваних оператором, — як OSS, так і BSS.

Цей проект описував світ, в якому майже всіма бізнес-процесами управляють автоматизовані системи і співробітники звільнені від рутинних операцій: замість цього вони працюють безпосередньо з клієнтами або розробляють нові послуги.

Одна з доріг розвитку бізнесу операторів зв'язку – оптимізація діяльності відповідно до міжнародних стандартів Telemanagement Forum (TMF), що не так давно з'явилися, роль яких, поки що недостатньо усвідомлена і оцінена операторами. Системи OSS/BSS повинні упроваджуватися лише на основі побудованої моделі процесів оператора зв'язку і бути на поверхні великої роботи по організації діяльності компанії і вибору пріоритетів. Лише в цьому випадку можна розраховувати на успіх.

Розглянемо практичний підхід до впровадження систем OSS/BSS з точки зору розвитку бізнесу оператора зв'язку та взаємозв'язок між послугами NGN системами OSS/BSS. Автоматизація і оптимізація процесів – не самоціль, а засіб підвищення доходів, скорочення витрат, термінів виведення послуг на ринок. Орієнтація на клієнта – головний вектор операторського бізнесу.

Під поняттям клієнтоорієнтованість мається на увазі формування зовнішньої і внутрішньої діяльності оператора, націленої на надання клієнтові необхідного йому набору послуг за найменший час з необхідною якістю. При цьому мета оператора зв'язку, в трактуванні голови TMF Д. Уїллетса, – «отримувати більше, вкладати менше».

Для цього потрібно виконати такі завдання:

- підвищити якість та швидкість впровадження нових послуг;
- збільшення ділової активності (фінанси, партнерські стосунки, маркетинг та нові бізнес-моделі на ринку);
- покращити якість обслуговування клієнтів і, отже, лояльність клієнтів;
- зменшити експлуатаційні витрати.

Передбачимо, оператор побудував мережу наступного покоління (NGN) або збирається надавати нові послуги на базі існуючої мережі, або у нього недостатньо добре, на його думку, йдуть продажі «старих» послуг і він вирішив упровадити систему стосунків з клієнтами (CRM). Для цього йому необхідно представити і організувати відповідні процеси як усередині компанії, так і зовні.

Організація процесу надання послуг нового покоління оператором зв'язку складається з чотирьох етапів:

1. Класифікація послуг, що враховує особливості маркетингової стратегії оператора зв'язку.

2. Визначення і опис кризних процесів надання послуг, вироблення ключових показників (метрик) процесу надання послуги відповідно до стратегічних цілей компанії.

3. Оптимізація процесів з врахуванням їх вартості і необхідної мотивації персоналу.

4. Автоматизація процесів з використанням інформаційних систем класу OSS/BSS (починаючи з постановки системи CRM) з чітко визначеними пріоритетами їх впровадження і принципах взаємодії між собою.

Міжнародною організацією TMF визначений підхід до класифікації послуг, в рамках якого розрізняють два поняття – product і service. Виходячи з практики, що склалася в операторів зв'язку, під послугою зв'язку пропонується розуміти продукт, що надається оператором зв'язку клієнтові, а під сервісом мережі (службою мережі) – сукупність можливостей мереж зв'язку, що дозволяють технічно реалізувати послуги зв'язку. Надання послуги зв'язку (продукту) завжди включає сервіс мережі. Такий підхід дозволяє чітко розмежувати вимоги до послуги зв'язку і сервісу мережі і при цьому враховувати складну складену структуру послуг NGN.

Для класифікації послуг зв'язку (продукту) і сервісів (служб) мережі доцільно використовувати семирівневу модель OSI, яка є універсальною моделлю побудови і взаємодії інформаційних систем, але не зовсім звична для традиційних зв'язківців. Багаторівнева класифікація відображає залежність, тобто причинно-наслідковий



зв'язок послуг і сервісів мережі. Наприклад, надання таких різних послуг, як інтелектуальні (IN) або послуги доступу з технології ADSL, формується на базі ресурсів і сервісів телефонної мережі. Відповідно процеси, що описують надання послуг IN або ADSL, містять в собі елементи процесів надання послуг доступу до ТФОП. Таким чином, класифікацію, прив'язану до рівнів моделі OSI, слід використовувати як орієнтир при описі процесів надання послуг з врахуванням понять послуга зв'язку і сервіс мережі.

Одним з важливих етапів в організації процесу надання послуг NGN є формалізований опис процесів надання послуг, що включає, як правило, побудову графічних схем, званих діаграмами динаміки процесів. Лише після формалізованого опису процесів надання послуг можна говорити про їх оптимізацію і автоматизацію. Відповідно, результати оптимізації і автоматизації процесів безпосередньо залежать від правильності формалізованого опису процесів.

При цьому має сенс використовувати наступні терміни і визначення:

Процес (process) – систематичний, впорядкований набір функціональних дій, ведучих до певного результату. Іншими словами, процес — послідовність зв'язаних дій або завдань, необхідних для здобуття результатів або продуктів.

Оптимізація процесів ~ постійна діяльність, що включає підвищення продуктивності процесу, скорочення часу і вартості процесу з одночасним підвищенням його якості.

Автоматизація процесів – використання для оптимізації процесів інформаційних систем, впровадження яких, як правило, приводить до зміни цих процесів.

Формалізований опис процесів надання послуг, на наш погляд, повинен ґрунтуватися на моделі eTOM, частиною розробленої TMF концепції NGOSS, що є (побудови систем і програмного забезпечення підтримки експлуатації мереж NGN, і що є еталонною картою основних, управлінських і допоміжних процесів інфоунікаційної компанії.

Модель eTOM, що деталізує опис процесів до 3-го рівня, визначена Рекомендаціями M.3050.x ITU-T, заснованими на стандарті eTOM v4.0 (04/04) TMF. Стандартизація моделі eTOM має динамічний характер, і останньою версією на даний момент є eTOM v4.5 (12/04). Одне з достоїнств моделі eTOM – використання при розробці структури опису процесів поняття глибина опису процесу, якому відповідає певний рівень декомпозиції (деталізації).

Оптимізація процесів проводиться на основі певних, заздалегідь встановлених критеріїв: вартість процесу, час, якість, ризики і так далі. При цьому критерії оптимізації для різних процесів можуть бути різними.

Результатом оптимізації процесів поряд із зміною порядку взаємодії структурних підрозділів компанії може бути виявлення необхідності автоматизації процесів з використанням систем класу OSS/BSS.

Використовуючи аббревіатури OSS/BSS, необхідно мати на увазі невідповідність вживання деякими вендорами понять OSS і BSS визначенням, розробленим TMF: OSS – системи, що підтримують операційні процеси моделі eTOM; BSS – системи, що підтримують процеси стратегії, інфраструктури і продукту моделі eTOM.

В той же час сьогодні більшість операторів і інтеграторів під системами OSS фактично розуміють системи управління мережами і елементами мережі, облік ресурсів мережі, боротьбу з шахрайством і так далі. Автоматизація ж всіх останніх операційних процесів (взаємодія з клієнтами, білінг, взаємодія з партнерами), на їх думку, закривається відповідними системами CRM, АСР і ERP, «які, як з'ясовується, не зовсім справедливо відносять до класу BSS.

Для зміни ситуації, що склалася, необхідна регламентація моделі eTOM вітчизняними нормативними документами, що особливо актуально для опису термінів і визначень, вживаних в моделі eTOM.

Як правило, на даний момент конкретне ПО конкретного виробника може не підпадати під певну модель і вирішує завдання автоматизації суміжних процесів або процесів, взагалі не співпадаючих з моделлю eTOM. Але більшість провідних виробників систем OSS/BSS беруть участь в розробках TMF і прагнуть до

стандартизації свого ПО. Тому надалі, при виборі ПО операторові зв'язку необхідно враховувати міру прихильності виробника ПО стандартах моделі eTOM. Інакше компанії загрожують повна залежність від даного виробника і складність інтеграції з інформаційними системами інших виробників.

Кажучи про оптимізацію і автоматизацію процесів, необхідно ще раз підкреслити: оптимізація і автоматизація процесів – це не мета, а засіб досягнення вимірних цілей, таких як підвищення доходів, скорочення термінів виводу на ринок нових послуг і виконання замовлень, зниження неефективних витрат.

Впровадження інформаційних систем повинне здійснюватися з чітко певними пріоритетами і принципами взаємодії їх між собою, необхідний «задаючий» вектор. Ключовим пріоритетом є клієнтоорієнтованість оператора зв'язку. Сегментація клієнтів і їх вимог до послуг, що надаються, робить визначальний вплив на організацію процесу надання послуг.

Підхід до визначення пріоритетів впровадження інформаційних систем для оператора зв'язку показаний на рис. 2. Багато операторів зв'язку при впровадженні послуг NGN відштовхуються від технології і тільки потім замислюються, як надавати послуги. При виборі технологій і елементів NGN поважно не лише зрозуміти, які послуги надаватимуться, але і як вони надаватимуться. Наприклад, наскільки система управління вирішеннями даного виробника NGN функціональна і в якій мірі вона дозволяє інтегруватися з системами CRM і АСР.

У такому цілісному баченні розглядається створення і впровадження будь-якої інформаційної системи, що відповідає завданням бізнесу оператора зв'язку, а не технологічним особливостям побудови мереж оператора. Даний підхід є основоположним, оскільки націлений на задоволення вимог клієнтів і дозволяє визначити ефективність від впровадження будь-якої системи класу OSS/BSS.

Згідно з концепцією TMN модель управління можна представити як сукупність великої кількості процесів, взаємозв'язаних у межах кожного рівня моделі (по горизонталі), а також між рівнями (по вертикалі). Запропоновано класифікацію процесів діяльності, які є сферою управління, орієнтуючись при

цьому на кінцеву мету діяльності оператора – надання інфокомунікаційної послуги споживачеві [1]:

1. Горизонтальні потоки процесів:

- робота з споживачами;
- проектування та розвиток інфокомунікаційних послуг;
- управління елементами мереж та мережами.

Кожний з цих горизонтальних потоків процесів складається з окремих взаємозв'язаних підпроцесів.

2. Вертикальні потоки процесів:

- виконання послуг, спрямованих на надання послуг за запитом споживачів, планування та розвиток послуг і технічних засобів;
- забезпечення послуг, тобто забезпечення своєчасного реагування на запит послуги, обслуговування технічних засобів і вирішення проблем як споживача, так і технічних проблем, що виникають на мережі;
- розрахунки за послуги, а саме: своєчасне і точне нарахування плати за послуги на основі визначених тарифів, виписування рахунків, збирання оплати тощо.

Потоки вертикальних процесів використовують підпроцеси горизонтальних процесів.

Крім названих ключових процесів, невід'ємною складовою діяльності оператора телекомунікацій є наступні процеси:

- управління взаємодією з споживачами (а також з іншими операторами, відносно яких оператор сам може бути споживачем, постачальником послуги або партнером у спільному наданні послуги споживачеві);
- процеси управління інформаційними системами, які забезпечують взаємодію між процесами та підпроцесами.

Перейдемо до розгляду моделі процесів діяльності оператора телекомунікацій, використовуючи запропоновану класифікацію.

Останнім часом питання впровадження систем підтримки операційної діяльності і бізнесу (OSS/BSS – Operations/business Support System) викликають

значний інтерес. Дана доповідь продовжує і розвиває цю тематику. У ній даються рекомендації по впровадженню систем підтримки, формуються проблеми, що виникають при цьому, вказуються дороги їх рішення. При його підготовці використані документи міжнародних організацій, вітчизняний і міжнародний досвід.

1. Підготовлений в кінці 2004 р. британською аналітичною компанією Analysys Research звіт називає дві найважливіші причини, чому багато проектів впровадження OSS не дали найкращих результатів: 1) ці проекти не вважаються настільки важливими, щоб до них залучалося вище керівництво; 2) впровадження OSS не ув'язується із стратегічними цілями бізнесу. Існуючий досвід також підтверджує справедливість цих висновків. Тому при розробці проектів слід дотримуватися принципу зверху «вниз» (як організаційно, так і методологічно).

2. Перш ніж ставити питання про впровадження нових систем необхідно провести опис і при необхідності реінжиніринг процесів. Це передбачає аналіз існуючого положення справ («як є») і вироблення рекомендацій по раціональній організації процесів («як повинно бути»). При цьому визначаються учасники процесів, їх функції, порядок їх взаємодії. Популярне гасло часів впровадження АСОВІ не «можна автоматизувати безлад» не втратив своєї актуальності.

3. Загальновизнаною основою для систематизації процесів операторів зв'язку є eTOM (Enhanced Telecommunications Operations Map – розширена схема телекомунікаційних дій / операцій /). Краще всього суть eTOM виражена в її підзаголовку: «Загальна схема бізнес-процесів для надання інформаційних і комунікаційних послуг». Вона розроблена Форумом управління телекомунікаціями (Telemanagement Forum, TMF) і прийнята МСЕ-Т (група рекомендацій М.3050, всього 8 документів). В даний час перекладом eTOM займаються різні організації. На жаль, ця робота ведеться неузгоджено. В результаті ставиться під загрозу одне з основних призначень eTOM – служити спільною мовою в спілкуванні між різними організаціями.

4. eTOM – частина TMF програми NGOSS, що розробляється (New Generation Operations Systems and Software). Вона включає також загальну модель інформації

і даних (Shared Information and Data Model, SID), мета якої – уніфіковане представлення даних для обміну інформацією і її спільного використання різними підрозділами оператора зв'язку. Вона охоплює всі сторони діяльності і всі стадії життєвого циклу. Ще один елемент NGOSS – технологічно нейтральна архітектура (Technology Neutral Architecture). Її вживання повинне сприяти інтеграції готових вирішень OSS/BSS. У ній визначаються прикладні програмні інтерфейси (Application Programming Interface, API), механізми зв'язку між системами і інші подібні питання.

5. Після опису процесів оператора зв'язку на загальній схемі треба відобразити процеси, охоплені наявними системами підтримки, і взаємодію між ними. Лише після цього можна приступати до визначення тих процесів, які в першу чергу потребують вдосконалення і автоматизації. Загальна класифікація систем підтримки також заснована на eTOM. Як визначається в Глосарії TMF, OSS – система, що підтримує операційні процеси, BSS – процеси з області «Стратегія, інфраструктура і продукт». Окрім них для процесів управління підприємством також вводиться поняття відповідної системи підтримки – ESS (Enterprise Support System). Такого розуміння і варто дотримуватися при віднесенні тієї або іншої системи до класу OSS або BSS. В даний час TMF веде роботу над схемою додатків (Application Map), спеціально призначеною для систематизації використовуваних операторами зв'язку прикладних систем.

6. При описі і автоматизації процесів поважно правильно розставити пріоритети. Інший раз основна увага приділяється процесам управління підприємством, в найменшій мірі що відображає галузеву специфіку, а для операційних процесів робота відкладається на невизначений термін. Тим часом саме ці процеси реалізують основні функції оператора зв'язки, ради яких він і існує. Далі, при всій важливості процесів прийому і обробки замовлень, CRM, білінга, не можна забувати про необхідність забезпеченні якості обслуговування, що вимагає адекватної підтримки відповідних експлуатаційних процесів, охоплених вертикальною групою «Забезпечення» (Assurance) eTOM.

