

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних електронних систем
Кафедра інфокомунікаційних систем і технологій

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

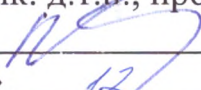
на тему:

«Методи та технології керування при функціонуванні
телекомунікаційних систем»

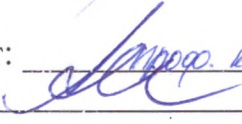
Виконав: студент 2-го курсу,
групи ТКС-21м
спеціальності 172 – Телекомунікації та
радіотехніка

 Леськов В.Д.

Керівник: д.т.н., професор каф. ІКСТ

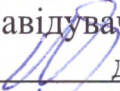
 Кичак В.М.
« 16 » 12 2022 р.

Опонент: проф. каф. каф. ІРТС

 Десагук В.С.
« 16 » 12 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІКСТ

 д.т.н., проф. Кичак В.М.

« 16 » 12 2022 р.

Вінниця ВНТУ – 2022 рік

Вінницький національний технічний університет
 Факультет інформаційних електронних систем
 Кафедра інфокомунікаційних систем і технологій
 Рівень вищої освіти II-й (магістерський) _____
 Галузь знань - 17– Електроніка та телекомунікації

(шифр і назва)

Спеціальність - 172 – Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма - Телекомунікаційні системи та мережі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІКСТ

д.т.н., професор В.М. Кичак

“14” 09 2022 року



З А В Д А Н Н Я **НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Леськову Віталію Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем

керівник роботи Кичак Василь Мартинович, доктор технічних наук, професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “14” 09 2022 року № 203

2. Строк подання студентом роботи 12 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи: визначення поточного стану або поведінки системи; зміни структури мережі для виконання нею заданої якості; утримання системи в необхідному стані за умови зовнішніх збуджувальних впливів; управління якістю та наданням послуг; управління характеристиками трафіку; моделі затримок в мережі.


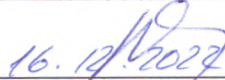
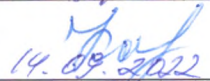



4. Зміст текстової частини: Загальна характеристика, задачі та функції систем керування телекомунікаційним обладнанням; аналіз технологій і методів керування, що використовуються при функціонуванні телекомунікаційних ситсем; аналіз та розробка моделей системи керування телекомунікаційними мережами; техніко-економічне обґрунтування та аналіз економічної ефективності; охорона праці

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень

Перелік завдань, які вирішуються за допомогою керування в ТКС; Складові функціональних груп завдань підтримки мережевих операцій з управління телекомунікаційною системою; Схема взаємодії менеджера, агента та керованого об'єкту; Логічна та функціональна багаторівнева архітектура TMN; Логіка розподілу управлінь структурою мережі на 3-х нижніх рівнях OSI; Модель системи управління сучасною телекомунікаційною мережею TCN;

Інформаційна модель архітектури мережі TMN; Схема взаємодії трьох каскадно пов'язаних мереж TMN

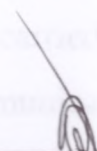
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Кичак В.М., професор кафедри ІКСТ	 14.09.2022	 16.12.2022
Аналіз економічної ефективності розробки	Кавецький В.В. доцент кафедри ЕТБМ	 14.09.2022	 16.12.2022
Охорона праці та безпека життєдіяльності	Далбіжко С.В. професор кафедри БЖДБ	 14.09.2022	 16.12.2022

7. Дата видачі завдання 01 вересня 2022 року

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка технічного завдання	12.09.2022р.	
2.	Загальна характеристика, задачі та функції систем керування телекомунікаційним обладнанням	07.10.2022р.	
3.	Аналіз технологій і методів керування, що використовуються при функціонуванні телекомунікаційних систем	28.10.2022р.	
4.	Аналіз та розробка моделей систем керування телекомунікаційними мережами	18.11.2022р.	
5.	Техніко-економічне обґрунтування розробки та аналіз економічної ефективності розробки	25.11.2022р.	
6.	Охорона праці та безпека життєдіяльності	02.12.2022р.	
7.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини	09.12.2022р.	
8.	Нормоконтроль МКР	12.12.2022р.	
9.	Попередній захист МКР, опонування МКР	14.12.2022р.	
10.	Захист МКР ЕК	19.12.2022р.	

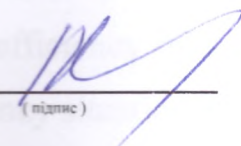
Студент



(підпис)

Леськов В.Д.

Керівник роботи



(підпис)

Кичак В.М.

АНОТАЦІЯ

Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем. Магістерська кваліфікаційна робота / В.Д. Леськов – ВНТУ, 2022 р. – 134 с., 31 рис., - українською мовою.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності системи керування при функціонуванні телекомунікаційних систем шляхом зменшення часу затримки в мережі керування та колах сигналізації. Проведений аналіз технологій і методів керування, які використовуються при функціонуванні телекомунікаційних систем, виконано розробку моделей системи керування телекомунікаційними мережами, оптимізована динамічна процедура керування структурою телекомунікаційних систем. Розроблені моделі затримок в мережі керування телекомунікаційних систем.

Проведено аналіз економічної ефективності розробки та принципів охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ANNOTATION

Management methods and technologies in the functioning of telecommunication systems. Master's qualification thesis / V.D. Leskov - VNTU, 2022 - 134 pp., 31 figures, - in Ukrainian.

The goal of the master's qualification work is to increase the efficiency of the control system in the functioning of telecommunication systems by reducing the delay time in the control network and signaling circuits. The analysis of technologies and management methods used in the functioning of telecommunication systems was carried out, the development of models of the management system of telecommunication networks was carried out, and the dynamic procedure for managing the structure of telecommunication systems was optimized. Developed models of delays in the control network of telecommunication systems.

An analysis of the economic efficiency of development and the principles of labor protection and safety in emergency situations was carried out..

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ЗАДАЧІ ТА ФУНКЦІЇ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМ ОБЛАДНАННЯМ.....	12
1.1 Загальна характеристика систем керування телекомунікаційним обладнанням.....	12
1.2 Задачі та функції систем керування в телекомунікаціях.....	14
1.3. Архітектура та багаторівневі представлення систем керування.....	17
1.4 Організація керування в телекомунікаційних системах.....	28
1.5 Висновки до розділу.....	33
2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ФУНКЦІОНУВАННІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	34
2.1 Технології керування забезпечення якості послуг.....	34
2.2 Методи реалізації механізмів забезпечення якості послуг.....	40
2.3 Керування структурою телекомунікаційної системи.....	41
2.4 Керування функціональними станами телекомунікаційної системи.....	43
2.5 Особливості системи керування мережею синхронізації цифрової ієрархії (SDH).....	45
2.6 Висновки до розділу.....	55
3 АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ.....	55
3.1 Модель системи керування телекоіунікаційними мережами.....	55
3.2 Інформаційна модель архітектури мережі синхронізації цифрової ієрархії (SDH).....	58
3.3 Оптимізація динамічної процедури керування структурою телекомунікаційних систем.....	62
3.4 Розробка моделі затримок в мережі керування телекомунікаційних систем.....	66
3.5 Висновки до розділу.....	74

4	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	75
4.1	Оцінювання наукового ефекту	75
4.2	Розрахунок витрат на здійснення науково-дослідної роботи	78
4.2.1	Витрати на оплату праці.....	78
4.2.2	Відрахування на соціальні заходи.....	81
4.2.3	Сировина та матеріали.....	81
4.2.4	Розрахунок витрат на комплектуючі	83
4.2.5	Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт.....	83
4.2.6	Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт.....	84
4.2.7	Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень.....	84
4.2.8	Паливо та енергія для науково-виробничих цілей.....	85
4.2.9	Службові відрядження.....	86
4.2.10	Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації.....	87
4.2.11	Інші витрати.....	87
4.2.12	Накладні (загальновиробничі) витрати	88
4.3	Оцінювання важливості та наукової значимості науково-дослідної роботи.....	89
4.4	Висновки до розділу.....	90
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...91	
5.1	Технічні рішення з безпечного виконання досліджень і проектування....91	
5.1.1	Вимоги безпеки під час роботи з екранними пристроями.....91	
5.1.2	Електробезпека.....93	
5.2	Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....94	
5.2.1	Мікроклімат.....94	
5.2.2	Склад повітря робочої зони.....95	
5.2.3	Виробниче освітлення.....95	
5.2.4	Виробничий шум.....96	
5.2.5	Електромагнітні випромінювання.....97	

5.2.6 Психофізіологічні фактори.....	99
5.3 Режими радіаційного захисту.....	103
5.4 Висновки до розділу.....	105
ВИСНОВКИ.....	106
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	107
ДОДАТКИ.....	109
Додаток А Технічне завдання.....	110
Додаток Б (обов'язковий) Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	117
Додаток В Перелік завдань, які вирішуються за допомогою керування в ТКС.....	119
Додаток Г Складові функціональних груп завдань підтримки мережевих операцій з управління телекомунікаційною системою.....	121
Додаток Д Схема взаємодії менеджера, агента та керованого об'єкту	123
Додаток Е Логічна та функціональна багаторівнева архітектура TMN	125
Додаток Ж Логіка розподілу управлінь структурою мережі на 3-х нижніх рівнях OSI.....	127
Додаток З Модель системи управління сучасною телекомунікаційною мережею TSN.....	129
Додаток К Інформаційна модель архітектури мережі TMN.....	131
Додаток Л Схема взаємодії трьох каскадно пов'язаних мереж TMN.....	133

ВСТУП

Актуальність роботи. Технічною базою розвитку сучасного інформаційного суспільства є телекомунікаційні системи (ТКС), які забезпечують неперервний обмін інформації. Недостатньо лише накопичити інформацію – потрібно ще донести її до користувачів, причому так, щоб користувачі не відчували дискомфорту в процесі приймання та сприйняття інформації. Саме забезпечення функціонування інфраструктури всебічного обміну інформацією є головною задачею ТКС. Звісно інтенсивний розвиток інформаційних технологій потребує не менш значного розвитку ТКС, але при цьому телекомунікації повині випереджати у своєму розвитку техніку накопичення інформаційних ресурсів, щоб не гальмувати доступ до них користувачів. З метою забезпечення якісного передавання інформації з урахуванням усіх можливих умов розташування користувачів ТКС постійно удосконалюється та трансформується (адаптується) підвищуючи пропускну здатність, швидкодію, надійність і т.ін. В результаті цього зв'являється велика кількість принципово нових ТКС і спостерігається подальший процес їхньої конвергенції та інтелектуалізації [1]. Функціонування ТКС та мережі з вказаними вимогами не можливе без їх обслуговування на різних рівнях з допомогою гнучкої стандартної системи керування.

В загальному випадку обслуговування може зводитись до автоматичного напіваавтоматичного або ручного керування ТКС, її тестуванням і збором статистики про проходження сигналів, які викликають в неординарних або аварійних ситуаціях, а також менеджеру або адміністративному керуванню мережею. В свою чергу ці функції неможливо виконувати без різного роду сигналізації про стан мережі, наприклад сигналізації про виникнення аварійного стану в мультиплексах, регенераторах і т.ін. Сигналізація повина здійснювати за спеціально вбудованим або зарезервованим для цього службових каналів, які звязують керуючі систем, керуючі об'єкти або елементи мережі керування.

Головною задачею системи керування телекомунікаційною мережею є

забезпечення впевненості в тому, що якість послуг зв'язку, які надає мережа своїм клієнтам, відповідає специфікації. Абонент платить з даний йому за час сеансу зв'язку якісні послуги і він буде отримувати від мережі відповідне обслуговування, за включення незначних втрат якості, які обумовлені деякими помилками функціонування мережі. Метою системи керування мережею зв'язку є зменшення цієї помилки (пропусків, переривання, переповнень і т.ін.) у відповідності необхідною якістю надання послуг споживачам.

Другою важливою задачею системи керування зв'язком є розподіл проходження через мережу інформаційного цифрового потоку (трафіка) таким чином, щоб споживача могли обслуговувати мінімальна кількість задіяного в мережі обладнання без впливу на навантаження та забезпечення „запасного шляху” у випадку виникнення аварійних ситуацій при відмови якого небув елементу мережі.

Таким чином, загальну задачу функціонування системи керування зв'язком можна сформулювати наступним чином: система керування мережею зв'язку повина обслуговувати максимальну кількість споживачів послуг зв'язку при повному забезпеченні якості надаваних споживачу послуг і бути найбільш ефективною з точки зору ціни. Таким чином система керування зв'язком є невідомою складовою телекомунікаційної мережі.

Аналіз останніх досліджень. Питанням розробки теоретичних основ побудови систем керування зв'язком, розробці методів підвищення їх ефективності та якості присвячені праці В.В.Поповського, В.К.Стеклова, В.І.Корнієнка, Л.Н.Беркман, П.П.Воробієнка та інших [3, 4, 8].

У відомих працях [1,2,3] розглядається типова концепція мережі керування зв'язком, яка широко використовується в сучасних мережах зв'язку, наведено структурні схеми та характеристики підсистеми керування синхронізацією, оцінена техніко-економічна ефективність від впровадження системи керування мережею зв'язку. Значна увага приділяється розробці та дослідженню структурних елементів мережі, розглядаються методи підвищення пропускної спроможності мережі зв'язку.

Проте, в наведених роботах мало уваги приділяється оцінюванню впливу системи керування на швидкодію та завадостійкість телекомунікаційної мережі в цілому, з урахуванням системи керування.

Крім того, мало уваги приділяється питанням оптимізації динамічної процедури керування структурою телекомунікаційної системи.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності системи керування при функціонуванні телекомунікаційних систем шляхом зменшення часу затримки в мережі керування та колах сигналізації.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі,

- провести аналіз технології керування, що використовуються при функціонуванні телекомунікаційних систем і мереж;
- провести аналіз методів реалізації механізмів забезпечення якості послуг (QoS);
- провести аналіз методів і технологій керування структурою телекомунікаційної системи;
- вивчити особливості систем керування мережею синхронної цифрової ієрархії (SDH);
- розробити моделі систем керування телекомунікаційними мережами;
- розробити модель затримок в мережі керування телекомунікаційними системами.

Об'єктом дослідження є процеси перетворення інформаційних сигналів у системі керування мережею зв'язку в процесі їх функціонування.

Предметом досліджень є структурна схема системи керування телекомунікаційною системою та мережею зв'язку.

Методи дослідження. В роботі використовуються основні положення матриць, теорія графів, теорія ймовірності, теорія похибок, методи оптимізації структурних схем.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

- удосконалено математичну модель оцінювання затримок сигналів в

телекомунікаційній мережі, яка на відміну від відомих враховує затримки сигналів у мережі крування;

- удосконалено метод оптимізації структури мережі керування зв'язком, кий на відміну від відомих, використовує рекурсивний алгоритм, що мінімізує перевантаження в мережі при виконанні заданих умов.

Практичне значення роботи полягає в наступному:

- удосконалена методична модель дає можливість визначити шляхи підвищення швидкої системи дає можливість визначити шляхи підвищення швидкодії системи керування мережею зв'язку та телекомунікаційної мережі в цілому;

- удосконалений метод оптимізації структури мережі керування зв'язком має важливе значення, оскільки при його використанні відсутнє додаткове навантаження, пов'язане з передаванням службового трафіка.

Матеріали досліджень доповідались на науковому семінарі кафедри інфокомунікаційних систем і технологій Вінницького національного технічного університету у 2022 році.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ЗАДАЧІ ТА ФУНКЦІЇ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМ ОБЛАДНАННЯМ

1.1 Загальна характеристика систем керування телекомунікаційним обладнанням

Будь-яка ТЛК-система, а тим більш складна та територіально розгалужена програмно-апаратна система, що функціонує у режимі реального часу, потребує керування. Тобто, має існувати система керування ТЛК-системою, яка була б здатна забезпечити її нормальне функціонування. Якщо така система керування реалізована штатними засобами керованої ТЛК-системи, то її логічно назвати підсистемою керування, що функціонує у складі ТЛК-системи. Проте на практиці функціонують також системи керування, що є фізично відокремленими від штатних засобів керованої ТЛК-системи. У цьому випадку основну частину спеціалізованого обладнання, що здійснює функції керування, розміщують на спеціально виділеному вузлі керування, а інші частини цього обладнання інсталиують безпосередньо на вузлах керованої ТЛК-системи. Такі системи керування називають централізованими. Розосереджений характер будь-якої великої глобальної мережі робить неможливою її підтримку без централізованої системи керування (яка має англійську назву *NMS* — *Network Management System*). Використовуються також і комбіновані системи керування, коли частина управлінських функцій виконуються штатними (як, іноді, кажуть - локальними) засобами керування, а інша частина управлінських функцій реалізуються централізованою системою керування [1].