7. В даний час багато операторських компаній займаються створенням і сертифікацією систем менеджменту якості (СМК) по стандартах ІСО 9000 : 2000. Один з основних принципів при цьому – вживання процесного підходу. Для того, щоб створення СМК не обмежалося чисто формальними процедурами, а привело до її реального використання і поліпшення роботи підприємства, необхідно щоб процеси, що описуються в СМК, відповідали реальним завданням оператора. Для ідентифікації таких процесів немає сенсу займатися самодіяльністю і «винаходити велосипед», а варто скористатися досвідом провідних світових фахівців, сконцентрованим в еТОМ. Там можна знайти всі категорії процесів, необхідних для СМК відповідно до ГОСТ Р ІСО 9001–2001 (управлінській діяльності керівництва, забезпечення ресурсами, життєвого циклу продукції і виміру).

8. Опис і моделювання процесів вимагає вживання відповідного інструментарію. Найбільш поширеними засобами для цього є ARIS. Кожен з цих засобів має свої достоїнства і своїх прибічників. В той же час, слід зазначити, що Corporate Modeler використовується ТМФ, через що є рідним середовищем для еТОМ. Крім того, модель еТОМ входить до складу цього програмного комплексу.

9. Жодна система підтримки, жоден комплекс продуктів одного постачальника не можуть охопити вирішення всіх завдань оператора, через що неминуче співіснування і взаємодія систем різних виробників. Як показує досвід найбільших світових операторів зв'язку, на інтеграцію різних OSS/BSS вирушає половина всіх засобів, що витрачаються на впровадження. Тому поважно із самого початку закладати можливості такої інтеграції, віддаючи перевагу рішенням, наступним міжнародним стандартам, що підтримують відкриті інтерфейси.

10. Розробку API між OSS веде «Ініціатива OSS за допомогою Java» (OSS through Java Initiative, OSS/j). Ця організація активно взаємодіє з ТМФ, і її розробки є на сьогоднішній день єдиною реалізацією NGOSS. У основі рішень OSS/j лежить J2ee (Java 2 Platform, Enterprise Edition). В даний час це єдина відпрацьована і універсальна платформа, що дозволяє ефективно розробляти складні розподілені системи з використанням компонентного підходу. Вона сумісна з іншими технологіями, зокрема, забезпечує підтримку CORBA і web-сервісів. Складений

OSS/j список базових API налічує 24 найменування. Вони розбиті на групи, в кожному з яких включені близькі API, що описуються загальними специфікаціями. Вже прийнятий ряд специфікацій, ще над декількома ведеться робота. Всі документи вільно поширюються і можуть безкоштовно використовуватися будь-яким розробником. Реалізовані в конкретних продуктах API можуть пройти сертифікацію на відповідність вимогам OSS/j.

Апробація перших розроблених в рамках цієї ініціативи інтерфейсів проводилася декількома крупними операторами. Випробування пройшли успішно, і в даний час ці оператори заявили, що відповідність інтерфейсів специфікаціям OSS/j стає ключовим чинником при оцінці і виборі OSS.

11. Повноцінне вживання систем підтримки неможливе без розробки тих, що регламентують їх використання процедур. Вони повинні знайти своє віддзеркалення у відповідних інструкціях, положеннях, стандартах підприємства і інших подібних документах.

12. Для опису процесів і впровадження систем підтримки має бути сформована відповідна команда. Цю роботу не можна повністю віддавати «на сторону». Рішення, розроблені зовнішніми консультантами «під ключ», як правило, погано враховують реальну ситуацію і не дають бажаних результатів. Тому в роботі обов'язково повинні брати активну участь співробітники самої операторської компанії. Бажано, щоб робочу групу очолював хтось з її вищого керівництва. Постійне ядро колективу можуть скласти фахівці відділу інформаційних технологій, до яких в міру необхідності підключатимуться співробітники основних функціональних підрозділів.

13. Вельми бажано, щоб керівники і фахівці, що беруть участь в проекті, пройшли відповідне вчення. Воно повинне включати вивчення документів TMF, MCE-T і інших міжнародних організацій; методології опису і моделювання бізнес-процесів; доступного досвіду реалізованих проектів.

14. Не менш важливий людський чинник і при подальшій експлуатації у проваджуваних систем. Для цього потрібно виділити і підготувати відповідний



персонал, дати йому необхідні повноваження. Доцільно хоч би часткова участь цих співробітників на ранніх стадіях робіт по вибору і впровадженню системи.

15. Сказане вище зовсім не заперечує доцільність залучення до роботи зовнішніх консультантів. Навпаки, їх участь вельми бажано. Воно дозволить привнести в роботу знання і досвід, які не вистачає усередині операторських компаній. Крім того, завжди корисно поглянути на ситуацію свіжим поглядом, не прив'язуючись до стереотипів, що склалися в компанії. Проте поважно, щоб консультанти були не лише експертами по інформаційних технологіях або моделюванні бізнес- процесів, але і знали наочну область, тобто зв'язок.

16. Розглянута тут діяльність – не разова кампанія, а постійний процес. Життя не стоїть на місці. Нагромаджуваний досвід, нові послуги і технології, нові стандарти і нормативні документи, що з'являються на ринку продукти, – все це слід вивчати і відображати у відповідних документах, які повинні своєчасно оновлюватися.

## **2.6 Динамічна модель процесів діяльності оператора телекомунікацій**

Динамічну модель процесів діяльності оператора телекомунікацій, що ілюструє взаємозв'язки між горизонтальними та вертикальними потоками процесів (для кожного процесу вказані підпроцеси), а також дає уявлення про динаміку потоків діяльності, зображено на рис. 2.6.

У цій моделі використовуються рівні моделі TMN як ключові процеси діяльності, але на відміну від моделі TMN рівень управління послугою поділений на дві частини: на процес роботи з споживачем і процес проектування та активізації (розвитку) послуги [1].

Подібний розподіл відображує відмінності між процесами, що приводяться в дію потребами окремого конкретного споживача, і тими, що застосовуються до групи споживачів, які замовили конкретну послугу або серію послуг. Він також відображує особливості прямого контакту з споживачем у процесі роботи з ним.

Управління інтерфейсом споживача зображено окремо, тому що залежно від

рішення оператора управління інтерфейсом споживача може здійснюватись у межах окремого підпроцесу роботи з споживачем або в комбінації з одним чи більше підпроцесів роботи з споживачем.

Динамічна модель дає можливість уявити, що вертикальні потоки процесів виконання, забезпечення і розрахунків є наскрізними процесами і складаються з тих самих підпроцесів, що і горизонтальні процеси високого рівня. Всі вертикальні процеси мають інтерфейси з багатьма підпроцесами моделі.

На рис. 2.7 зображено структуру моделі інтегрованої системи управління діяльності оператора [1]. Модель передбачає забезпечення функціонування інфокомунікаційної системи та управління якістю обслуговування і якістю мережі з реалізацією усіх необхідних показників якості системи QoS, передбачених рекомендацією ITU-T E.800.

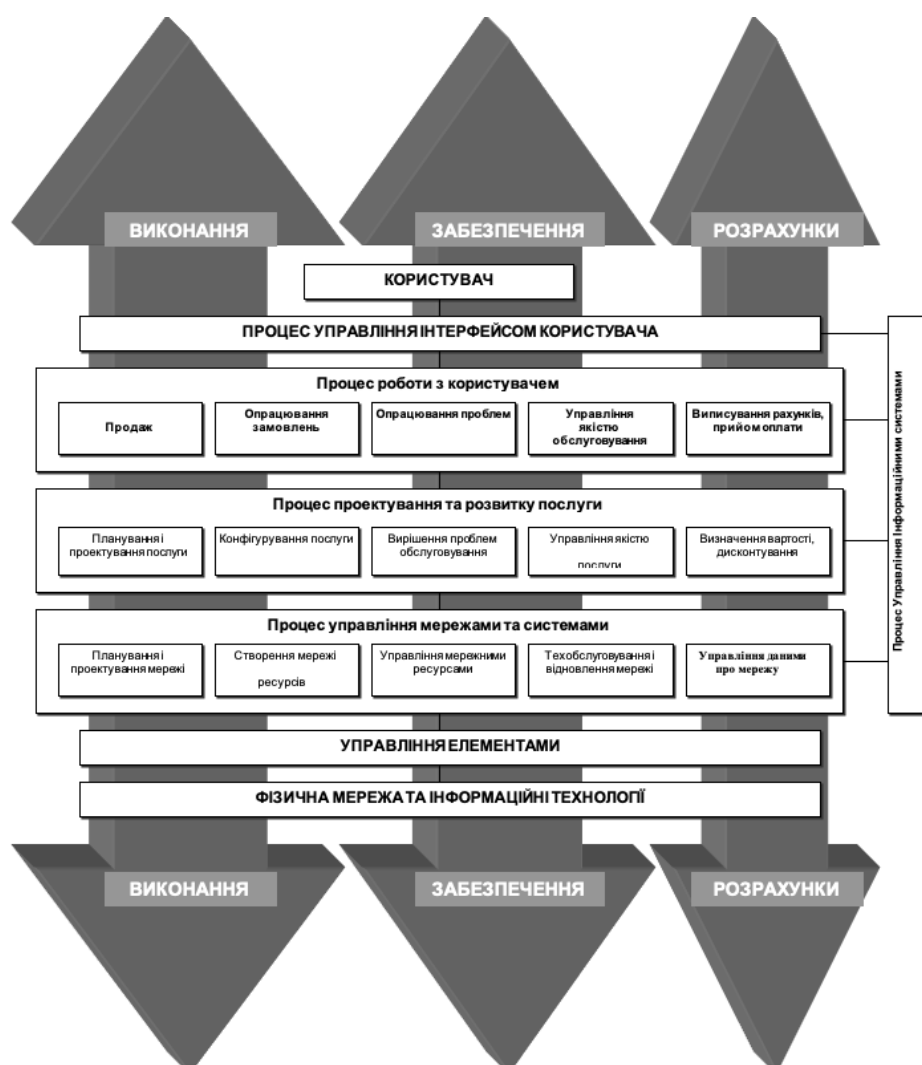


Рис. 2.6 – Динамічна модель процесів діяльності оператора телекомунікацій

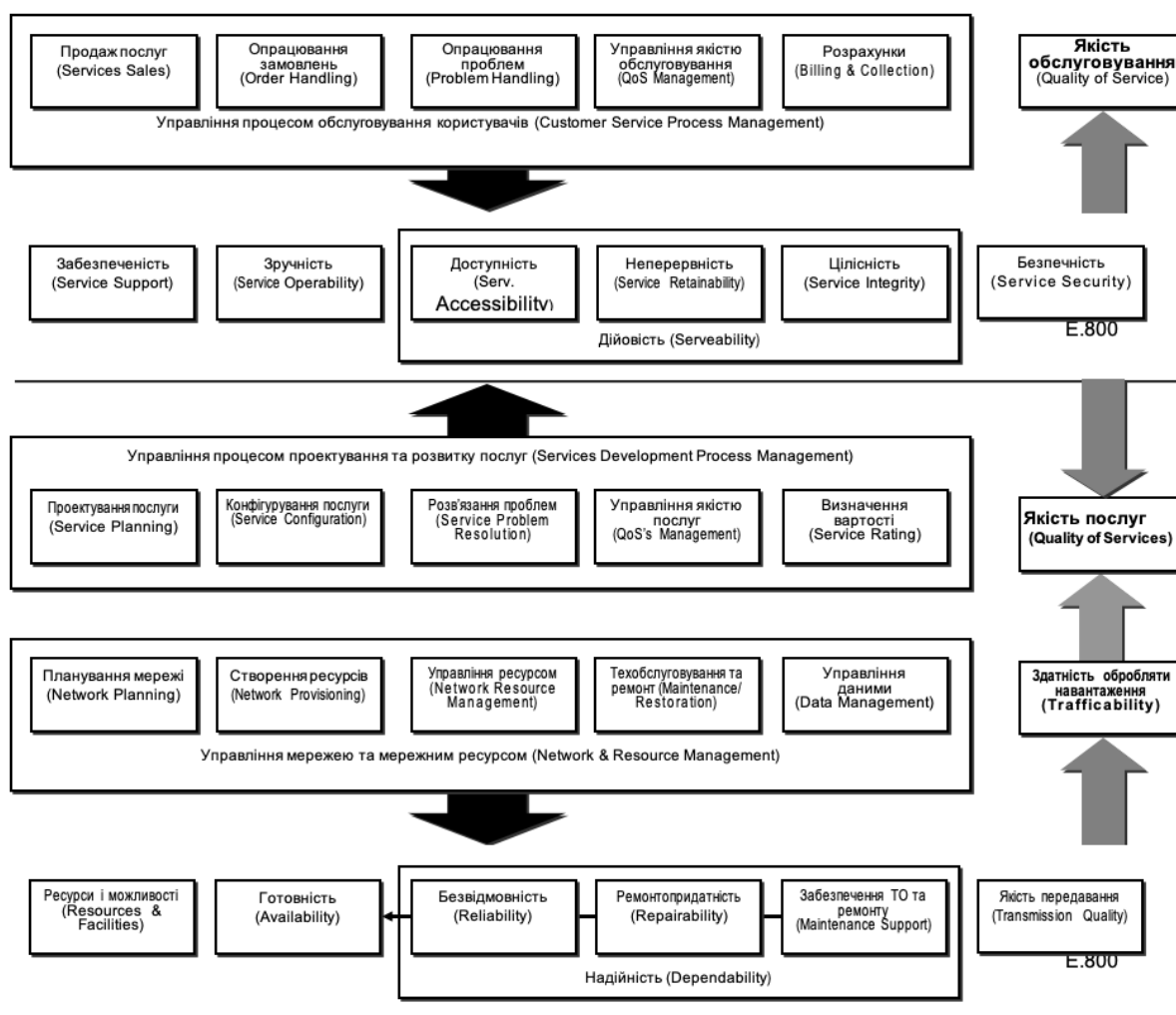


Рис. 2.7 – Модель інтегрованої системи управління діяльністю оператора

Модель інтегрованої системи управління, що зображена рис.2.7, являє собою макроструктуру, оскільки реалізація функцій кожного з підпроцесів управління забезпечується окремими компонентами (мікропроцесами), які можуть бути складовими цього або інших підпроцесів й виконують певні функції. Наприклад, підпроцес планування мережі забезпечується такими складовими мікропроцесами, як моніторинг характеристик існуючої мережі, моніторинг та аналіз трафіка, аналіз проблем на мережі, управління тестуванням мережі, управління персоналом, управління програмним забезпеченням та даними і тощо.

Процес роботи з споживачем відбувається спільно з процесом управління інтерфейсом споживача і реалізує безпосередню взаємодію з кінцевим споживачем для надання (виконання) послуги, забезпечення цього надання і розрахунків за послугу.

Процес управління інтерфейсом споживача може бути принципово самостійним процесом або може виконуватись як частина процесу роботи з окремим споживачем на основі надання певної послуги або групи послуг. Він забезпечує безпосередню взаємодію з споживачем і перетворення запитів споживача у відповідні “дії”, такі, наприклад, як створення заявки, видача квитанції про пошкодження або узгодження рахунку про оплату. Цей процес реєструє контакти з споживачем, спрямовує запити у напрямі відповідних процесів (підпроцесів), відслідковує завершення їх виконання.

У тих випадках, коли споживач одержує безпосередній доступ до системи управління послугами, цей процес забезпечує сумісність систем передавання відповідного виду інформації, а також захист від можливого пошкодження споживачем технічних засобів мережі оператора (або усіх операторів, що беруть участь у наданні послуги). Загальною метою цього процесу є забезпечення постійного і тісного контакту з споживачем, оперативного (своєчасного) реагування на будь-які потреби або проблеми споживача.