Локальні механізми керування (тобто, ті механізми, що функціонують у складі штатного обладнання окремих активних елементів ТЛК-системи - комутаторів, маршрутизаторів, шлюзів тощо), як правило, реалізуються засобами операційних систем (ОС), що інстальовані локально на цих складових елементах обладнання ТЛК-системи.

Використовуються також окремі локально інстальовані програми

керування. Цим програмам притаманний більш високий рівень функціональності щодо вирішення задач керування у порівнянні із функціональністю штатних засобів ОС, проте і він (тобто, рівень) у багатьох випадках не є достатнім, щоб здійснювати ефективне керування глобальною багатовузловою ТЛК-системою.

Зазвичай кожний активний елемент ТЛК-системи має власну штатну підсистему керування. Наприклад, якщо розглядати структуру типової мережі стільникового зв'язку, то неважко упевнитись, що, зокрема, кожна із базових станцій має власну підсистему керування, контролери базових станцій також мають власні підсистеми керування, вузли комутації каналів мають свої штатні підсистеми керування і т.д. щодо кожного активного елемента цієї мережі. І якщо ТЛК-система складається із невеликої кількості вузлів, то на практиці зазвичай обмежуються застосуванням лише локальних засобів керування, а узгодження сумісної роботи цих вузлів здійснюється адміністраторами за допомогою звичайного телефонного зв'язку. Однак щоб керувати ТЛК-системою більш-менш значних розмірів як єдиним діючим цілим, необхідно використовувати централізоване керування.

Обладнання ядра централізованої системи керування однорідною мережею (що, як вже вказувалось, зазвичай розташоване на окремо виділеному вузлі керування) являє собою більш-менш просту програмно-апаратну систему. Однак для керування великими неоднорідними ТЛК-мережами, на вузлах котрих інстальовані неоднотипні локальні засоби керування (такі мережі іноді називають гетерогенними), доводиться застосовувати складні програмно-апаратні комплекси засобів, що у сукупності утворюють так звані інтегровані системи керування [2].

Система керування має бути здатною одночасно вирішувати багато різноманітних задач та підкоряться певній загальній для усіх вузлів меті керування, наприклад досягненню відповідності між показниками якості функціонування прикладних систем, що запускаються у роботу користувачами ресурсів ТЛК-системи, та параметрами ТЛК-обладнання, що надає ТЛК-

послуги цим прикладним системам.

Зазвичай NMS функціонує в автоматизованому режимі, виконуючи типові однозначно визначені управлінські дії автоматично, у той час як логічно більш складні завдання, що потребують застосування інтелекту людини, мають вирішувати адміністратори ТЛК-системи. Адміністратори усієї ТЛК-системи здійснюють керування системою за допомогою системних терміналів вузлу керування. На цьому вузлі в автоматичному режимі у реальному часі збираються різноманітні дані про стан обладнання у кожному вузлі ТЛК-системи та стан трафіку у кожному каналі. Усі ці дані проходять обробку на вузлі керування (і не тільки на ньому) та в узагальненому вигляді надаються адміністраторам мережі. (Зрозуміло, що адміністратори при потребі можуть отримувати і детальну інформацію щодо кожного параметру системи, що їх цікавить).

1.2 Задачі та функції систем керування в телекомунікаціях

Теоретично прийнято розглядати цілеспрямовані системи. ТКС також є цілеспрямованою системою, що обробляє трафік, що надає послуги із заданим рівнем якості. Такі системи здатні вирішувати такі класи завдань (рис. 1.1) [3]:

- цілепокладання (ідентифікації) - визначення поточного стану або поведінки системи або окремих функцій;
- реструктуризації - зміни структури мережі для виконання нею заданої якості (відновлено ін після виходу з ладу окремих мережевих елементів, рестарту після збою, перерозподілу мережевих ресурсів);
- реконфігурації - зміни конфігурації інформаційних потоків під дією випадкового і нестаціонарного трафіку. Завдання виконується при керуванні та комутаторами, маршрутизаторами, шлюзами;
- стабілізації — утримання системи в необхідному стані за умови зовнішніх збуджувальних впливів. Така властивість стану системи ще зветься інваріантністю;

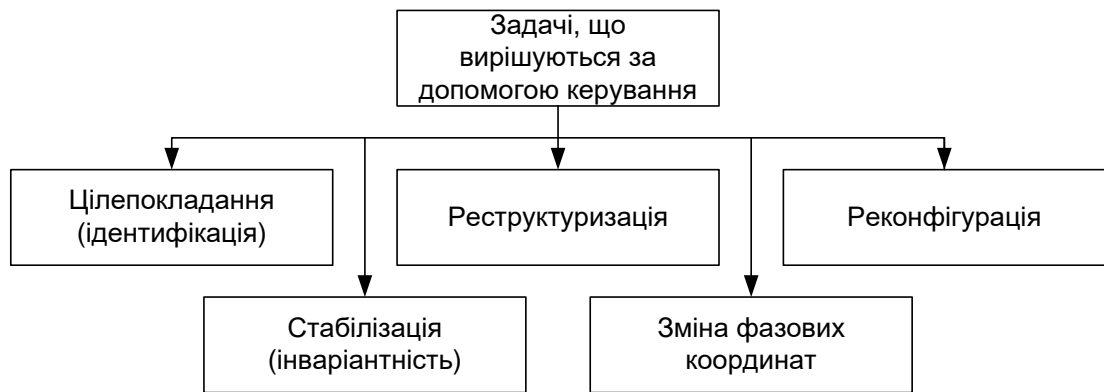


Рисунок 1.1 - Перелік завдань, які вирішуються за допомогою управління

- зміни координат, переведення системи з одного стану до іншого. Ця зміна стану відбувається у фазовому просторі як рух із цієї точки до кінцевої, яка може здійснюватися за певною траєкторією або за заданий (найкоротший) час. У цьому випадку оптимізаційна задача може вирішуватися як термінальна (фінальна) за час t_F або може перейти в завдання стабілізації на нескінченному інтервалі.

Очевидно, у завданнях реструктуризації та реконфігурації використовується морфогенетичний метод щодо їх вирішення; у завданнях стабілізації та переведення системи в інший стан використовується гомеостатичний метод.

В даний час для управління ТКС розроблено кілька відомих концепцій. Найбільш відомими концепціями побудови управління в телекомунікаціях, які вже використовуються або плануються для використання, є TMN та TINA. Разом з тим рекомендації, дані в цих технологіях, базуються на загальних ідеях та принципах цього управління. Далеко не всі ідеї та принципи детально опрацьовані. Для тих небагатьох, які опрацьовані, деталізація зосереджується в програмному забезпеченні, доступ до якого обмежений. Однак всі ці конкретності спираються на традиційні, класичні алгоритми, які, у свою чергу, ґрунтуються на відомих теоріях, таких, як: теоріях оцінок та оптимального управління, методах ідентифікації, прийняття рішень та ін., які будуть розглянуті та використані нижче.

Функції управління в ТКС досить різноманітні та їх досконале уявлення поки що не отримано, незважаючи на чималі зусилля розробників та різних виробників. У проблемі управління ТКС можна виділити три основні функціональні групи завдань [3, 4]:

- керування інфраструктурою;
- управління якістю та наданням послуг;
- керування інтерфейсами взаємодії з клієнтами.

На рисунку 1.2 представлена структура цих функціональних груп завдань підтримки мережевих операцій, пов'язаних з управлінням ТКС.

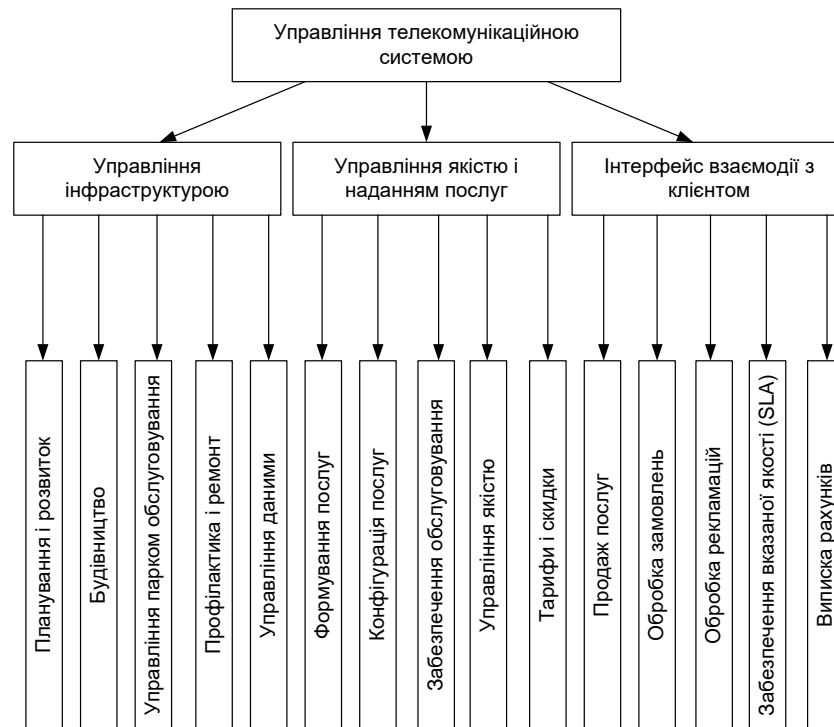


Рисунок 1.2 - Складові функціональних груп завдань підтримки мережевих операцій з управління телекомунікаційною системою

Нас у цьому випадку цікавить як управління в цілому ТКС (ситуаційне управління), що допускає значний вплив рішень ЛПР, так і завдання автоматичного оптимального управління, основне зосередження яких групується на системоутворюючому транспортному рівні.

1.3 Архітектура та багаторівневі представлення систем керування

Керування сучасними ТЛК-системами - одна з основних груп технологічних процесів, що впроваджені в експлуатаційну практику завдяки зусиллям як багатьох провідних ТЛК-корпорацій, так і міжнародних організацій, що регламентують діяльність у сфері телекомунікацій. Запропоновано кілька моделей систем керування ТЛК-системами, щодо котрих інтерес викликають, перш за все, такі категорії як архітектура та протоколи системи керування.

Одна з основних моделей керування складними ТЛК-системами є модель TMN (Telecommunication Management Network), що розроблена спільними зусиллями ІТУ-Т (телекомунікаційне відділення Міжнародного союзу електрозв'язку, МСЕ-Т), ІСО (міжнародна організація із стандартизації), АНСІ (американський інститут із стандартизації) та ЕТСІ (європейський інститут із стандартизації) і прийнята в якості міжнародного стандарту у сфері управління телекомунікаційним обладнанням. Модель керування TMN створена у рамках концепції інформаційної взаємодії відкритих систем (OSI), що підтримується ІСО. Модель TMN відображає складну інтегровану багаторівневу ієрархічну систему керування, що має мережну структуру. Проте її не завжди доцільно використовувати на практиці (вона є дуже складною та громіздкою, оскільки охоплює усю можливу множину архітектур ТЛК-систем). Тим не менш, концепція цієї моделі знайшла використання в задачах аналізу функціонування тих чи інших засобів та механізмів керування в телекомунікаціях.

У рамках моделі TMN розроблено Рекомендацію ІТУ-Т Х.700 та міжнародний стандарт ІСО 7498-4, згідно з якими уся сукупність задач керування поділена, перш за все, на п'ять функціональних груп. Декомпозиція функціональності керування виконана таким чином, що в кожену із цих груп увійшли задачі керування приблизно однакового функціонального призначення, а саме:

1) Керування конфігурацією параметрів ТЛК-обладнання та найменуванням (Configuration Management).

Конфігуруються параметри як окремих компонентів, так і ТЛК- системи у цілому. Визначаються мережні адреси, ідентифікатори (імена) об'єктів керування, їх географічне розташування тощо. Якщо ТЛК-система має мережну структуру, то вирішується задача побудови так званої мапи (карти) мережі, тобто відображення реальних зв'язків між елементами мережі, відображення на карті фізичних та логічних каналів, побудова таблиць комутації та маршрутизації. Побудова та підтримка у реальному часі мапи мережі вважається складною та відповідальною задачею. Її вирішення може здійснюватися у ручному, автоматичному (шляхом зондажу) та напівавтоматичному режимах. Методи побудови мапи зв'язків мережі - це фірмові розробки, які не знайшли широкого висвітлення у спеціалізованій літературі. Налаштування (настройка) комутаторів та маршрутизаторів на підтримку маршрутів та логічних віртуальних каналів - це те ж задача, що відноситься до функціональної групи Configuration Management.

2) Вияв та знешкодження збоїв та помилок у роботі ТЛК-обладнання (Fault Management).

У рамках цієї функціональної групи задач виконується реєстрація помилок, повідомлення про помилки, фільтрація повідомлень (наприклад, надсилаються на адресу адміністратора тільки найбільш важливі повідомлення), маршрутизація повідомлень до необхідних підсистем системи керування, кореляційний аналіз виявлених помилок на основі певним чином вибраної кореляційної моделі з метою виявлення причин помилок. Вирішуються також проблеми невідповідності параметрів нормам, аналіз телекомунікаційних протоколів, діагностика та ремонт ТЛК-обладнання і т. ін..

3) Забезпечення продуктивності та надійності роботи ТЛК-обладнання (Performance Management).

Вирішуються задачі інженерії трафіка з метою підтримки заданих значень параметрів якості надання послуг (параметри QoS) та параметрів мережної

досконалості (параметри NP), зокрема коефіцієнту готовності обладнання (інтегральний показник надійності обладнання) та коефіцієнту використання обладнання (інтегральний показник ефективності використання обладнання). До групи Performance Management відносяться також задачі побудови процедур резервування обладнання та задачі поточного контролю виконання положень укладених сервісних угод (SLA) і оперативного усунення виявлених порушень цих угод.

У процесі експлуатації ТЛК-системи накоплюється статистика щодо таких параметрів як час реакції системи, затримки у передаванні інформації, інтенсивність трафіку, коефіцієнт готовності обладнання тощо. Ці статистичні дані потрібні для прогнозування роботи системи та підготовки необхідних управлінських рішень щодо оптимізації її параметрів. Збір статистичних даних та їхня обробка також здійснюються у рамках вирішення задач Performance Management.

4) Підтримка прийнятої політики забезпечення захисту інформаційних ресурсів ТЛК-системи (Security Management).

До цієї функціональної групи відносяться, перш за все, задачі розмежування доступу до ресурсів ТЛК-системи, забезпечення цілісності даних, ідентифікації, автентифікації та авторизації суб'єктів та об'єктів доступу, фільтрації, тунелювання та шифрування інформації, розподілу ключів шифрів.

5) Облік використаних ресурсів ТЛК-системи на визначених інтервалах часу (Accounting Management).

Реєстрація часу використання ресурсів мережі: каналів, маршрутизаторів, комутаторів тощо. Визначення плати за використані ресурси - білінг.

По-друге, у склад моделі TMN входить ще один класифікатор задач керування, однак вже не за ознакою функціональності, а за ступенем агрегованості (деталізації) елементів об'єкту керування. Зокрема, за цією ознакою прийнято наступне ієрархічне п'ятирівневе представлення задач керування: рівень елементів мережі, рівень управління елементами мережі,

рівень керування всією мережею, рівень керування мережними послугами та рівень бізнес-керування. Як бачимо, в якості самого дрібного рівня агрегованості ТЛК-системи узято рівень її складових елементів (це можуть бути задачі підтримки найбільш дрібних елементів обладнання ТЛК-системи - наприклад індикаторних та (або) виконавчих механізмів, що інсталювані у складі комутатора, маршрутизатора, шлюзу тощо або задачі підтримки більш агрегованих елементів обладнання - комутаторів, маршрутизаторів, шлюзів тощо або, навіть, усього обладнання окремого вузлу ТЛК-мережі), а в якості найбільш агрегованого об'єкту керування пропонується розглядати бізнес-керування ТЛК- системою. Проміжні рівні агрегованості згідно цієї моделі керування - рівень управління елементом системи (це – задачі управління механізмами комутатора або маршрутизатора або шлюзу або вузлового обладнання і т.ін.), рівень керування всією ТЛК-системою (це, як правило, задачі централізованого керування) та рівень керування наданням послуг (це - задачі служби QoS) [5]. Візуально взаємозв'язок задач керування згідно з моделлю TMN нагадує піраміду, що представлена на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 - Взаємозв'язок задач керування згідно з моделлю *TMN*

- 1 - управління конфігурацією; 2 - управління усуненням недоліків;
- 3 - управління якістю передавання; 4 - управління розрахунками;
- 5 - управління захистом інформації

В основі архітектури систем керування сучасними ТЛК- системами, як правило, лежить так звана схема «менеджер - агент». Використання цієї схеми, а також відповідним чином побудованої моделі керованого об'єкту (МКО) дозволяє автоматизувати процес керування.