Підпроцес продажу стосується вивчення і знання потреб споживачів, навчання їх користуванню інформаційними та телекомунікаційними послугами, що можуть задовольнити ці потреби. Він включає прогнозування попиту на послуги, прогнозування нових видів послуг, які будуть користуватися попитом у майбутньому, роботу щодо узгодження між допустимим строком чекання послуги споживачем і спроможністю оператора телекомунікацій здійснити доставку послуги тощо. Залежно від стану розвитку мережі оператора телекомунікацій, виду послуги, вимог щодо якості послуги тощо. Послуга може бути просто наданою (проданою) споживачеві за запитом, або може потребувати певних дій для підготовки можливості надання цієї послуги. Переговори щодо угод про надання послуг, управління цими переговорами впливають із цього підпроцесу.

Підпроцес опрацювання замовлень передбачає виконання усіх функцій від прийому замовлення споживача на послугу, визначення можливості виконання цього замовлення до перевірки платоспроможності споживача, контролю стану

виконання його замовлення, надсилання повідомлення споживачеві про завершення виконання замовлення та ініціювання процесу виписки рахунку.

Замовлення можуть подаватися на традиційні послуги, нові або змінені послуги; можуть бути модифіковані або змінені.

Підпроцес опрацювання проблем відповідає за приймання повідомлень або скарг від споживачів про відмови, пошкодження, зниження якості послуг тощо, визначення причин, прийняття рішення, відслідковування ходу вирішення проблеми, сповіщення споживача про усунення пошкодження, планування техобслуговування (або його переривання) та сповіщення споживача про це.

Метою цього підпроцесу є забезпечення ідентифікування проблеми та організація її вирішення в найкоротші строки.

Підпроцес управління якістю обслуговування реалізує контроль, управління і звітність про якість обслуговування, яка визначена в описі послуги, в умовах угоди про обслуговування (УПО). Він містить технічні характеристики мережі, а також усі дані про послуги, наприклад, про своєчасно виконані замовлення. Результатами цього підпроцесу є основні (стандартні) та додаткові звіти, що включають заходи щодо підтримання якості обслуговування, технічні характеристики послуги відповідно до УПО, звіти про будь-яку проблему, пов'язану із пропускнуою спроможністю, звіти про варіанти використання послуги тощо.

Підпроцеси виписування рахунків і збирання оплати забезпечує підготовку та надсилання споживачеві рахунків за надані послуги і виконання збору оплати. Крім того, цей підпроцес опрацьовує запити споживача щодо розрахунків і відповідає за вирішення проблем, пов'язаних із випискою рахунків і, якщо існує проблема з випискою рахунків, вирішити її швидко і коректно.

Деякі оператори можуть як послугу виконувати функції виписки рахунків і збирання оплати для інших операторів.

### **2.6.1 Процес проектування та розвитку послуги**

Цей процес є дещо віддаленим від повсякденної взаємодії з споживачем. Головна увага зосереджена на проектуванні, підготовці та впровадженні нових послуг і управлінні якістю та вартістю послуг. Цей процес забезпечує також додаткове проектування послуги для конкретного споживача. Він спирається, звичайно, на досвід процесу роботи з користувачем та отримує інформацію від його відповідних підпроцесів.

Підпроцес планування і проектування послуги, метою якого є швидке розроблення і підготування для розгортання нових послуг, містить такі складові:

- розроблення (проектування) технічних рішень та процедур щодо нових (модернізованих) послуг, яких потребує ринок;
- забезпечення встановлення послуги та її тестування, забезпечення контролю якості;
- ініціювання відповідних модифікацій процесу, а також забезпечення підвищення рівня готовності операційного персоналу, навчання споживача та забезпечення його необхідною документацією;
- ініціювання необхідної модифікації мережі або інформаційних систем для забезпечення надання послуги, проведення відповідного тестування;
- попереднє оцінювання прийнятої ціни на послугу з оглядом на необхідність забезпечення її прогнозованого продажу.

Підпроцес конфігурування послуги містить інсталяцію і/або конфігурування послуги для певних споживачів, включаючи інсталяцію/конфігурування станційного обладнання споживача (за необхідності).

Він також забезпечує реконфігурування послуги (або за вимогою споживача, або для вирішення проблеми, що виникла) після початкової інсталяції послуги.

Метою підпроцесу є забезпечення чіткого і швидкого конфігурування послуги в межах існуючої інфраструктури або з ініціалізацією її перетворення.

Підпроцес вирішення проблем обслуговування включає локалізацію та відокремлення несправностей, що впливають на можливість надання послуги або на її якість, а також дії щодо їх усунення. Зазвичай, несправності, зареєстровані в

цьому процесі, стосуються багатьох споживачів. Дії щодо усунення причин можуть включати негайне реконфігурування або інші коригуючі дії. Можуть знадобитись довгострокові модифікації послуги або мережних елементів, від яких залежить надання послуги.

Загалом метою цього процесу є з'ясування причин, що впливають на надання послуги і проведення відповідних негайних дій або ініціювання дій щодо підвищення якості послуг.

Підпроцес управління якістю послуги забезпечує нагляд за якістю послуги відповідно до класу послуги з метою визначення, чи узгоджуються між собою рівні послуг, чи існують які-небудь загальні проблеми, пов'язані з наданням послуги, чи використовуються дані щодо продажу послуги для відповідного коригування прогнозних показників. Для управління якістю послуг використовують ряд функцій- функції керування якістю послуг.

Метою підпроцесу є забезпечення ефективного нагляду за процесом надання послуги, управління інформацією споживача та інформацією щодо технічних характеристик та параметрів кожної конкретної послуги. Метою також є регулювання рівнів послуги для забезпечення виконання стандартних зобов'язань та зобов'язань за угодою про обслуговування (УПО).

Підпроцес визначення вартості і дисконтування забезпечує застосування правил визначення вартості за даними про користування послугою кожним споживачем, застосування попередньо узгоджених знижок, пільгових знижок і зборів, кредитів, знижок при невиконанні або неповному виконанні угод про обслуговування (УПО), а також прийняття рішень щодо віднесення витрат при неідентифікованому отриманні послуг.

Метою під процесу є конкретне оцінювання вартості надання послуг та правильне застосування знижок, пільг і кредитів.

### **2.6.2 Процес управління системою та мережею**

Цей процес та його складові підпроцеси забезпечують підтримку інфраструктурою мережі надання відповідних послуг із кінця в кінець.

Управління мережею є ключовим об'єднуючим рівнем між рівнем управління елементами і рівнем управління послугами. Його основна функція полягає в зборі інформації із систем управління елементами, наступною їх інтеграцією, визначенням кореляції і, у багатьох випадках, підсумовуванням і групуванням тих даних, що надаються на рівень управління послугою.

Управління мережею є більше, ніж просто узгоджувачий рівень між рівнями управління елементами і управління послугами. Управління мережею має свої власні обов'язки, наприклад, забезпечення мережі й управління відмовами в мережі. Ключовим моментом є те що відповідальність за управління надається рівню, де розташована необхідна інформація, замість того, щоб передавати всю відповідальність на рівень управління послугами.

Підпроцес планування і проектування мережі включає розроблення і прийняття стратегії розвитку мережі, опис її стандартних конфігурацій, інсталяцію і техобслуговування.

Він пов'язаний із оптимальним проектуванням можливостей мережі для забезпечення визначених вимог щодо надання послуг при бажаній вартості та забезпечення того, що мережа буде правильно побудована, знаходитиметься під наглядом і контролем. Підпроцес також відповідає за забезпечення достатньої ємності мережі для задоволення прогнозованого попиту з певним запасом для непрогнозованого.

Підпроцес створення мережних ресурсів реалізує конфігурування мережі, ємність та інші технічні можливості якої мають забезпечувати готовність мережі до надання послуг. Він у разі потреби забезпечує розвиток мережі для задоволення запитів на конкретну послугу та зміни конфігурації для вирішення проблем мережі.

У цьому підпроцесі надаються відповідні ідентифікатори для створення мережних ресурсів та забезпечуються управління і доступність цих ресурсів для інших підпроцесів.

Підпроцес управління мережними ресурсами забезпечує управління всіма технічними засобами (станційними та лінійними, апаратними та програмними), що складають інфокомунікаційну мережу.



Управління починається з інсталяції технічних засобів і включає прийомку їх після налагоджувальних робіт, участь у створенні необхідного запасу змінних частин, забезпеченні тестування в процесі роботи, участь у процесі ремонту тощо.

Підпроцес техобслуговування і відновлення мережі забезпечує технічний стан інфокомунікаційної мережі, необхідний для виконання нею усіх функцій, що, в свою чергу, забезпечують надання послуг з визначеною якістю.

Техобслуговування інфокомунікаційної мережі та її технічних засобів може бути профілактичним (наприклад, заплановане профілактичне техобслуговування) або виконуватись після ремонтних (відновлювальних) робіт.

Підпроцес управління даними про мережу забезпечує збирання даних про технічний стан інфокомунікаційної мережі, використання її ресурсів, проблеми, що виникають у мережі з метою проведення аналізу якісних показників мережі і трафіка. Ці дані можуть бути використані іншими процесами і підпроцесами.

Підпроцес має забезпечувати необхідну інформацію для перевірки виконання угод про обслуговування (УПО), посилати повідомлення в інші підпроцеси при змінах технічного стану інфокомунікаційної мережі, при зростанні трафіка тощо.

## **2.7 Застосування моделі процесів діяльності і автоматизація управління діяльністю**

Під час побудови моделі діяльності конкретного оператора потрібно враховувати чимало різних аспектів та чинників, до яких, зокрема, належать:

- вид (види) інфокомунікаційних послуг, що надаються оператором;
- особливості організаційної структури конкретного оператора;
- особливості технології, що використана при побудові мережі оператора (широкопasmугове передавання даних, мобільний зв'язок тощо);
- особливості технологічних платформ та прикладних систем, що використовуються в системах управління;

– особливості ринку інфокомунікацій у конкретному регіоні (кількість операторів, специфічні особливості взаємоз'єднань мереж тощо).

Прикладом специфічної послуги або технології, що безпосередньо впливає на вид моделі, є управління послугами мобільного зв'язку і, зокрема, управління роумінгом. Роумінг забезпечується укладанням відповідного договору між операторами мобільного зв'язку на національному чи міжнародному рівнях безпосередньо один з одним або через організацію-посередника. Управління угодами про роумінг є комплексним і ґрунтується на взаємодії між усіма рівнями процесів моделі діяльності.

Щоб надати послуги, оператор може вимагати міжмережного з'єднання з одним або більшою кількістю операторів телекомунікацій. При спільному наданні послуг виникає потреба створення інтерфейсів взаємодії на різних рівнях процесів діяльності операторів.

Пункти та межі взаємоз'єднань мереж та взаємодії операторів можуть змінюватись залежно від розміру та складності мережі оператора, технології, що застосовуються, послуги, що надаються (в тому числі від того, якого виду користування є послуга – індивідуального чи колективного, за чиєю ініціативою вона створюється – за замовленням споживача або за власними намірами оператора).

Залежно від організаційної структури окремого оператора автоматизація процесу діяльності може виконуватися різними шляхами. Один оператор може об'єднати надання послуг і техобслуговування з роботою з споживачами, інший може об'єднати надання послуг і техобслуговування з управлінням мережею і системами.

## 3 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОПТИМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

### 3.1 Зовнішні параметри системи управління інфокомунікаційними мережами

Поняття "система управління" адекватне поняттю "велика система", і має такі характерні ознаки [5]:

- багатомірність розмаїття структури;
- багато-зв'язність елементів (взаємозв'язок підсистем на одному рівні та між різними рівнями ієрархії);
- різнорідність бази елементів;
- багаторазовість зміни складу і стану (змінність структури, зв'язків і складу системи);
- багатоплановість.

Оптимізація систем такого типу містить у собі оптимізацію як самої системи управління, так і процесу її проектування. Обидва напрямки оптимізації взаємозалежні. Показники якості розроблюваної системи істотно залежать від оптимальності процесу та строку розробки, засобів устаткування. У свою чергу, час і засоби, затрачені на процес розроблення системи значною мірою визначаються структурою системи та її параметрами. Проте задача одночасного вирішення оптимізації системи управління і процесу її розроблення – складна. Тому в розділі основна увага буде приділена оптимізації системи управління. У процесі розроблення будемо враховувати лише оптимальну характеристику показника вартості –  $C_p$  ( $C_p$  враховує також затрати на проектування).

Знаходженням оптимальної системи управління будемо називати процес синтезу системи. Задача синтезу полягає в знаходженні такої системи управління, яка компромісно оптимізує показники якості при обмеженні вхідних даних та спектра визначених умов. Зазначимо, що синтез системи управління такого типу повинен бути векторним, тобто виконуватися з урахуванням значень сукупності

(векторів) показників якості, включаючи й економічні, які заздалегідь враховані (прогнозуються) в критерії переваги (критерії оптимальності системи).

Синтез інформаційних мереж управління може бути векторним чи глобальним.

Векторний синтез виконує задачу яку можна сформулювати наступним чином. Кожна система  $S$  (кожен варіант побудови системи) характеризується вектором  $K$  ( $k_1, k_2, \dots, k_m$ ) показників якості [2]. Таку задачу називають багатокритеріальною. На відміну від векторного, синтез проведений за одним показником якості, називається скалярним.

Глобальним називається синтез, який виконується з урахуванням всіх суттєвих показників якості, включаючи й економічні [ 2].

Враховуючи векторний синтез потрібно визначити такі значення управляючих змінних  $x \in D$ , які забезпечують одночасно мінімум всіх введених критеріїв оптимальності  $Q_k(x)$ ,  $k=1,2,\dots,s$ . Зазвичай ці критерії суперечливі, оптимізація за кожним з них приводить до різних значень управляючих змінних. 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 приводить до розв'язку задачі багатокритеріальної оптимізації.

Вирішення задачі оптимального синтезу – це процес вибору управляючих змінних  $x$ , що належать допустимій області  $D$  і забезпечують оптимальне значення критерію оптимальності  $Q(x)$  (інакше – цільової функції, критерію ефективності, функції корисності) – характеристики системи управління, за допомогою якої можна визначити найбільш прийнятний варіант побудови системи.

Екстремальне значення критерію оптимальності  $Q(x)$  (кількісне значення) отримується в залежності від конкретного завдання максимуму або мінімуму цієї функції [6].

Критеріїв оптимальності може бути декілька  $Q_1(x), Q_2(x), \dots, Q_s(x)$ , для кожного з них знаходиться вектор  $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , який забезпечує мінімальне (або максимальне) значення критерію оптимальності:

$$Q_i = Q_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i = 1, 2, \dots, m ; \quad (3.1)$$

при рішенні системи нерівностей

$$Q_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0, i = 1, 2, \dots, m , \quad (3.2)$$

$$x_i^- \leq x_i \leq x_i^+, j = 1, 2, \dots, n . \quad (3.3)$$

Отже, розв'язання задачі оптимізації системи управління зводиться до вирішення умови оптимізації – виразів (3.1)–(3.3), тобто до визначення оптимального значення  $x^*$ , що задовольняє нерівностям (3.2), (3.3) та знаходження мінімального (максимального) значення критерію оптимальності.

Для системи управління, наприклад, маємо такі часткові критерії [2]:

$Q_1(x)$  – функція, яка характеризує кількість інформації, що забезпечує заданий спектр послуг;

$Q_2(x)$  – функція, що характеризує затримку управління інформації при визначеній кількості контрольованих вузлів швидкодії центрів комутації пакетів системи управління;

$Q_3(x)$  – функція, яка характеризує надійність структури при заданих обмеженнях;

$Q_4(x)$  – функція, яка характеризує достовірність переданої інформації;

$Q_5(x)$  – функція, що характеризує вартість системи управління з врахуванням усіх перерахованих властивостей.