Схема керування виду «менеджер - агент». Найбільш простий варіант архітектури автоматизованої системи керування представляється у вигляді сукупності двох підсистем - керуючої та керованої, що знаходяться між собою у стані постійної інформаційної взаємодії. Об'єкт, що підлягає керуванню, знаходиться у складі керованої підсистеми, а менеджер, тобто суб'єкт (людина) або об'єкт (автомат), що повинен приймати управлінські рішення та ініціювати команди відповідно до цілей керування, знаходиться у складі керуючої підсистеми. В якості керованого об'єкту може розглядатися будь-який елемент ТЛК- системи будь-якого рівня агрегованості. Цілеспрямоване керування може здійснюватися лише на основі певних знань про стан керованого об'єкту. Ці знання черпаються менеджером із моделі керованого об'єкту (МКО). МКО є спрощеним (точніше, - утисненим) відображенням реального об'єкту, що підлягає керуванню, оскільки у цій моделі відображаються лише ті і саме ті характеристики (параметри) реального об'єкту, що мають безпосереднє відношення до ефективності процесу керування. Характеристики керованого об'єкту у реальному масштабі часу, як правило, змінюються. Для того, щоб ці зміни адекватно відображалися у МКО, необхідно вимірювати показники характеристик керованого об'єкту і на основі отриманих результатів змінювати МКО синхронно із змінами його стану. В якості організатора вищеназваних процесів у реальному часі виступає представник менеджера, тобто його агент, котрий безпосередньо знаходиться у місці розташування керованого об'єкту і має змогу, з одного боку, підтримувати актуальність МКО, а з другого боку, виконувати команди, що надходять від менеджера. Таким чином, у складі керуючої підсистеми знаходиться менеджер, що у реальному часі отримує інформацію із МКО про стан керованого об'єкту і на основі цієї інформації приймає управлінські рішення. А інформацію для менеджера на стороні

керованої підсистеми добуває (також у реальному часі) агент. Агент безпосередньо взаємодіє із всілякими фізичними давальниками та лічильниками, обчислювачами визначальних параметрів якості функціонування ТЛК-обладнання та якості надання послуг, вимірювачами трафікових навантажень, виявлячами та фільтрувальниками системних подій, пороговими схемами та виконавчими механізмами, будь-якими іншими контролюючими та виконавчими механізмами, що здатні напряму контролювати роботу керованого об'єкту та змінювати його стан у бажаному напрямі згідно із цілями керування.

Більш конкретно принцип взаємодії менеджера з агентом під час керування будь-яким елементом ТЛК-системи будь-якого рівня агрегованості (іншими словами, під час керування будь-яким ресурсом ТЛК-системи) пояснюється за допомогою схеми, що відображена на рисунку 1.4.

Як бачимо, поряд з агентом та менеджером у схему взаємодії включена також модель керованого об'єкту (МКО). МКО присутня на схемі як на стороні керованої підсистеми, так і на стороні керуючої підсистеми. Тобто, і менеджер і агент працюють із відображеннями однієї і тієї ж моделі керованого об'єкту. Проте у відображенні цієї моделі на різних сторонах схеми „менеджер - агент”, а також у використанні цієї моделі менеджером і агентом існують суттєві відмінності.



Рисунок 1.4 - Схема взаємодії менеджера, агента та керованого об'єкту

Перш за все, важливо підкреслити, що у рамках архітектури керування за схемою „менеджер - агент” відображенням моделі керованого об’єкту є так звана база даних керуючої інформації (Management Information Base, MIB).

Відображення МКО на стороні керованої підсистеми назвемо базою MIB агента, а відображення МКО на стороні керуючої підсистеми назвемо базою MIB менеджера. База MIB агента являє собою сукупності поточних значень показників характеристик керованого об’єкту, що були виміряні та, можливо, пройшли попередню обробку у реальному часі за допомогою спеціалізованих інструментальних засобів на стороні керованої підсистеми. Іншими словами, поточний стан керованого об’єкту відображається у базі MIB агента у вигляді сукупностей поточних значень показників характеристик цього об’єкту.

Таким чином, керування за схемою „менеджер - агент” полягає у наступному (див. рис. 1.4). Агент наповнює MIB керованого об’єкту поточними значеннями його характеристик, а менеджер витягує із MIB, що розташована на керуючій стороні, дані, що дозволяють йому приймати обґрунтовані управлінські рішення. Окрім того, менеджер може запитувати через агента значення параметрів, що знаходяться у MIB агента, і передавати агенту інформацію, на основі котрої цей агент повинен безпосередньо керувати об’єктом. Отже, агент може розглядатися як посередник між керованим об’єктом та менеджером. Зрозуміло, що агент може поставляти менеджеру лише ті дані, що зберігаються у MIB.

Менеджер та агент взаємодіють відповідно до стандартних протоколів, що називаються протоколами керування. Менеджер розміщується, зазвичай, на окремому комп’ютері (консолі адміністратора). Цей комп’ютер приєднується до обладнання, що потребує керування. Менеджер (зокрема, той, що функціонує у складі вузлу централізованого керування) може взаємодіяти одночасно з декількома агентами. Проте у загальному випадку у складі однієї системи керування може існувати кілька керуючих підсистем та декілька керованих підсистем. Малоімовірний, але можливий випадок, коли кілька керуючих підсистем взаємодіють з однією керованою підсистемою. Більш

реалістичною виглядає ситуація, коли одна керуюча підсистема одночасно взаємодіє з декількома керованими підсистемами. У будь-якому разі взаємодія здійснюється відповідно до схеми „менеджер - агент”.

У більшості випадків на практиці агенти вбудовують напряму в апаратні та (або) програмні елементи керованого обладнання. Зрозуміло, що у цьому разі агентам необхідно присвоїти окремі мережні адреси та (або) забезпечити їх фізично або логічно виділеними портами, через котрі має здійснюватися їхня інформаційна взаємодія із менеджерами. Щодо менеджерів то вони реалізуються як програмними, так і спеціалізованими апаратними засобами. У разі централізованого керування вони входять до складу окремо виділених вузлів керування. Менеджери також можуть входити до складу засобів локального керування яким- небуть елементом ТЛК-мережі [4, 5].

У випадках, коли безперервна робота системи керування не передбачається, агенти разом із управляючою програмою (тобто, менеджером) можуть інсталюватися локально на окремому переносному комп'ютері. У разі потреби цей комп'ютер приєднується до обладнання, що потребує керування.

Мережі внутрішньосмугового та позасмугового керування. Інформаційна взаємодія менеджерів з агентами може здійснюватися як через окремо виділені канали зв'язку, так і в загальному потоці інформаційних сигналів, спільних для користувачьких даних та сигналів керування. У цьому контексті розрізняють внутрішньосмугове керування (або керування типу In-band) та позасмугове керування (або керування типу Out-of-band). Якщо керуючі сигнали проходять через той же канал, що і користувачькі дані (наприклад, повідомлення протоколу керування, згідно з котрим взаємодіють агенти з менеджером, транспортуються тими ж каналами IP-мережі, що і пакети користувачів цієї мережі), то маємо справу із внутрішньосмуговим керуванням. Якщо ж менеджер вузлу керування контролює IP- маршрутизатор і взаємодіє із своїми агентами, що в нього вбудовані, через канали окремої спеціально виділеної мережі керування, то маємо справу із позасмуговим керуванням.

Зрозуміло, що на створення окремої мережі керування потрібні значні фінансові ресурси. Проте позасмугове керування є набагато більш надійнішим і захищеним від несанкціонованого доступу.

Схема „менеджер - агент” має застосування також і у тих випадках, коли необхідно побудувати розподілені системи керування. Наприклад такі, що відображені на рис.1.5 - 1.7.

Виміряні поточні значення параметрів контрольованого НЕ агент поміщає у свою базу МІВ (на рисунках ці бази не відображені). Менеджери вилучають дані із баз МІВ своїх агентів, відповідним чином оброблюють їх і оброблені дані поміщають у свої бази даних, тобто у бази МІВ менеджерів. На основі цих даних менеджери у відповідності із своїми управляючими програмами, що закладені у їхню пам'ять, здійснюють процес автоматичного керування (і контролю) тими НЕ, що їм підпорядковані [3, 4].