При однокритеріальному рішенні таких задач оптимізації мереж, перевага надавалася одному з вищенаведених критеріїв, а для інших визначалась область припустимих рішень.

За сучасних умов такий підхід недостатньо ефективний, оскільки перераховані часткові критерії суперечать один одному. Наприклад, критерій  $Q_2$  (мінімум затримки управляючої інформації) суперечить критерію  $Q_4$  (максимум

достовірності). А виконання всіх критеріїв  $Q_1..Q_4$ , суперечать критерію  $Q_5$  (мінімум вартості).

Рішення задачі багатокритеріальної оптимізації в загальному випадку неоптимальне для жодного з часткових критеріїв, але є компромісним для вектора  $Q(x)$  у цілому. Потрібно зазначити, що рішення задачі багатокритеріальної оптимізації (компромісне рішення)  $x^* \notin D$  є ефективною точкою, якщо для неї справедлива 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 з  $s$ -чисел знайдеться точка  $x \in D$ , в якій виконується жорстка нерівність  $Q_j(x^*) \leq Q_j(x)$ . 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 з спеціально сформульованою цільовою функцією [2]:

$$Q(x) = \Phi[Q_1(x), Q_2(x), \dots, Q_s(x)] \quad (3.4)$$

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

Далі в роботі описані різні методи об'єднання часткових критеріїв і одержання узагальненого критерію. Це дозволяє здійснити глобальний синтез системи управління з урахуванням часткових критеріїв, необхідних для забезпечення заданої точності параметрів мережі.

### 3.2 Методи об'єднання часткових критеріїв

Розглянемо 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 у порівнянні з іншими критеріями. Параметри  $\lambda_k$  називаються ваговими коефіцієнтами (ступенем корисності  $k$ -го критерію, вагою критерію тощо). Розмірності вагових коефіцієнтів  $\lambda_k$  такі: в чисельнику – загальна розмірність, а в знаменнику – розмірність часткового критерію  $Q_k(x)$ . Це дозволяє одержати узагальнений скалярний критерій  $Q(x)$ , який називається адитивною функцією корисності, шляхом суми часткових критеріїв та множення на свої вагові коефіцієнти (метод зважених сум).

$$Q(x) = \sum_{k=1}^s \lambda_k Q_k(x) \quad (3.5)$$

де  $\lambda_k \geq 0$ .

У деяких випадках припускається порівняння не критеріїв оптимальності, а втрат кожного з них. Втрати визначаються як різниця між  $Q_k(x)$  і його оптимальною величиною  $Q_k^*$ :

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

У цьому випадку адитивна функція корисності має вигляд:

$$Q(x) = \sum_{k=1}^s \lambda_k [Q_k(x) - Q_k^*] \quad (3.6)$$

Вираз (3.5) об'єднує часткові критерії  $Q_k(x)$  різних розмірностей, а рівність (3.6) 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. (Наприклад, з цього випадку затримка управляючої інформації чи ймовірність помилки може бути неприпустимо великими). Для усунення цього недоліка необхідно ввести параметр  $C_{kl}$ , що дозволяє визначити відхилення оптимального значення одного з часткових критеріїв від його значення, отриманого оптимальним рішенням для інших критеріїв [ 4 ]:

$$C_{k1} = |[Q_k(X_k^*) - Q_k(X_i^*)] / Q_k(X_k^*)|. \quad (3.7)$$

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

Об'єднання критеріїв, для яких визначено співвідношення переваги за вагомістю. Нехай задано перевагу за вагомістю для часткових критеріїв оптимальності  $Q_k(x)$ . Причому ця перевага задана умовою, при якій критерій  $Q_1(x)$  більш вагоміший, ніж критерій  $Q_2(x)$ , в свою чергу  $Q_2(x)$  більш вагоміший, ніж  $Q_3(x)$  і так далі.

У цьому випадку об'єднання часткових критеріїв може бути здійснено за допомогою введення найбільш вагомого – "основного" критерію  $Q(x) = Q_1(x)$ , тобто при заданих "граничних" значеннях  $Q_k^+$  потрібно зменшити значення інших часткових критеріїв:

$$\min_{x \in \Delta} Q_1(x) \quad (3.8)$$

Одним з способів упорядкування критеріїв за вагомістю є введення оцінок пріоритету и часткових критеріїв [4]. Наприклад, 10/1 – переважна вагомість  $i$ -го критерію у порівнянні з  $j$ -м критерієм, 5/1 – значно більша вагомість, 2/1 – велика вагомість і 1/1 – приблизно рівна вагомість.

Інформація про ступінь порівняння (переваги за вагомістю) критеріїв наводиться у вигляді матриць  $S \times (S+1)$ , у кожний рядок якого вноситься оцінка



пріоритетів  $\mu_{ij}$ ; які характеризують вагомість критерію  $Q_i(x)$  відносно інших критеріїв.

Нехай оцінка  $\mu_{23i} = 5/1$ , тобто критерій  $Q_2(x)$  має ще більшу вагомість, ніж критерій  $Q_3(x)$ . Тоді на перетині другого рядка і третього стовпчика ставимо число 5, а на перетині третього рядка та другого стовпчика – 1 і т.д. У останньому  $(S+1)$ -му стовпчику матриці знаходяться суми оцінок за стовпчиками  $\pi_k$ , де  $k=1,2,\dots,5$ . Відносна вагомість кожного часткового критерію в цьому випадку може бути визначена з системи рівнянь:

$$\lambda_k/\lambda_i = \pi_k/\pi_i, \text{ де } i, k = 1,2,\dots,s, i \neq k, \sum_{k=1}^s \lambda_k = 1. \quad (3.9)$$

Зробимо припущення, наприклад, що критерій  $Q_1(x)$  має переважну вагомість у порівнянні з  $Q_2(x)$ , в свою чергу критерій  $Q_2(x)$  має ще більшу вагомість, ніж  $Q_3(x)$ . Зазначимо, наприклад, що  $Q_1(x)$  – це мінімальна кількість інформації системи управління, яка забезпечує задану точність параметрів мережі, при забезпеченні властивостей адаптивності та інваріантності системи управління;  $Q_2(x)$  – це достовірність управляючої інформації;  $Q_3(x)$  – затримка управляючої інформації. Інформація про часткові критерії дозволяє звести оцінки пріоритетів:

$$\mu_{12} = 10/1, \mu_{13} = 10/1, \mu_{23} = 5/1.$$

У цьому випадку матриця пріоритетів має вигляд:

	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$\pi_k$
$Q_1$	0	10	10	20
$Q_2$	1	0	5	6
$Q_3$	1	1	0	2

Для визначення вагових коефіцієнтів  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  маємо систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \lambda_1/\lambda_3 &= 20/2, \\ \lambda_2/\lambda_3 &= 6/2, \\ \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 &= 1. \end{aligned}$$

В результаті розрахунків отримаємо:  $\lambda_1=0,72$ ;  $\lambda_2=0,216$ ;  $\lambda_3=0,072$ , тобто адитивна функція корисності має вигляд:

$$Q(x) = 0,72 Q_1(x) + 0,216 Q_2(x) + 0,072 Q_3(x).$$

За відсутності інформації про вагомість часткових критеріїв можна припустити, що вони рівноцінні. Це дозволяє в якості узагальненого критерію використовувати суму відносних відхилень часткових критеріїв від їх оптимальних значень:

(3.10)

$$Q(x) = \sum_{k=1}^s [Q_k(x) - Q_k^*] / Q_k^*$$

Розв'язання задачі нелінійної оптимізації з цільовою функцією, заданої виразом (3.10), 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:

$$Q(x) = \max_{1 \leq k \leq s} |[Q_k(x) - Q_k^*] / Q_k^*|. \quad (3.11)$$

Якщо про вагові коефіцієнти  $\lambda$  відомо тільки те, що вони належать до множини:

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

тоді узагальнений критерій оптимальності можна представити як:

$$Q(x) = \max_{1 \leq k \leq S} \sum_{k=1}^S \lambda_k Q_k(x). \quad (3.12)$$

Розв'язання задачі нелінійної оптимізації з критерієм оптимальності (3.12) дозволяє одержати найкраще рішення  $x^*$  для найгіршого розкладу вагових коефіцієнтів  $\lambda_k$ .

### 3.3 Особливості векторного синтезу систем управління

Загальна постановка задачі векторного синтезу зводиться до системи управління. Кожна система характеризується вектором показників якості:  $K = (k_1, k_2, \dots, k_m)$ .

У  $m$ -мірному просторі  $R_m$  показників якості  $k_1, \dots, k_m$  кожній системі управління відповідає єдине визначене значення вектору і навпаки, кожному вектору  $K$  відповідає єдина цілком визначена система. У просторі  $R_m$  всім строго допустимим значенням вектору  $K$  відповідає множина точок (множина строго допустима, що задовольняє цим обмеженням). Вид множини визначається сукупністю умов і обмежень, які накладаються на синтезовану систему та її показники якості.

Задача векторного синтезу зводиться до того, щоб з множини строго допустимих точок вибрати таку точку (систему), яка має найкраще значення вектору  $K$ . При цьому передбачається, що поняття "найкращого вектору  $K$ " уточнюється, виходячи з умов задачі.

Як відзначалося вище, векторний синтез потрібно звести до скалярного. З математичної точки зору зведення векторного синтезу до скалярного можна здійснити, наприклад, одним з двох методів [5].

За допомогою першого методу створюють деяку результуючу цільову функцію:

$$K_p = fp(k_1, \dots, k_m), \quad (3.13)$$

і шукають таку систему  $S$ , яка зводить цю функцію до мінімуму при заданій сукупності умов  $U$  та обмежень  $O_S$ .

За другим методом потрібно знайти таку систему  $S$ , що забезпечує мінімум одного з показників якості, наприклад  $k_1$ , при всіх інших  $(m-1)$  показниках, переведених у розряд обмежень типу рівностей, нерівностей або змішаних обмежень, наприклад, вигляду  $K_i \leq K_{2m}, \dots, K_i \leq K_m$ , і врахуванні сукупності вихідних даних  $\{U, O_S, C, O_k\}$ , де  $U$  – умова;  $O_S$  – обмеження, які накладаються на структуру і параметри системи;  $O_k$  – сукупність обмежень, що накладаються на показники якості;  $C$  – символ, який означає, що мова йде не про розмір складового вектору  $K$ , а лише про його склад.

За першим методом зведення векторного синтезу до скалярного ускладнюється (порівняно зі звичайним скалярним синтезом) цільовою функцією, а в другому – ускладнюється функцією обмежень.

Тому, задача синтезу може при такій "скаляризації" вирішуватися відомими методами скалярного синтезу, тобто синтезу за єдиним показником якості. Тому головною задачею векторного синтезу є з'ясування, якою мірою результати векторного синтезу залежать від обраного методу скаляризації (наприклад, першого або другого) та від конкретної реалізації цього методу.

Отже, впливає, що для проведення синтезу необхідно мати сукупність вихідних даних  $\Delta = \{U, O_S, C, O_k\}$ . Проте реально не всі дані відомі апіорі (до проведення синтезу). Розглянемо шляхи подолання ускладнення, викликаного неповнотою апіорної інформації. Один з таких шляхів зводиться до методу послідовних наближень [5].

На першому етапі синтез зведений для деякої вихідної сукупності  $\Delta_0$  вихідних даних. Результатом етапу синтезу можливо в деякій мірі заповнити недостатню апіорну інформацію та сформувані більш упорядковані вихідні дані  $\Delta_1$ . На другому етапі синтез зведений для вихідних даних  $\Delta_1$  і дозволяє одержати скориговані дані  $\Delta_2$  і т.д. Синтез вважається закінченим, якщо в результаті  $i$ -го етапу не виникає необхідності коригування вихідних даних  $\Delta_{i-1}$ .

Такий метод послідовних наближень є єдиним можливим. Наприклад, при проектуванні системи управління (її структури, визначенні необхідної пропускну здатності каналів для передачі керуючої інформації, необхідної затримки одержання команд управління, достовірності, тощо) неможливо апіорі передбачити, чи будуть в цій системі шкідливі завади, і які кількісні характеристики цих завад. Метод послідовних наближень визначає склад показників якості та сукупність обмежень  $O_S$ , що накладаються на проектувану систему управління.

Проте цей метод не дозволяє повністю подолати недостатність апіорної інформації. Наприклад, якщо сукупність  $O_k$  обмежень, які накладаються на показники якості виходячи з призначення системи, на початку синтезу сформована не повністю або неточно, то проведення синтезу ще не гарантує уточнення обмеження  $O_k$ .

За відсутності вихідних даних про обмеження  $O_k$  синтез не можна довести до завершення, але можливо відсіяти (виключити з подальшого розгляду) всі безумовно гірші рішення, якщо вони мають чисельні значення більші від обмеження критерію оптимальності  $Q(x)$ . Тобто виділити з множини  $M_\Delta$  підмножину “не гірших” рішень.

Можливі також випадки, в яких послідовні наближення не дозволяють достатньою мірою уточнити сукупність умов  $U$  роботи системи, в першу чергу потрібно уточнити характеристики зовнішніх впливів.

Існують методи вирішення ускладнень, які виникають в зв'язку з апіорною неточністю вихідних даних та умов  $U$ . Кожний з цих методів значно залежить від характеру апіорі, тобто від того, які є апіорні дані та які з них відсутні. Найбільш характерними є два методи – синтез самоналагоджуваних систем і синтез мінімаксних систем.

У першому випадку на синтезовану систему накладається додаткова вимога: проводити в процесі функціонування системи вимір (оцінку) апіорі невідомих характеристик збурень і відповідне коригування параметрів системи.

У другому – в процесі синтезу вирішується мінімаксна задача. При розв'язанні цієї задачі векторний синтез спочатку зводиться до скалярного, наприклад, введенням результуючого показника якості  $k$ , обумовленого вимогами до проектованої системи.

У процесі синтезу є сукупність  $\{U_{nc}, K_p\}$  найменш сприятливих умов  $U_{nc}$  та максимального у цих умовах значення показника якості  $K_p$ . Під найменш сприятливими умовами  $U_{nc}$  розуміють такі умови, при яких мінімальні значення  $K_p$  показника якості є максимальними. Інакше кажучи, при розв'язанні мінімаксної задачі одночасно відшуковуються найменш сприятливі умови  $U_{nc}$  функціонування системи та оптимальні при несприятливих умовах системи  $S$ .

Основними недоліками мінімаксного методу є:

- забезпечення оптимальної дії системи не в реальних, а в принципово можливих найгірших умовах (реально найгірші умови  $U$  взагалі можуть не мати місця, отже, система може виявитися далекою від оптимальної);
- можливість одержання, гірших розв'язків .

Проте практично реалізувати систему управління, спроможну достатньо швидко, і точно, аналізувати спрогнозовані і неспрогнозовані випадкові збурення, які призводять до виключення контрольованих показників, і, відповідно, коригувати основні параметри, у деяких випадках це неможливо. Адекватні математичні методи синтезу самоналагоджуваних систем також досить складні.

У теперішній час мінімаксні методи використовують, при синтезі різних складних систем. А синтез самоналагоджуваних систем застосовується при проектуванні систем, які є компонентами великої системи. При проектуванні системи управління необхідно застосовувати як метод синтезу самоналагоджуваних систем, так і мінімаксні методи.

Повертаючись до особливостей векторного синтезу, відзначимо, що дві довільні системи  $S'$  і  $S''$  залежні від конкретних значень векторів  $K(S')$  та  $K(S'')$  і векторно або порівняні, або ні. У першому випадку застосуємо безумовний критерій надання переваги.

У другому – для порівняння систем  $S'$  і  $S''$  значення векторів  $K(S')$  і  $K(S'')$ , виходячи з призначення системи, введемо інший критерій надання переваги, який має назву умовного критерію надання переваги (УКНП). Наприклад, допускаємо, що критичними є ті значення вектору  $K = (K_1, \dots, K_i, \dots, K_m)$ , при яких зважена сума показників якості

$$K_p = C_1 K_1 + \dots + C_i K_i + \dots + C_m K_m \quad (3.14)$$

має менше значення ( $C_1, \dots, C_m$  – повністю визначені додаткові вагові коефіцієнти).

Для систем управління можна задати різні умовні критерії надання переваги. Але не завжди достатньо, заданого умовного критерію для оцінювання якості системи.. На відміну від нього безумовний критерій надання переваги (БКНП) в силу своєї безумовності, не потребує спеціального обґрунтування. При векторному синтезі, коли необхідно враховувати різні вимоги для проектування системи управління доцільно, в одних випадках застосовувати УКНП, в інших БКНП, а іноді комбінацію БКНП і УКНП.

Методи векторного синтезу можна розбити на три групи:

- методи, засновані на використанні безумовного критерію переваги;
- методи, засновані на застосуванні будь-якого з умовних критеріїв переваги;
- комбінації методів.

Як уже відзначалося, існує необмежена множина умовних критеріїв переваги. Найбільш характерні одержали практичне застосування при проектуванні складних систем. Це наступні методи:

- метод, заснований на введенні результуючого показника якості;
- мінімаксий метод;
- переведення усіх показників якості  $K_1, \dots, K_m$  за винятком одного, у розряд обмежень (типу різностей або нерівностей);
- методи послідовних наближень;
- комбіновані методи, засновані на комбінації декількох УКНП.

Необхідно відзначити, що під час проектування складних систем таких як системи управління інфокомунікаційними мережами, доцільно розбивати синтез на два етапи: етап знаходження множини не гірших систем (на основі БПНК) й етап множини єдиної найкращої системи (на основі УКНП). Це значно спрощує задачу синтезу.

### 3.4 Основні методи введення результуючого показника якості

Як правило, на етапі зовнішнього проектування можливо встановити на основі розгляду вимог до системи управління, що її якість достатньо повно і правильно характеризується єдиним показником  $K_p$  [ 5].

Крім цього, з'являється можливість з'ясувати, від яких часткових показників якості  $K_1, \dots, K_m$  системи  $S$  та як залежить величина вектора  $K_p$ . Це означає, що можливо встановити залежність вигляду:

$$K_p = f_p (K_1, \dots, K_m) , \quad (3.15)$$

де  $K_i = K_i(S), i = \overline{1, m}$ .

У даному випадку  $f_p (K_1, \dots, K_m)$  – відома функція змінних  $K_1, \dots, K_m$ , а  $K_p$  – величина, однозначно пов'язана з якістю системи  $S$ : чим менше (більше) вектор  $K_p$ , тим краща система. Показник  $K_p$  називається результуючим показником якості системи. Надалі будемо припускати, що показник  $K_p$  має стандартний вигляд, тобто величина  $K_p$  невід'ємна і чим менше  $K_p$ , тим краще спроектована система (якщо показник якості  $K_p$  має нестандартний вигляд, то його можна привести до стандартного). При цьому оптимальною вважається така система  $S$ , для якої величина  $K_p$  мінімальна, тобто критерій оптимальності має вигляд:

$$f_p (K_1, \dots, K_i, \dots, K_m) = \min_{S \in M_d} , \quad (3.16)$$



де  $K_i = K_i(S), i = \overline{1, m}$ . Тут і далі символ  $\min_{S \in M_d}$  означає, що мінімум шляхів всіх систем  $S \in M_d$ , з урахуванням вихідних даних  $\{Y, O_S, C_K\}$ .

Нехай у результаті рішення задачі (3.16) знайдено мінімальне значення  $K_p$ . Тоді потрібно дотримуватися виконання умови:

$$K_{pmin} \leq K_{pmax}, \quad (3.17)$$

де  $K_{pmax}$  – максимально припустиме значення показника якості  $K_p$ .

Якщо умова (3.17) не виконується, вихідні дані суперечливі і потребують коригування – варто послабити обмеження  $O_S$  або погодитися з більшим (тобто гіршим) значенням  $K_p$ , або скоригувати сукупність умов  $U$  роботи системи.

При рішенні задачі (3.16) врахування сукупності  $O_K$  обмежень на показники якості  $K_i (i = \overline{1, m})$ , які не задовольняють умову (3.17), є необхідним. Дійсно, сукупність обмежень якості  $K_1, \dots, K_m$  необхідна для того, щоб уникнути вибору значень  $K_i (i = \overline{1, m})$ , неприпустимих з погляду вимог до системи. Величина  $K_p$  достатньо повно і точно характеризує якість системи  $S$  з погляду запропонованих до неї вимог. Отже, рівність (3.17) повинна служити критерієм визначеності або невизначеності тієї чи іншої комбінації значень  $K_1, \dots, K_m$  показників якості системи.

На підставі викладеного зробимо припущення, що величина  $K_p$  достатньо повно і точно характеризує якість системи і може бути в розгорнутому вигляді сформульовано наступним чином – значення залежності  $K_p = K_p(S)$  і величина  $K_p$  достатня для правильної відповіді на питання, яка система управління  $S$  (у загальному випадку – який клас системи) з множини  $M_d$  припустимих систем є найкращою та чи є ця найкраща система (клас систем) строго припустимою (тобто задовольняє вимогам) або вихідні дані суперечливі і потребують коригування.

Отже відповідно до критерію (3.16), оптимальним вважається таке значення вектору  $K = \langle K_1, \dots, K_m \rangle$  якому відповідає мінімальне (за множиною  $M_d$ ) значення заданої (відомої) функції  $f_p(K_1, \dots, K_m)$  показників якості  $K_1, \dots, K_m$ .

При цьому задача (3.16) зводиться до наступного:

знайти систему  $S$ , що забезпечує:

$$K_p = f_p(K_1, \dots, K_i, \dots, K_m) = \min_{S \in M_d}, \quad (3.18)$$

за умови, що

$$K_1 = f_{HX}(K_1, \dots, K_i, \dots, K_m),$$

де  $K_1 = f_{HX}(K_1, \dots, K_i, \dots, K_m)$  – рівняння оптимальної поверхні, тобто геометричного місця всіх строго припустимих не гірших точок у просторі  $R_m$  показників якості.

Задача (3.18) простіше, ніж задача (3.16) у тому значенні, що при її рішенні вже не потрібно враховувати сукупність  $\{Y, O_S, C_k\}$  вихідних даних (ці вихідні дані враховані при визначенні рівняння оптимальної поверхні, тобто при пошуку множини  $M_{HX}$ ).

Отже застосування результуючого показника якості  $K_p$  можливо як без попереднього пошуку множини  $M_{HX}$  не гірших систем, так і після його здійснення.

У першому випадку задача з самого початку має вигляд звичайної задачі скалярного синтезу і показники якості  $K_1, \dots, K_m$  відіграють роль параметрів складної системи  $S_{cl}$ . У другому випадку синтез спочатку, тобто при пошуку  $M_{HX}$ , є векторним і його скаляризація (введенням показника  $K_p$ ) здійснюється лише на другому етапі – після знаходження множини  $M_{HX}$ . Розбивка процесу синтезу на два таких етапи в ряді випадків є доцільною.

Виходячи з вимог до системи управління вдається достатньо повно і правильно обґрунтувати вигляд результуючої цільової функції (3.16). Проте в багатьох випадках ввести достатньо обґрунтований результуючий показник якості  $K_p$ , що є відомою функцією  $f_p(K_1, \dots, K_m)$  показників якості  $K_1, \dots, K_m$ , не вдається. У таких випадках доцільно сформулювати залежності  $K_p = f_p(K_1, \dots, K_m)$  яким-небудь

іншим суб'єктивним способом. Наприклад, найбільш повно висвітлений синтез вибору функції (3.15) в наступному:

а) у вигляді добутку показників якості:

$$K_p = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_m ; \quad (3.19)$$

б) у вигляді зваженої суми нормованих значень показників якості:

$$\left. \begin{aligned} K_p &= C_1 K'_1 + C_2 K'_2 + \dots + C_i K'_i + \dots + C_m K'_m \\ K'_i &= \frac{K_i}{K_{i0}}, \quad i = \overline{1..m}, \\ \sum_{i=1}^m C_i &= 1, \quad C_i > 0, \quad i = \overline{1..m}, \end{aligned} \right\} \quad (3.20)$$

де  $K_{i0}$  – деяке опорне значення показника якості  $K_i$  вибране за одиницю виміру цього показника;  $C_i$  – вагові коефіцієнти, названі вагами і вибрані за значністю, виходячи з відносної важливості кожного з показників  $K_1, \dots, K_m$  – чим більш вагомішим вважається даний показник  $K_i$  (тобто чим більш суттєво цей показник мінімізувати у процесі синтезу, тим більша вибирається відповідна йому вага  $C_i$ ).

Нехай  $K_{i0}$  – є мінімально можливе значення показника якості  $K_i$  при заданій сукупності вихідних даних  $\{Y, O_s\}$  та ігноруванні значень всіх інших  $(m-1)$  показників якості. Інакше кажучи,  $K_{i0}$  є те найкраще значення даного (часткового) показника якості  $K_i$  (наприклад,  $K_1$ ), що можна було б одержати при заданих вихідних даних  $\{Y, O_s\}$ , якби значеннями всіх інших показників якості (наприклад,  $K_2, \dots, K_m$ ) не брати до уваги, тобто припустити будь-яке їх погіршення. Тоді очевидно, що функцію  $f_i(K_i)$  варто вибрати такою, щоб вона задовольняла умовам:

$$f_i(K_i) = 0, \quad f_i(K_i) > 0, \quad \text{при } K_i > K_{i0}. \quad (3.21)$$

При цьому передбачається, що значення  $K_{i0}$  ( $i = \overline{1, m}$ ), вдається попередньо знайти рішенням зазначених вище спрощених задач синтезу за одним показником  $K_i$  при ігноруванні всіх інших  $(m - 1)$  показників.

У деяких випадках навіть без спеціального аналізу ігнорування значень усіх показників якості, крім одного, дозволяє одержати ідеальне, тобто нульове, значення єдиного врахованого показника якості, тобто вважається:  $K_i = 0$ .

Необхідно зазначити, що реально на практиці  $K_i > 0$ , це, наприклад імовірні помилки або затримка керуючої інформації, вартість, тощо. Тобто,  $K_{i0} > 0$  і відповідно буде потрібно попереднє обчислення значень  $K_{i0}$ .

Якщо вибрати функцію  $f_i(K_i)$  лінійною, то відповідно до вищенаведеного:

$$f_i(K_i) = 0, \quad f_i(K_i)/K_{im}, \quad (3.22)$$

і функція  $K_p$  приймає такий вигляд:

$$K_p = V_1 \frac{K_1 - K_{10}}{K_{1m}} + V_2 \frac{K_2 - K_{20}}{K_{2m}} + \dots + V_m \frac{K_m - K_{m0}}{K_{mm}}. \quad (3.23)$$

### 3.5 Визначення суб'єктивної наслідкової цільової функції при проектуванні системи управління інфокомунікаційними мережами

При проектуванні систем управління доцільно зупинитися на виборі кількості показників якості, що враховуються при синтезі. Як зазначалось, кількість показників, які характеризують якість реальної системи, може бути дуже великою. Це означає, що чим більша кількість показників якості враховується при синтезі системи, тим більш досконалою буде синтезована система.

На практиці існує оптимальна кількість показників якості, яку необхідно враховувати. Адже введення додаткових показників якості призводить не до покращення, а до погіршення результатів синтезу.

При проектуванні системи управління необхідно спочатку враховувати наступні показники:

- кількість керуючої інформації, (а отже, і необхідну пропускну спроможність каналів), що забезпечує задану точність параметрів об'єктів мережі. При цьому визначається мінімальна кількість керуючої інформації, яка дозволяє системі управління мати, як властивість адаптивності до повільно прогнозованих факторів, так і інваріантність до різних, заздалегідь непрогнозованих заважаючих впливів;

- затримка керуючої інформації, при якій час передавання команд управління до контрольованих об'єктів не перевищує заданого;

- достовірність (імовірність помилки) при передаванні управляючої інформації;

- вартість системи управління.

Таким чином, суб'єктивну наслідкову цільову функцію доцільно представити як:

$$\left. \begin{aligned} K_p &= C_1 K_1 + C_2 K_2 + C_3 K_3 + C_4 K_4 \\ K_i &= \frac{K_i}{K_{i0}}, i = 1, m; \\ \sum_{i=1}^m C_i &= 1, C_i > 0, i = \overline{1, m}. \end{aligned} \right\} \quad (3.24)$$

де  $K_{i0}$  – деяке опорне значення показника якості  $K_i$ ;

$C_i$  – вагові коефіцієнти, котрі вибираються, виходячи з відносної важливості кожного з показників якості  $K_1, \dots, K_i$ , чим більш вагомим вважається даний показник  $K_i$  (чим більш суттєво показник  $K_i$  мінімізується у процесі синтезу, тим більшою обирається відповідна йому вага  $C_i$ ).

Будемо вважати оптимальною систему управління, що забезпечує виконання таких умов:

$$\left. \begin{aligned} K_p &= f_p(K_1, \dots, K_i, \dots, K_m) = \min_{S \in M_A}, \\ K_i &= K_i(S), i = \overline{1, m}, \\ K_i &\leq K_{im}, i = \overline{1, m}, \end{aligned} \right\} \quad (3.25)$$

де  $K_{im}$  – значення показника якості  $K_i$  максимально допустимим, з точки зору вимог замовника до системи управління.

У даному випадку  $K_{1m}, K_{2m}, K_{3m}, K_{4m}$  – наступні показники якості системи управління:

- $K_{1m}$  – сумарна максимально допустима пропускна спроможність каналів системи управління (цей показник визначається, виходячи з ресурсів обладнання, яке призначене для систем управління);
- $K_{2m}$  – це максимальна затримка керуючої інформації, при якій СУ в реальному масштабі часу контролює необхідні параметри мережі;
- $K_{3m}$  – максимально допустима ймовірність помилки каналів передачі інформації системи управління;
- $K_{4m}$  – максимально допустима вартість системи управління.

Визначення кожного з  $K_{im}$  є окремим самостійним завданням. Нижче приведемо приклад оптимізації системи. Для подальшого вирішення ми використаємо мінімаксий критерій. При цьому необхідно також визначити мінімально можливі значення показників якості, при яких задовольняються основні вимоги до побудови системи управління і необхідно вибрати найкращий.

Якість системи характеризується чотирма основними показниками якості  $K_1, K_2, K_3, K_4$ :

- $K_1 = C$  – необхідна пропускна спроможність каналів;
- $K_2 = P_{ном}$  – ймовірність помилки переданої інформації;
- $K_3 = T_3$  – час затримки керуючої інформації;
- $K_4 = V$  – вартість системи управління.

Зазначимо, що з цих чотирьох показників якості,  $K_2$  і  $K_3, K_3$  і  $K_4$  явно суперечливі. Як відомо, чим менше час затримки, тим більша вартість. Можна

визначити, що вони пов'язані обернено пропорційною залежністю:  $K_4 = f(K_3)$ , при цьому час затримки залежить від пропускної спроможності каналів:  $K_3 = f(K_2)$ .