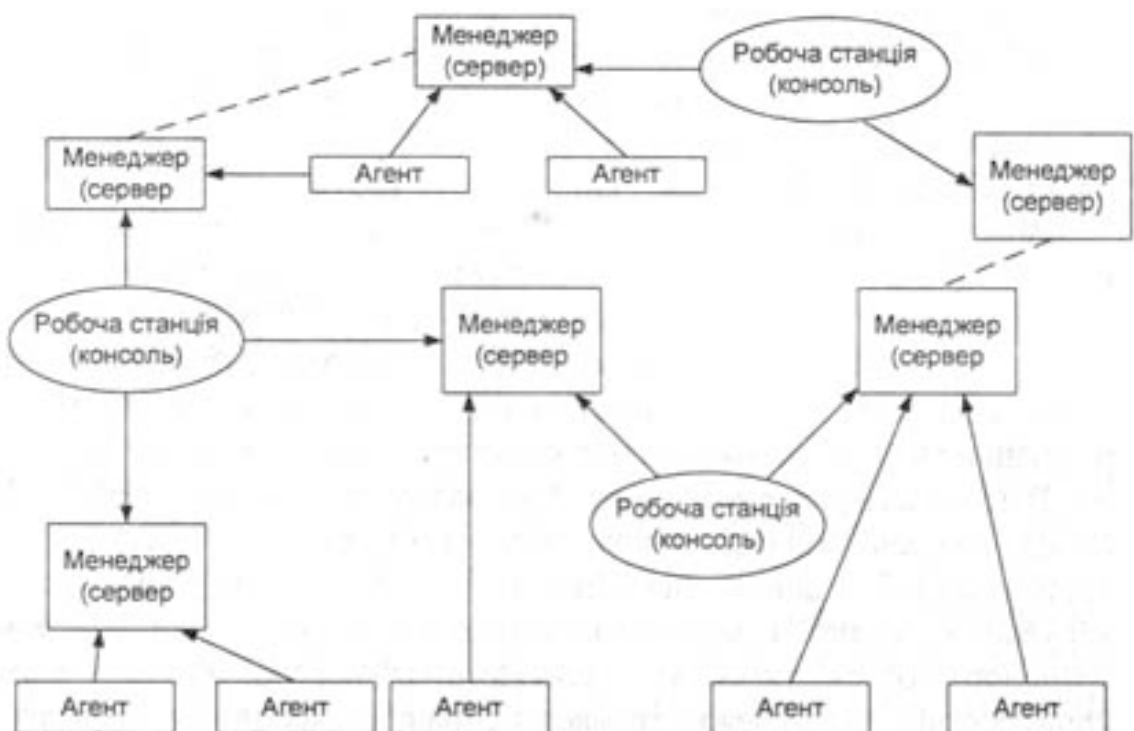


Рисунок 1.5 - Розподілена система керування на базі кількох менеджерів та робочих станцій

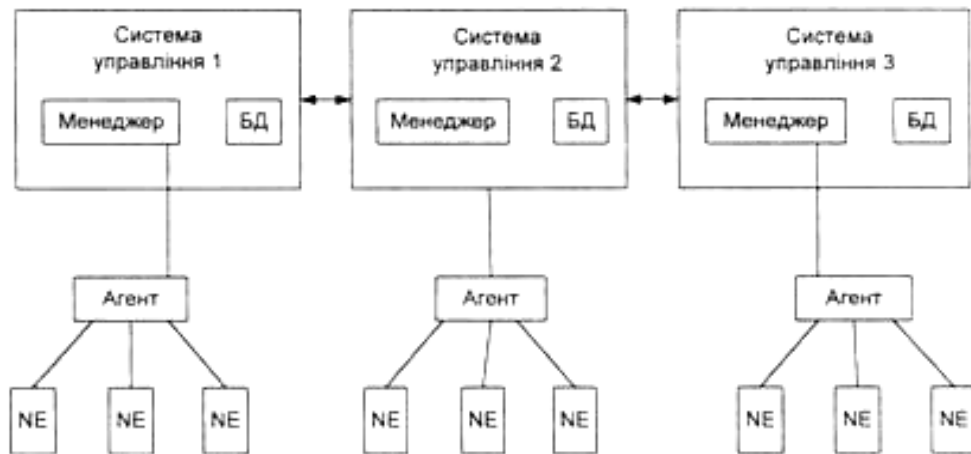


Рисунок 1.6 - Однорангові зв'язки між менеджерами

Адміністратори ТЛК-системи, що працюють за клавіатурами робочих станцій, мають можливість підключитися до будь-якого менеджера (або до кількох менеджерів одразу) і за допомогою графічного інтерфейсу оглянути дані щодо поточного стану об'єкту керування, а також видати менеджерам певні директиви з метою оптимізації роботи цього об'єкту або його окремих елементів. Включення у систему керування кількох менеджерів дозволяє розділити між ними навантаження із обробки даних керування та забезпечити масштабованість системи. Здебільшого використовуються два типи зв'язків між менеджерами - одноранговий та ієрархічний.

У випадку однорангових зв'язків (див. рис. 1.6) маємо децентралізовану систему керування. Кожен із менеджерів вирішує свою групу управлінських завдань і користується інформацією тільки від тих агентів, що йому підпорядковані. Менеджери є незалежними один від одного, а координація їхньої роботи досягається за рахунок обміну інформацією між базами даних менеджерів.

Ієрархічна структура зв'язків між менеджерами, що відображена на рис. 1.7, є більш гнучкою. Гнучкість забезпечується тим, що кожен менеджер більш низького рівня у той же час виконує функції агента для менеджера більш вищого рівня. Як наслідок, у бази МІВ менеджерів більш вищих рівнів заноситься тільки та інформація, котра вже цілеспрямовано оброблена

менеджерами більш низьких рівнів. Це підвищує якість та гнучкість керування, а також суттєво скорочує обсяги інформації, що циркулює між різними рівнями системи керування.

Система управління мережею. Схема „менеджер - агент” лежить в основі найбільш поширених стандартів мережного керування на основі протоколів SNMP та CMIP. Міжнародні організації ISO та ITU-T у рамках моделі TMN підтримують протокол керування CMIP (Common Management Information Protocol), що придатний для використання при побудові системи керування ТЛК-системою будь-якого ступеню складності. CMIP - це повнофункціональний спеціалізований протокол, орієнтований на керування великими територіально розгалуженими ТЛК- системами (тобто, ТЛК-мережами). Проте протокол CMIP є дуже складним у реалізації. Тому для керування не дуже складними і не дуже великорозмірними ТЛК-системами застосовують більш прості протоколи. Одним із таких простих протоколів, що широко використовуються для керування мережами Інтернет є протокол SNMP (Simple Network Management Protocol).