Мінімаксий критерій представимо у наступному вигляді :

$$K_p = f_p(K_1, K_2, K_3, K_4) ; \quad (3.26)$$

$$\begin{aligned} & f_p[C_1 K_1; C_2 K_2; C_3 K_3; C_4 f(K_3)] = \\ & = \min \left[ C_1 \frac{K_1}{K_{1m}}; C_2 \frac{K_2}{K_{2m}}; C_3 \frac{f(K_2)}{K_{3m}}; C_4 \frac{f(K_3)}{K_{4m}} \right], \end{aligned} \quad (3.27)$$

де  $K_4 = f(K_3)$ ;  $K_3 = f(K_2)$ .

При цьому необхідно розглянути допустимі варіанти зміни  $K_i$  від мінімально можливих до максимальних значень та вибрати оптимальні.

Для вирішення цієї задачі визначимо максимальні та мінімальні значення коефіцієнтів  $K_i$ . Оберемо також крок  $\Delta K_i$ , тобто зміни показників якості від  $K_{i \min}$  до  $K_{i \max}$ .

Узагальнений критерій оптимальності представимо у вигляді:

$$f_p = \min \left( C_1 \frac{K_{\min} + \Delta K_{j1}}{K_{1m}}; C_2 \frac{K_{2\min} + \Delta K_{j2}}{K_{2m}}; C_3 \frac{K_{3\min} + \Delta K_{j3}}{K_{3m}}; C_4 \frac{K_{4\min} + \Delta K_{j4}}{K_{4m}} \right), \quad (3.28)$$

де

$$\frac{K_{4\min} + \Delta K_{j4}}{K_{4m}} = f \left( \frac{K_{3\min} + \Delta K_{j3}}{K_{3m}} \right).$$

Тоді, у даному випадку, оптимальною буде система  $S_i$ , де  $K_i$  будуть мінімальні.

## ВИСНОВКИ

В дипломній роботі отримано такі результати:

1. Визначено тенденції створення систем управління сучасними інфокомунікаційними мережами. Досліджено концепції побудови моделі TMN Міжнародного союзу електрозв'язку з питань телекомунікацій (ITU). Визначено основні завдання системи управління в умовах переходу до мереж наступного покоління.

2. Розроблено структуру автоматизованої системи управління діяльністю оператора зв'язку, а також визначено місце системи управління мережами інфокомунікацій в її структурі.

3. Визначено, що модель автоматизованої системи управління діяльністю оператора зв'язку має будуватися за допомогою карти eTOM, з розподілом всіх процесів управління між OSS та BSS підсистемами.

4. Проведено декомпозицію окремих процесів операційної та бізнес-підтримки.

5. Надано поняття ефективної системи управління та розглянуті властивості і основні критерії оцінювання якості системи управління з різних точок зору, зважаючи на важливість кожної з них, різноманітність процесів та об'єктів, якими необхідно управляти, велику кількість інших чинників. Проведено аналіз критеріїв, які характеризують оптимальну роботу такої системи.

6. Проведено розрахунок оптимальної системи управління за методом багатокритеріальної оптимізації, який був запропонований професором Беркман Л.Н.

Загалом можна сказати, що в умовах швидкої зміни технологій, появи нового досконалішого обладнання та загальної мінливої ситуації на ринку інформаційних та телекомунікаційних технологій процеси дослідження підвищення якості обслуговування та реалізації ефективних систем управління завжди будуть залишатися актуальними напрямками наукової та практичної діяльності в галузі інфокомунікації.



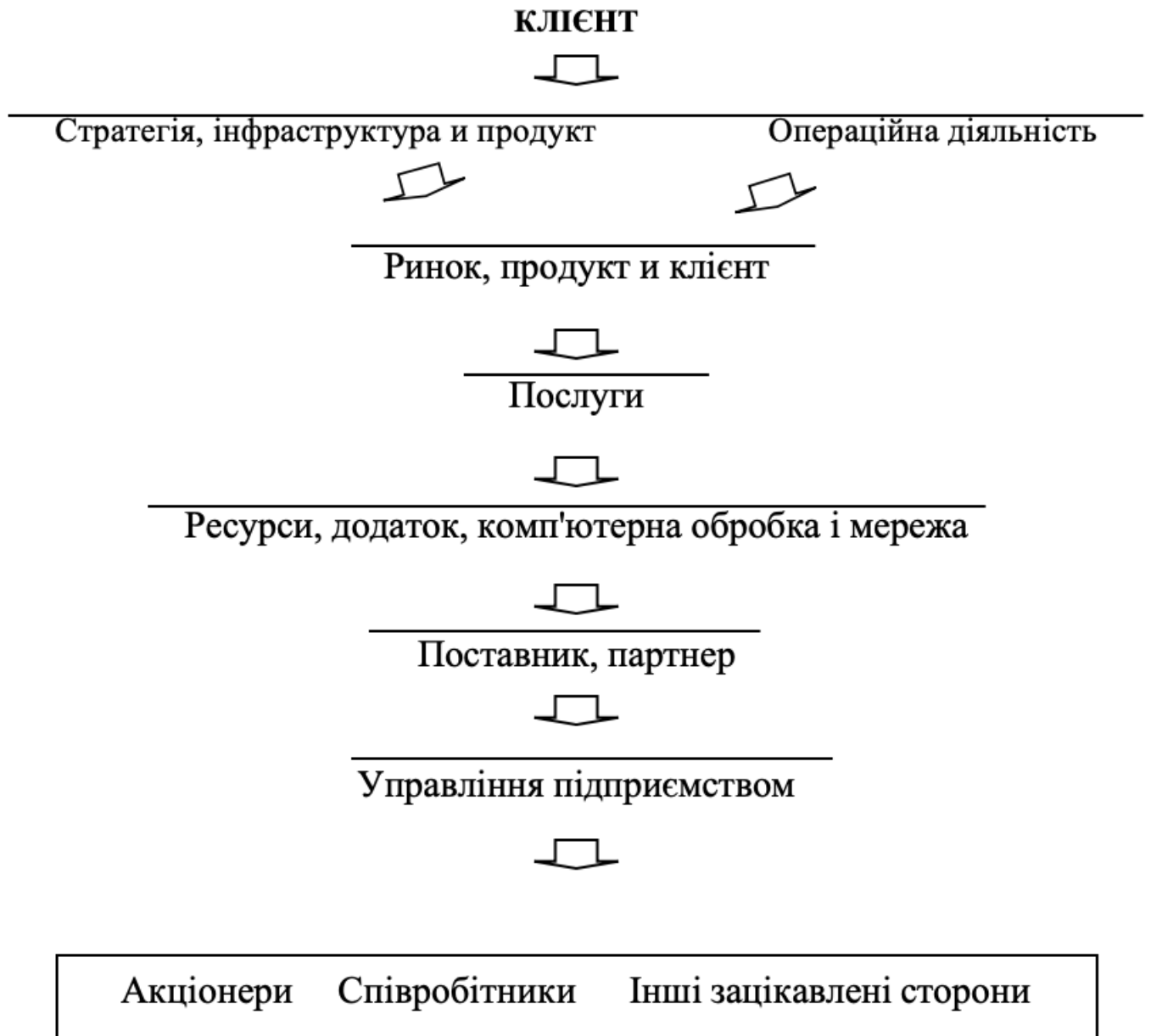
## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стеклов В.К., Кільчицький Є.В. Основи управління мережами та послугами телекомунікацій. Підруч. для студ. вищ. навч. закл. за напрямком “Телекомунікації” – К.: Техніка–2002.–438 с.
2. Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Кільчицький Є.В. Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв’язку. Підруч. для студ. вищ. навч. закл. за напрямком “Телекомунікації” – К.: Техніка–2004.–576 с.
3. Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Кільчицький Є.В., Колченко Г.Ф. Визначення параметрів оптимальної системи управління за багатокритеріальним методом. Навчальний посібник для дипломного проектування. // Київський інститут зв’язку УДАЗ ім. О.С. Попова.–К.: ДП УНДІЗ.–2000.
4. Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Кільчицький Є.В., Варфоломєєва О.Г. Розрахунок обсягу інформації управління для забезпечення необхідної точності параметрів мережі. Навчальний посібник для дипломного проектування // Київський інститут зв’язку УДАЗ ім. О.С. Попова.–К.: ДП УНДІЗ.–2000.
5. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Проектування телекомунікаційних мереж. Підруч. для студ. вищ. навч. закл. за напрямком “Телекомунікації” – К.: Техніка–2002.–792 с.
6. Кільчицький Є.В. Властивості та критерії оцінювання ефективності сучасної автоматизованої системи управління телекомунікаціями // К.: Зв’язок.–2003.–№1.–С.9–12.
7. Кільчицький Є.В. Властивості та критерії оцінювання ефективності сучасної автоматизованої системи управління телекомунікаціями (Закінчення) // К.: Зв’язок.–2003.–№2.–С.15–18.
8. Кільчицький Є.В. Якість управління – якість послуг: основні положення концепції ефективного управління телекомунікаціями // К.: Зв’язок.–2003.–№3.–С.20–23.
9. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 2-е изд. // СПб.: Питер, 2004. -894 с.

10. Гребешков А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи // М.:ЭКО-ТРЕНДЗ-2003.-287 С.
11. ДСТУ ISO/IEC 13236: 2003 Інформаційні технології. Якість послуг. Основні положення.
12. НД ТЗІ 2.5 – 004 – 99 Критерії оцінки захищеності інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу.
13. ITU – T Recommendation M.3010. Principles for a telecommunications management network.
14. ITU – T Recommendation M.3016. TMN security overview.
15. ITU – T Recommendation M.3400. TMN management functions.
16. Закон України „Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних мережах”.

Додаток А

Карта бізнес-процесів eTOM – процеси на рівні 0



## Додаток Б

### Карта бізнес-процесів eTOM – процеси на рівні 1

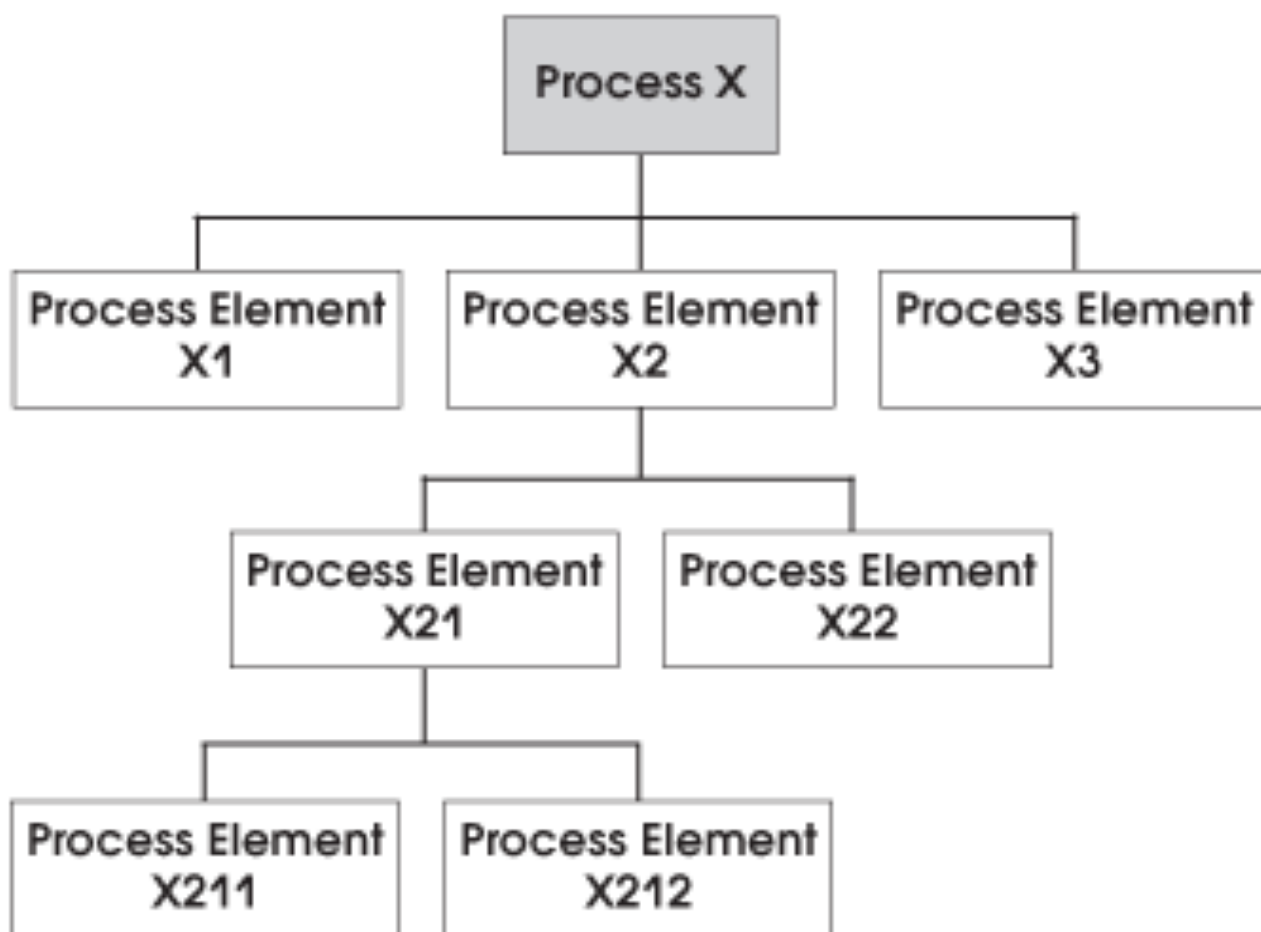
		<b>КЛІЄНТ</b>				
		<b>Стратегія, інфраструктура і продукт</b>		<b>Операційна діяльність</b>		
Вибір стратегії та її розвиток	Управління життєвим циклом інфраструктури	Управління життєвим циклом продукту	Операційна підтримка і готовність	Реалізація	Рішення проблем і забезпечення якості	Біллінг
Маркетинг і управління пропозицією				Управління взаємовідносинами з клієнтом		
Управління системами і ресурсами				Управління системами і ресурсами		
Управління розвитком ланцюга поставок				Управління відносинами з поставщиком і партнерами		
<b>Управління підприємством</b>						
Стратегічне бізнес-планування	Управління корпоративними ризиками		Управління корпоративною ефективністю	Управління знанням і дослідницькою діяльністю		
Управління фінансовими і другими активами	Управління стосунками з зацікавленими людьми		Управління персоналом			