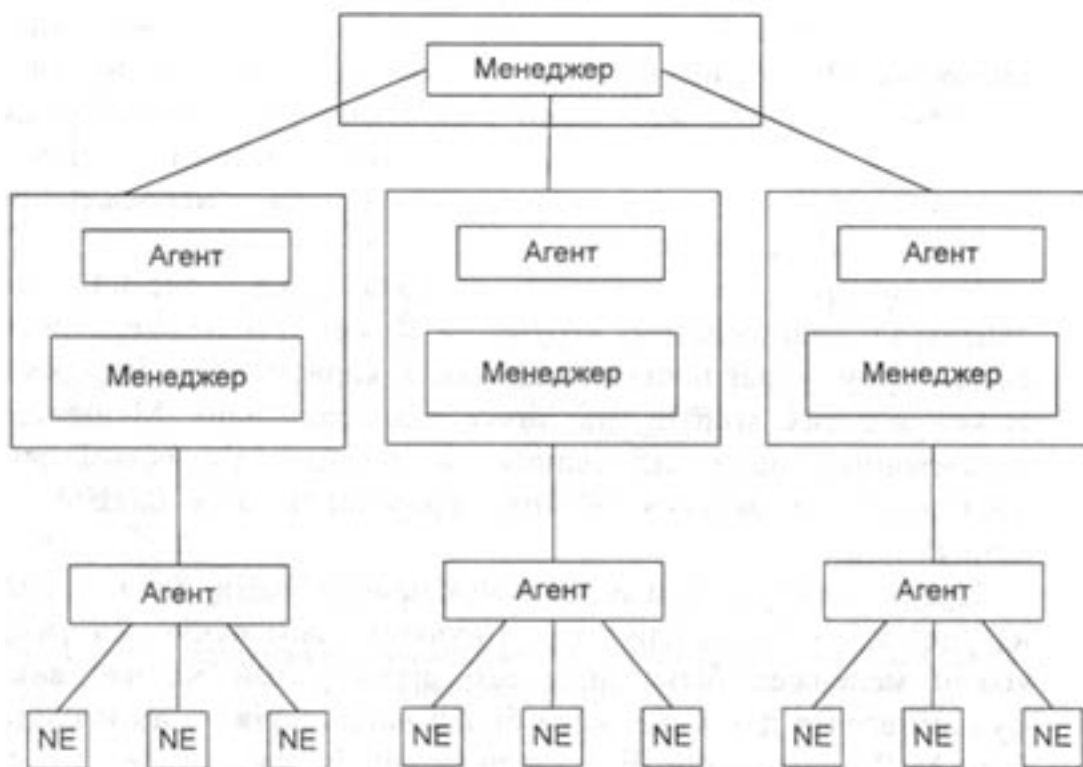


Рисунок 1.7 - Ієрархічні зв'язки між менеджерами

1.4 Організація керування в телекомунікаційних системах

Методологічною основою при вирішенні завдань управління в ТКС є концепція TMN (Рік. М.3000-М.3660), спрямована на організацію інтегрованого управління мережами з різноманітною структурою, складом обладнання, обсягами інформації, що передається, типами навантаження. Ідеї TMN реалізуються через окрему мережу, що взаємодіє з елементами ТКС на основі єдиних інтерфейсів та протоколів. Об'єктами управління TMN є телекомунікаційні ресурси, що є різне обладнання зв'язку. Обмін командами управління та іншою інформацією між TMN та обладнанням зв'язку здійснюється через опорні точки (reference points). На рис. 1.8 представлена мережа взаємодії TMN та телекомунікаційної мережі згідно з Рек. МСЕ-Т М.3010 [4].

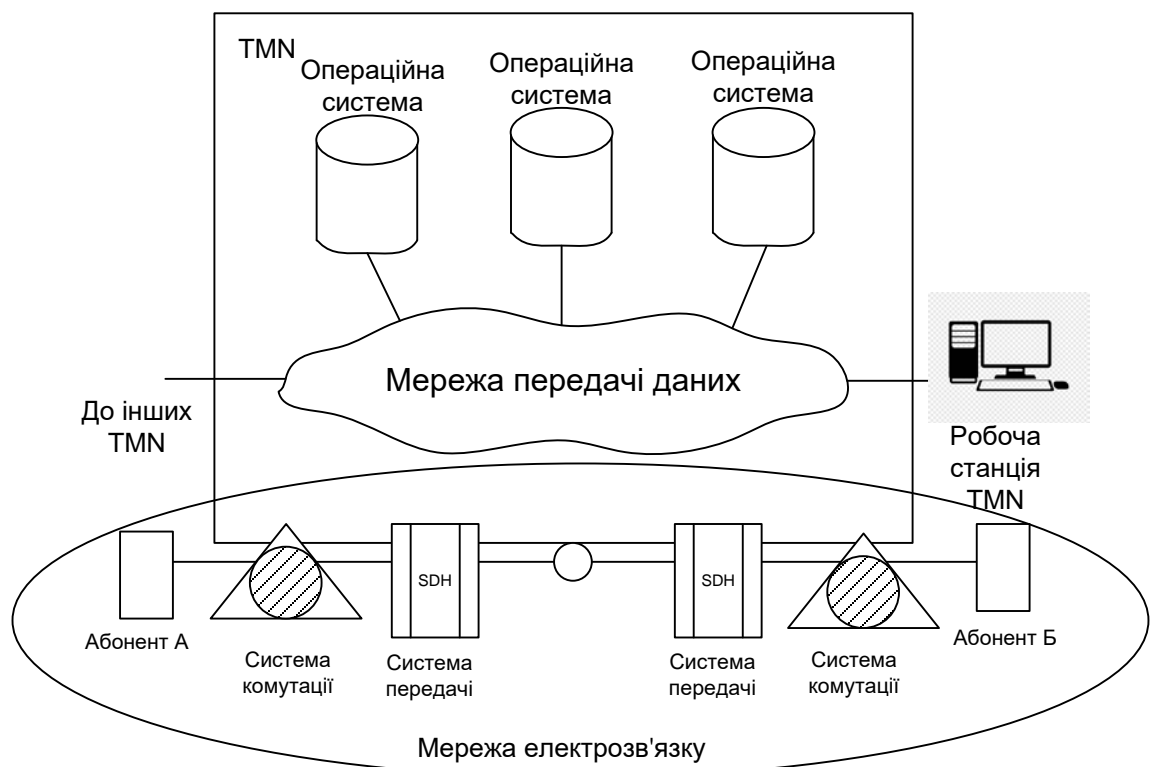


Рисунок 1.8 – TMN та мережа електровз'язку
(згідно з Рек. МСЕ-Т М.3010)

Відповідно до концепції TMN, функції управління можуть реалізовуватися у вигляді автоматичних процедур або безпосередньо людиною-оператором, ЛПР. Мережа TMN може забезпечуватися однією та її та кількома операційними системами.

Функціональні можливості мережі TMN можуть бути розбиті на такі рівні:

- елемент мережі (Network Element Layer, NEL);
- керування елементом (Element Management Layer, EML);
- керування мережею (Network Management Layer, NML);
- управління послугами (Service Management Layer, SML);
- управління бізнесом (Business Management Layer, BML).

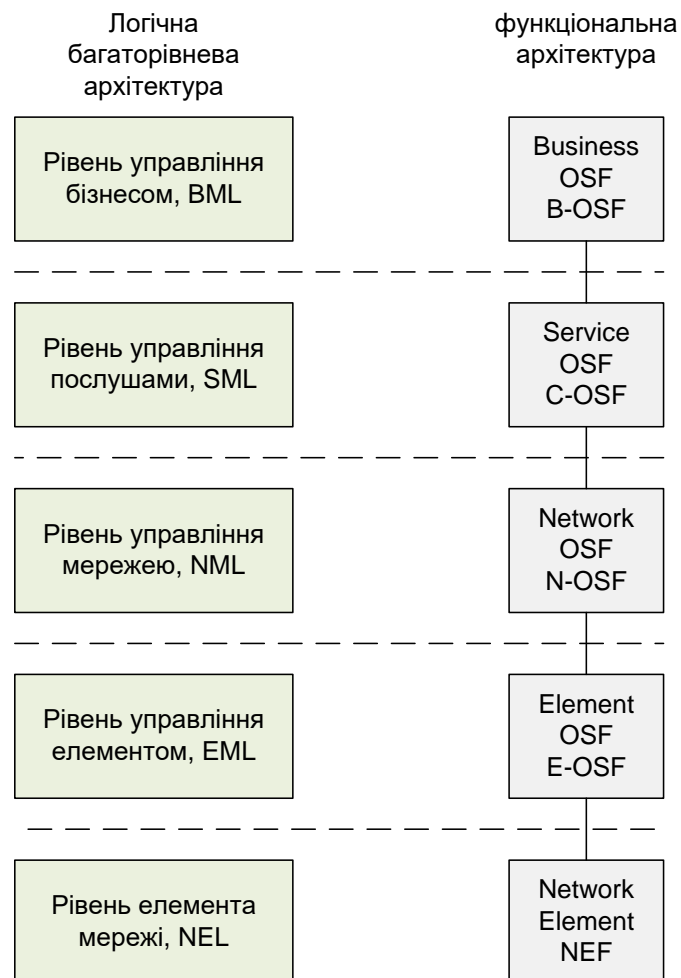


Рисунок 1.9 – Логічна та функціональна багаторівнева архітектура TMN

Ці рівні, включаючи їх функціональні блоки та опорні точки, показані на рис. 1.9.

Рівень елемента мережі - це власне телекомунікаційне обладнання, що функціонує під програмою-агентом, призначене для збору інформації та обробки керуючих впливів, вступників від рівня керування елементом.

Рівень управління елементом мережі. Окремі елементи мережі управляються за допомогою E-OSF на рівні управління елементом мережі. На цьому рівні здійснюється взаємодія зі специфічними функціями даного обладнання, реалізація яких залежить від постачальника обладнання. Внаслідок цього специфічні функції обладнання «приховуються» рівнем керування мережевим елементом від інших рівнів моделі TMN [6].