## Додаток В

### Карта бізнес-процесів eTOM – процеси на рівні 2

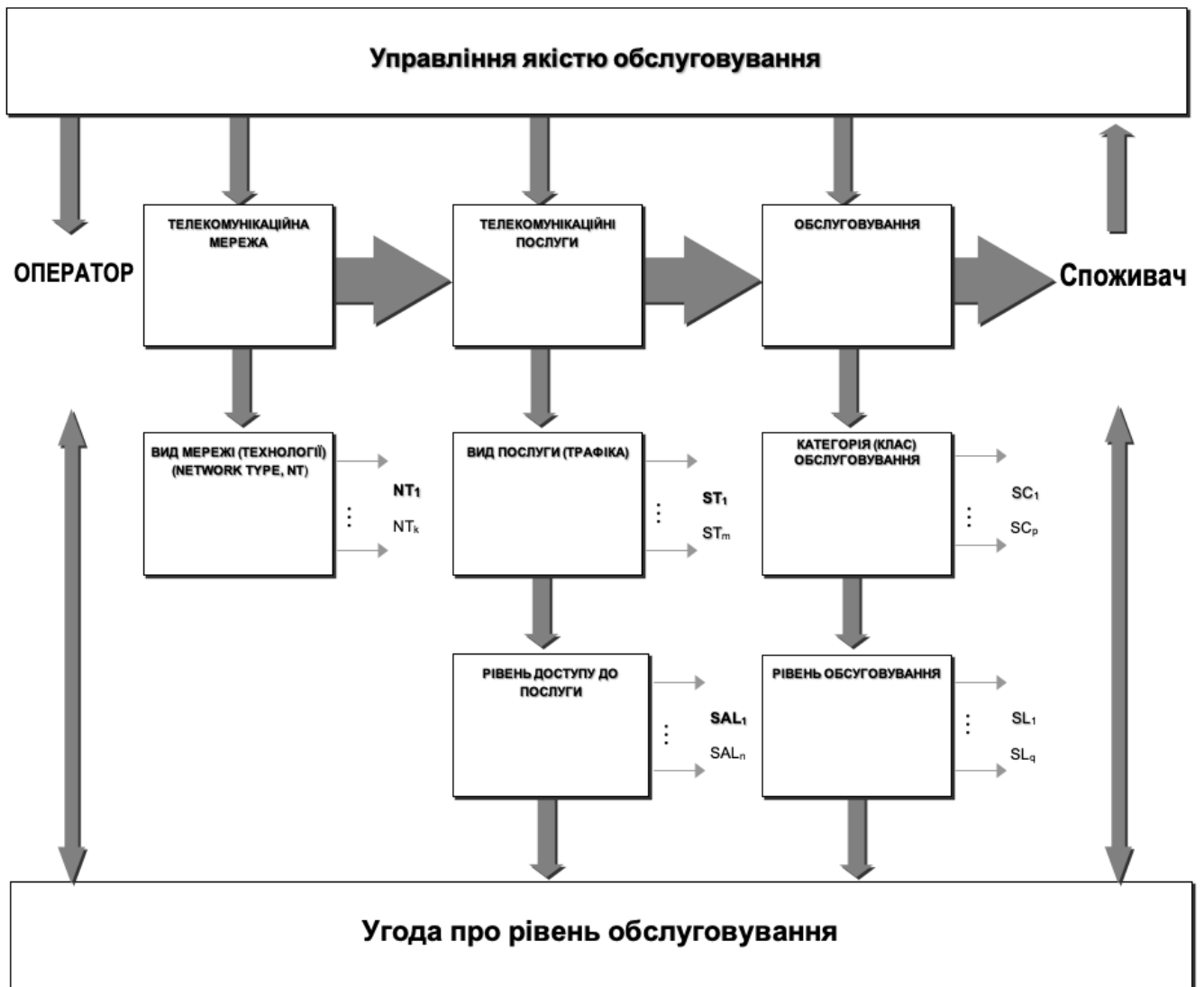
<b>КЛІЕНТИ</b>					
<b>Операційна підтримка і готовність</b>	<b>Реалізація</b>	<b>Вирішення проблем і забезпечення якості</b>		<b>Білінг</b>	
<b>Управління взаємовідношенням з клієнтом</b>					
<b>Забезпечення готовності і доступності продуктів і заказів</b>	<b>Інтерфейс взаємовідносин з клієнтом</b>				
	<b>Продаж</b>		<b>Вирішення проблем клієнтів</b>	<b>Забезпечення якості послуг</b>	<b>Виставляння рахунків</b>
	<b>Підтримка продаж маркетинговими акціями</b>	<b>Реєстрація і обробка заказів</b>			
	<b>Збір і аналіз інформації про клієнта</b>				
<b>Управління забезпечення послуг і операцій</b>					
<b>Забезпечення готовності і доступності послуг та операцій</b>	<b>Конфігурація і активація послуг</b>	<b>Вирішення проблем з послугами</b>	<b>Аналіз якості послуг</b>	<b>Оцінка показаних послуг і формування даних</b>	
<b>Управління системами та ресурсами</b>					
<b>Забезпечення готовності і доступності ресурсів</b>	<b>Пошук і виділення ресурсів</b>	<b>Реєстрація і вирішення проблем з ресурсами</b>		<b>Управління продуктивністю ресурсів</b>	
<b>Управління відношенням з постачальниками і партнерами</b>					
<b>Управління відносинами з постачальниками і партнерами</b>	<b>Управління заявками постачальників</b>	<b>Виявлення і усунення проблем з партнерами</b>	<b>Управління ефективністю взаємодії з постачальниками і партнерами</b>	<b>Управління взаєморозрахунками і рахунками партнерів</b>	
<b>Інтерфейс взаємовідносин з постачальниками і партнером</b>					

Додаток Г  
Декомпозиція процесів



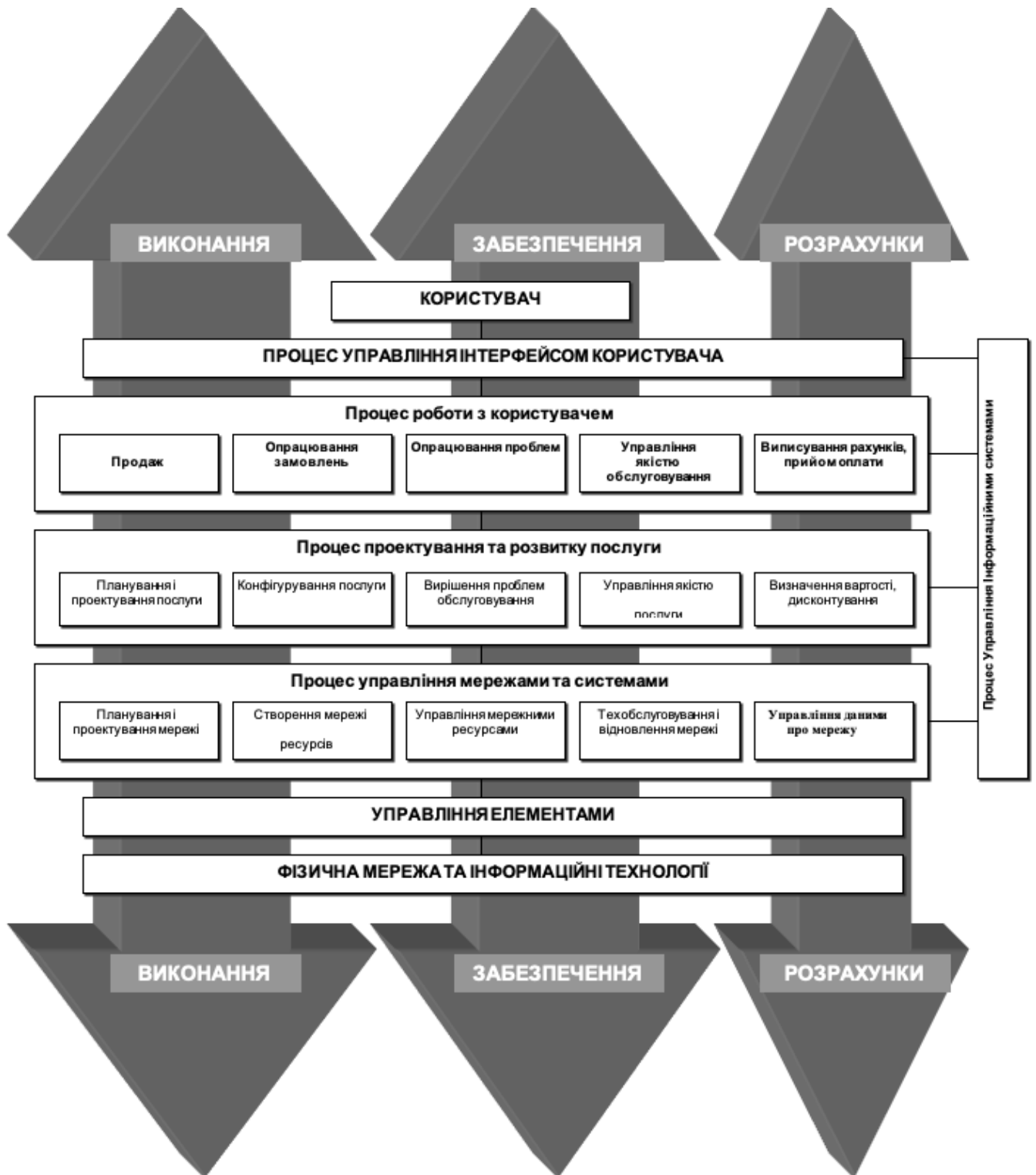
## Додаток Д

### Загальна структурна схема управління якістю обслуговування



## Додаток Е

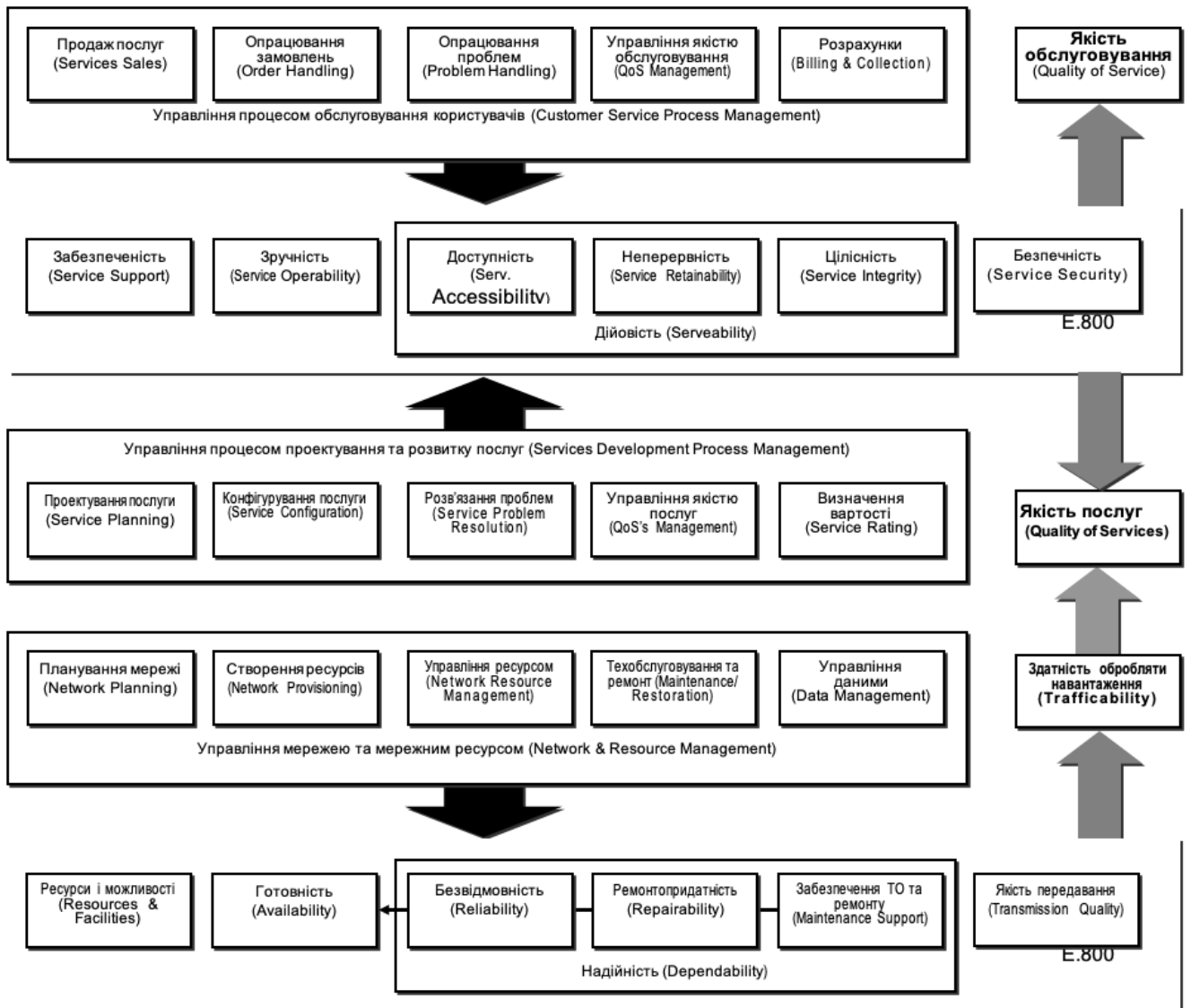
### Динамічна модель процесів діяльності оператора телекомунікацій





## Додаток Ж

### Модель інтегрованої системи управління діяльністю оператора



# ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ



ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ



Кафедра інженерії програмного забезпечення

## Магістерська робота

«ТЕМА»

Виконала: студентка групи ПДМ-61 Маяраш Д.Г.

Керівник: д.т.н., доц., доцент кафедри ІІЗ Жебка В.В.

Київ - 2021

### МЕТА, ОБ'ЄКТА ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

**Мета роботи:** оптимізація процесу управління інфокомунікаційної мережі за рахунок використання систем операційної та бізнес-підтримки.

**Об'єкт дослідження:** процес управління інфокомунікаційною мережею.

**Предмет дослідження:** методика управління на базі систем операційної та бізнес-підтримки.

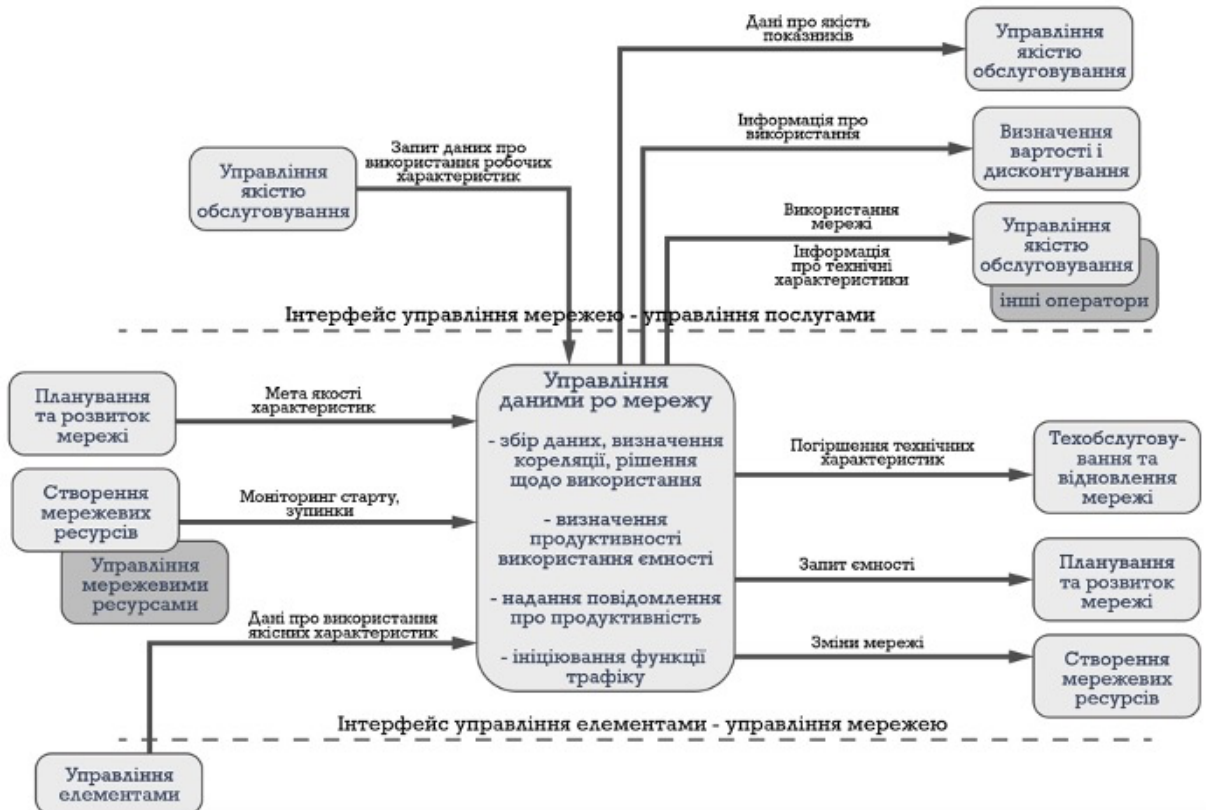
# АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ



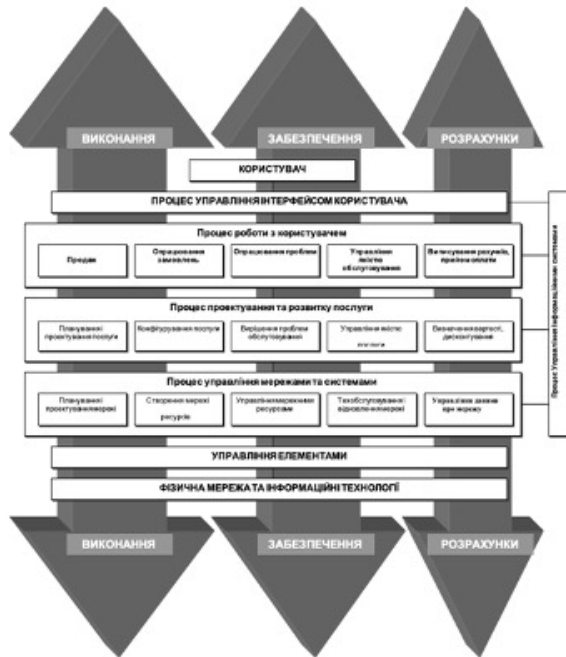
КЛІЄНТ						
Стратегія, інфраструктура і продукт			Операційна діяльність			
Вибір стратегії та її розвиток	Управління життєвим циклом інфраструктури	Управління життєвим циклом продукту	Операційна підтримка і готовність	Реалізація	Рішення проблем і забезпечення якості	Відбиття
Маркетинг і управління пропозицією			Управління взаємодіями з клієнтом			
Управління системами і ресурсами			Управління системами і ресурсами			
Управління розвитком ланцюга поставок			Управління відносинами з постачальниками і партнерами			
Управління підприємством						
Стратегічне бізнес-планування		Управління корпоративними ризиками		Управління корпоративною ефективністю		Управління знаннями і дослідницькою діяльністю
Управління фінансовими і другими активами		Управління стосунками з зацікавленими сторонами		Управління персоналом		

КЛІЄНТИ						
Операційна підтримка і готовність	Реалізація	Вирішення проблем і забезпечення якості	Відбиття			
Управління взаємодіями з клієнтом						
Інтерфейс взаємодії з клієнтом						
Забезпечення готовності і доступності продуктів і послуг	Підтримка продаж маркетинговими акціями		Регістрація і обробка замовлень	Вирішення проблем клієнтів	Забезпечення якості послуг	Виставлення рахунків
	Збір і аналіз інформації про клієнта					
Управління забезпеченням послуг і операцій						
Забезпечення готовності і доступності послуг та операцій	Конфігурація і активація послуг		Вирішення проблем з послугами	Аналіз якості послуг	Оцінка показників послуг і формування даних	
	Управління системами та ресурсами					
Забезпечення готовності і доступності ресурсів	Пошук і виділення ресурсів		Регістрація і вирішення проблем з ресурсами		Управління продуктивністю ресурсів	
	Збір даних про використання ресурсів					
Управління відносинами з постачальниками і партнерами						
Управління відносинами з постачальниками і партнерами	Управління замовленнями постачальників		Виконання і усунення проблем з партнерами	Управління ефективністю взаємодії з постачальниками і партнерами		Управління взаємодіями і ризиками партнерів
	Інтерфейс взаємодії з постачальниками і партнерами					

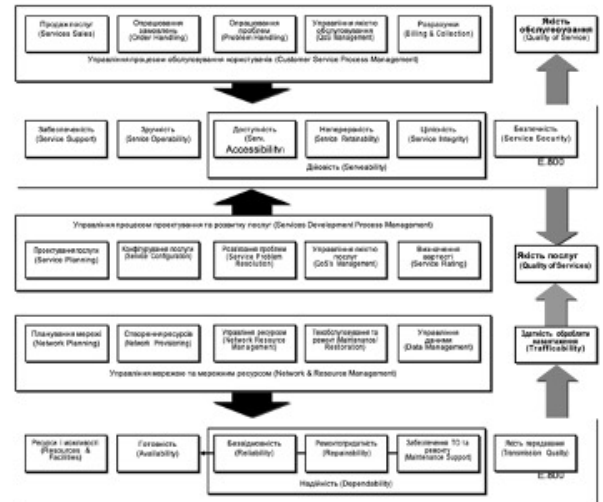
# УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ ПРО МЕРЕЖУ



## Динамічна модель процесів діяльності та модель інтегрованої системи управління діяльністю оператора



Модель інтегрованої системи управління діяльністю оператора



Динамічна модель процесів діяльності оператора телекомунікацій

5

## Визначення простору негірших СУ за двома показниками якості

СУ мережного елемента 1	СУ мережного елемента 2	СУ мережного елемента 3	СУ мережного елемента 4	СУ мережного елемента 5
-A <sub>1</sub> (0,8; 70)	-B <sub>1</sub> (0,5; 10)	-C <sub>1</sub> (0,9; 14)	+D <sub>1</sub> (2,5; 3)	-E <sub>1</sub> (3,2; 11)
+A <sub>2</sub> (2,7; 30)	-B <sub>2</sub> (0,4; 11)	-C <sub>2</sub> (0,45; 18)	-D <sub>2</sub> (2,7; 3)	-E <sub>2</sub> (2,7; 14)
-A <sub>3</sub> (2,2; 43)	-B <sub>3</sub> (0,45; 11)	+C <sub>3</sub> (2,93; 5)	-D <sub>3</sub> (1,4; 5,6)	+E <sub>3</sub> (0,3; 26)
-A <sub>4</sub> (0,3; 90)	-B <sub>4</sub> (0,3; 13)	-C <sub>4</sub> (2,3; 7,6)	-D <sub>4</sub> (1,3; 7,2)	-E <sub>4</sub> (0,35; 27)
-A <sub>5</sub> (0,25; 95)	-B <sub>5</sub> (0,2; 15)	+C <sub>5</sub> (0,2; 25)	+D <sub>5</sub> (0,22; 10)	-E <sub>5</sub> (1,2; 15)
-A <sub>6</sub> (0,2; 99)	-B <sub>6</sub> (0,15; 17)	-C <sub>6</sub> (0,55; 18)	-D <sub>6</sub> (0,25; 10,5)	-E <sub>6</sub> (2,3; 9)
-A <sub>7</sub> (0,17; 105)	-B <sub>7</sub> (0,13; 20)	-C <sub>7</sub> (0,4; 17)	-D <sub>7</sub> (0,22; 11)	-E <sub>7</sub> (0,4; 22)
-A <sub>8</sub> (0,15; 110)	+B <sub>8</sub> (2,15; 7)	-C <sub>8</sub> (0,45; 22)	-D <sub>8</sub> (0,23; 10)	-E <sub>8</sub> (1,2; 17)
-A <sub>9</sub> (0,22; 97)	-B <sub>9</sub> (2,5; 3)	-C <sub>9</sub> (0,35; 19)	-D <sub>9</sub> (1,4; 7)	-E <sub>9</sub> (1,3; 12)
-A <sub>10</sub> (2,3; 94)	-B <sub>10</sub> (0,14; 17)	-C <sub>10</sub> (0,45; 18)	-D <sub>10</sub> (1,3; 7)	-E <sub>10</sub> (0,5; 23)
+A <sub>11</sub> (0,1; 120)	-B <sub>11</sub> (0,15; 13)	-C <sub>11</sub> (1,2; 13)	-D <sub>11</sub> (1,25; 8)	-E <sub>11</sub> (0,35; 26)
-A <sub>12</sub> (1,2; 85)	-B <sub>12</sub> (0,15; 19)	-C <sub>12</sub> (0,2; 27)	-D <sub>12</sub> (1,0; 5)	-E <sub>12</sub> (0,3; 27)
-A <sub>13</sub> (1,3; 89)	+B <sub>13</sub> (0,13; 14)	-C <sub>13</sub> (0,25; 20)	-D <sub>13</sub> (0,3; 9,8)	+E <sub>13</sub> (3,3; 8)

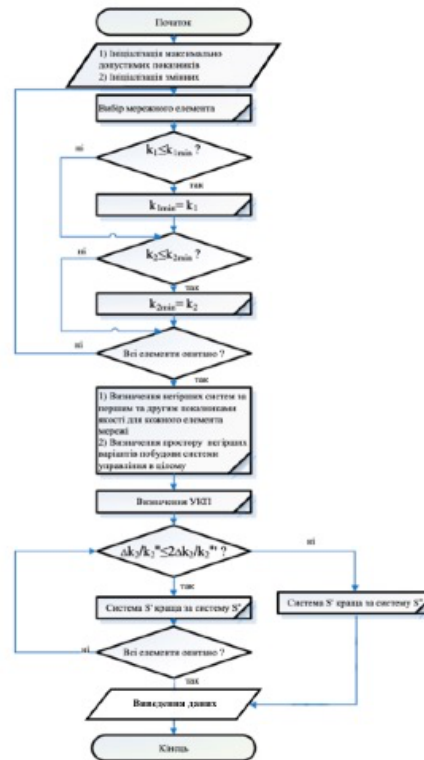
Примітка. Вартість СУ = Вартість платформи управління мережею +  $\sum_{i=1}^5$  Вартість СУ ел - ів мережі

$$\Delta k_1 < \Delta k_{1,доп}, \quad \Delta k_2 = k_2^* - k_2', \quad \Delta k_{1,доп} = f_0(\Delta k_2, k_1', k_2'), \quad \Delta k_{1,доп}/k_1' = a(\Delta k_2/k_2'),$$

$$a = (\Delta k_{2,доп}/k_2')(\Delta k_1/k_1'), \quad \Delta k_2 < a k_2'(\Delta k_1/k_1') \quad (k_2' - k_2)/k_2' < a((k_1' - k_1)/k_1'),$$

6

## АЛГОРИТМ ВИБОРУ НАЙКРАЩОЇ СИСТЕМИ



7

### Визначення оптимальної СУ з застосуванням умовного критерію переваги

**0 етап:** Вносимо всі існуючі системи до таблиці.

Ця безліч систем графічно відповідає деякому простору допустимих точок.

Кожна система записана як координата  $(k_1, k_2)$  деякої точки цього простору.

**1 етап:** Для кожного мережевого елемента знаходимо систему(точку) з мінімальним значення показника  $k_2$ .

**2 етап:** Для кожного мережевого елемента знаходимо систему(точку) з мінімальним значення показника  $k_1$ .

**3 етап:** Виключаємо з розглядання всі інші варіанти як найгірші ( $A_1, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{12}$  і  $A_{13}$  для 1 елемента).

**4 етап:** Таким чином далі ми розглядаємо 32 варіанти.

Застосовуючи безумовний критерій переваги, виділяємо 5 варіантів, що підходять найліпше.

**5 етап:** Для того, щоб визначити найкращий варіант, необхідно ввести якийсь умовний критерій переваги,

наприклад критерій виду:  $\Delta k_1 < \Delta k_{1 \text{ доп}}$ .

Для якого  $k_{1 \text{ доп}}$  виявляється співвідношенням:  $\Delta k_{1 \text{ доп}} / k_1'' = a(\Delta k_2 / k_2'')$ ,

Для застосування цього критерію необхідно вибрати величину  $a$ :  $a = (\Delta k_{2 \text{ доп}} / k_2'')( \Delta k_1 / k_1'')$ .

8

## Визначення оптимальної СУ за двома показниками якості

№ варіанта	СУ мережею
1	+A <sub>2</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> E <sub>3</sub> (2,93; 71)
2	-A <sub>11</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> E <sub>3</sub> (2,93; 161)
3	-A <sub>2</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> E <sub>3</sub> (2,93; 78)
4	-A <sub>11</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> E <sub>3</sub> (2,93; 168)
5	+A <sub>2</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> E <sub>3</sub> (2,7; 91)
6	+A <sub>11</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> E <sub>3</sub> (2,5; 181)
7	-A <sub>2</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> E <sub>3</sub> (2,7; 98)
8	-A <sub>11</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> E <sub>3</sub> (2,5; 188)
9	-A <sub>2</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (2,93; 78)
10	-A <sub>11</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (2,93; 168)
11	-A <sub>2</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (2,93; 85)
12	-A <sub>11</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (2,93; 175)
13	-A <sub>2</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (2,7; 98)
14	+A <sub>11</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (2,15; 188)
15	-A <sub>2</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (2,7; 105)
16	+A <sub>11</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (0,3; 195)
17	-A <sub>2</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 53)
18	-A <sub>11</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 143)
19	-A <sub>2</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 60)
20	-A <sub>11</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 150)
21	-A <sub>2</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 73)
22	-A <sub>11</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 163)
23	-A <sub>2</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 80)
24	-A <sub>11</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 170)
25	+A <sub>2</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 50)
26	-A <sub>11</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 150)
27	-A <sub>2</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 67)
28	-A <sub>11</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 157)
29	-A <sub>2</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 80)
30	-A <sub>11</sub> B <sub>8</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 170)
31	-A <sub>2</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 87)
32	-A <sub>11</sub> B <sub>13</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub> E <sub>3</sub> (3,3; 177)

## ВИСНОВКИ

1. Визначено тенденції створення систем управління сучасними інфокомунікаційними мережами. Визначено основні завдання системи управління в умовах переходу до мереж наступного покоління.
2. Розроблено структуру автоматизованої системи управління діяльністю оператора зв'язку, а також визначено місце системи управління мережами інфокомунікацій в її структурі.
3. Визначено, що модель автоматизованої системи управління діяльністю оператора зв'язку має будуватися за допомогою карти eTOM, з розподілом всіх процесів управління між OSS та BSS підсистемами.
4. Надано поняття ефективної системи управління та розглянуті властивості і основні критерії оцінювання якості системи управління з різних точок зору, зважаючи на важливість кожної з них, різноманітність процесів та об'єктів, якими необхідно управляти, велику кількість інших чинників. Проведено наліз критеріїв, які характеризують оптимальну роботу такої системи.
5. Проведено розрахунок оптимальної системи управління за методом багатокритеріальної оптимізації.

Загалом можна сказати, що в умовах швидкої зміни технологій, появи нового досконалішого обладнання та загальної мінливої ситуації на ринку інформаційних та телекомунікаційних технологій процеси дослідження підвищення якості обслуговування та реалізації ефективних систем управління завжди будуть залишатися актуальними напрямками наукової та практичної діяльності в галузі інфокомунікації.

## **АПРОБАЦІЯ РОБОТИ**

### **Статті:**

1. Маяраш Д.Г. Дослідження процесів діяльності оператора телекомунікацій// Зв'язок. №5 (153), 2021.//подана до друку

### **Тези доповідей:**

1. Маяраш Д.Г. Роль OSS/BSS в діяльності оператора зв'язку // XIII Міжнародна науково-технічна конференція студентства та молоді «Світ інформації та телекомунікацій». – Київ: ДУТ, 2021. – С.221-223.

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!**