Як приклад можна навести такі функції, що виконуються на рівні управління елементом мережі:

- виявлення помилок та несправностей телекомунікаційного обладнання та систем зв'язку;
- вимірювання споживаної потужності;
- вимірювання температури обладнання;
- вимірювання задіяних ресурсів обладнання зв'язку, наприклад, завантаження центрального процесорного елемента, наявності вільного місця у буфері передачі/прийому, довжини черги тощо;
- реєстрація статистичних даних;
- модифікація програмного забезпечення.

Слід зазначити, що OSF на рівні керування елементом та NEF можуть бути виконані у вигляді єдиного або різних програмно-апаратних модулів.

Рівень управління мережею здійснює функції управління, що стосуються взаємодії між багатьма видами телекомунікаційного устаткування. На рівні управління мережею внутрішня структура елемента мережі невидима. Це означає, наприклад, що стан буфера пристрою прийому/передачі, температура обладнання тощо не можуть безпосередньо контролюватись і керуватись цим рівнем.

Приклади функцій, що виконуються на рівні керування мережею:

- створення повного ставлення до мережі (інформаційна модель мережі);
- створення обхідних шляхів встановлення з'єднання для підтримки QoS для кінцевих користувачів;
- модифікація та оновлення таблиць маршрутизації;
- моніторинг завантаження ліній та каналів зв'язку;
- оптимізація можливостей мережі для підвищення ефективності використання засобів та систем зв'язку;
- виявлення несправностей та помилок програмного забезпечення.

OSF лише на рівні управління мережею використовують інформацію управління, яка залежить від виробників систем. Ця інформація надається OSF на рівні керування елементом мережі. OSF на рівні управління мережею функціонує як програма-менеджер, а на рівні управління елементом мережі — і у вигляді програми-агента.

Рівень управління послугами (сервісами) порушує питання управління, які безпосередньо стосуються користувачів послуг зв'язку. Це можуть бути клієнти оператора, абоненти мереж зв'язку та адміністрації операторів зв'язку або провайдерів послуг. Управління послугами складає основні інформації, що надається рівнем управління мережею; при цьому рівень управління послугами «не бачить» детальну внутрішню структуру мережі. Маршрутизатори, АТС, системи передачі не можуть безпосередньо керуватися з рівня управління послугами.

Приклади функцій керування, які виконуються на рівні керування послугами:

- контроль якості послуг зв'язку (затримки, втрати тощо);
- облік обсягу та використання послуг зв'язку;
- додавання та видалення користувачів;
- призначення мережевих адрес та номерів телефонних апаратів;
- супровід групи адрес або номерів, наприклад, приєднаного оператора.

Формулювання та використання поняття «управління послугами» є одним з найбільш цінних вкладів концепції TMN у розробку системи управління послугами та мережами зв'язку.

Керування послугами може використовуватись у багатьох випадках [5, 6].

Перший випадок – два оператори обмінюються інформацією з управління для того, щоб керувати своїми взаємопов'язаними мережами (міжоператорське управління). З міркувань безпеки та в умовах конкуренції на ринку зв'язку кожен із цих двох операторів приховуватиме внутрішню структуру своєї мережі зв'язку від іншого оператора. Обмін здійснюватиметься лише в частині інформації управління, яка необхідна для забезпечення якості надання послуг зв'язку. Наприклад, це можуть бути дані про пріоритети абонента або профіль послуг абонента.

Другий випадок — оператор, який надає певні види зв'язку, використовує транспортну мережу іншого оператора, щоб з'єднати елементи мережі. Даний випадок характерний для постачальників послуг IP-телефонії або інших IP-сервісів, які використовують мережу оператора АТМ, щоб з'єднати IP-маршрутизатори.

Рівень керування бізнесом відповідає за керування цілим підприємством. Цей рівень слід розглядати в широкому контексті, при цьому управління зв'язком - це тільки частина управління бізнесом. Управління бізнесом можна розглядати скоріше як цільову установку, ніж досягнення мети.

На підставі логічної багаторівневої архітектури TMN можна здійснювати логічне розбиття систем управління (Management System, MS), які є фізичною реалізацією системи управління на принципах TMN. Системи управління є розподіленою або централізованою обчислювальною системою, яка складається з серверних ЕОМ, робочих станцій та персональних комп'ютерів, які пов'язані між собою за допомогою мережевого обладнання DCN. На серверах і комп'ютерах встановлено різноманітне програмне забезпечення (ПЗ): мережні операційні системи, ПЗ віддаленого доступу, системи управління базами даних

(СУБД), операційні системи робочих станцій, програми управління електрозв'язком та засоби адміністрування цими додатками.

1.5 Висновки до розділу

Розглянута загальна характеристика систем керування телекомунікаційним обладнанням та архітектура систем керування ТЛК-системами, проаналізовані задачі та функції керування на основі організації інтегрованого керування мережами з різноманітною структурою, складом обладнання, обсягом інформації, що передається, типами навантаження.

2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ФУНКЦІОНУВАННІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

2.1 Технології керування забезпечення якості послуг

Реалізація алгоритмів управління в ТКС здійснюється з урахуванням великої кількості специфічних особливостей, серед яких [7]:

- розподіл мережі в просторі та в часі;
- наявність різних затримок у контурі управління, пов'язаних як із розподіленістю мережі, так і з наявністю затримок в окремих мережевих елементах (буферах, пристроях обробки та ін);
- при взаємодії окремих об'єктів управління (додатків, мережевих елементів) зазвичай використовується принцип Агент/Менеджер
- сама взаємодія між об'єктами управління здійснюється з використанням упорядкованого (ієрархічного) набору протоколів (стека), які забезпечують послідовне перетворення керуючої інформації. Широко використовуваним протоколом, орієнтованим на передачу інформації, що управляє, є SNMP (Simple Network Management Protocol) — простий протокол управління мережею, за допомогою якого вдається моніторити стан різних мережевих елементів і доставляти дані моніторингу в центр управління для відображення ситуації.

Слід також зазначити, що незважаючи на наявність досить загальної концепції управління TMN, яка виявилася надто громіздкою, єдиної завершеної системи управління мережею, особливо рівня MAN, WAN поки що не існує. Типовою є ситуація, коли використовуються відносно розрізнені, незалежні процедури управління забезпеченням якості обслуговування, ресурсами, структурою, функцією та ін. При цьому більшість існуючих алгоритмів управління носять ситуаційний, неоптимізований, часто детермінований характер. Необхідність використання ймовірнісного характеру розв'язуваних

завдань управління полягає в тому, що ці рішення орієнтуються на цілі класи ситуацій, на відміну від детерміністського підходу, орієнтованого на конкретні ситуації.

Послуги зв'язку, що надаються користувачам відповідно до договору про рівень обслуговування, регламентуються (Res Y .1540) з точки зору ступеня впливу п'яти основних показників, що визначаються протягом лінії від джерела до отримувача [6, 7]:

- пропускну здатність (швидкість передачі) мережі;
- надійність мережі/мережевих елементів;
- затримка;
- варіації затримки (джиттер);
- Втрати пакетів.

Договір (угода) про рівень обслуговування SLA (Service Level Agreement), у ряді джерел званий контрактом за графіком, укладається між користувачем та провайдером послуг, де описуються основні характеристики (профіль) трафіку, що шкідляється провайдером, та параметри QoS (усі п'ять або лише деякі).

У Рекомендації МСЕ-Т E-800 визначено поняття якості обслуговування (Quality of Service): «Сукупний показник експлуатаційних характеристик послуги, що визначає ступінь задоволеності користувача послугою».

На практиці в QoS входять лише такі показники:

- затримка з'єднання;
- пропускну спроможність;
- якість передачі: Рош, Рпереадр, Рвтрат.

Організаційно угода між користувачем та провайдером про рівень обслуговування може встановлюватися перед кожним сеансом або на певний період часу. У процесі надання послуги рівень обслуговування SLA може виявитися нижчим за потрібне. У договорі (угоді) між користувачем та персоналом встановлюються санкції, відповідно до яких оператор зменшує

тариф або зазнає інших втрат. На (Мошне угоди SLA здійснюється управління мережевими сервісами SML).

З аналізу даних показників QoS випливає, що ці показники формуються у трьох логічних площинах (рис. 2.1):

- площині керування;
- площині інформації (даних);
- площині управління.

На рис. 2.2 розглянуто основні механізми забезпечення QoS у різних площинах.

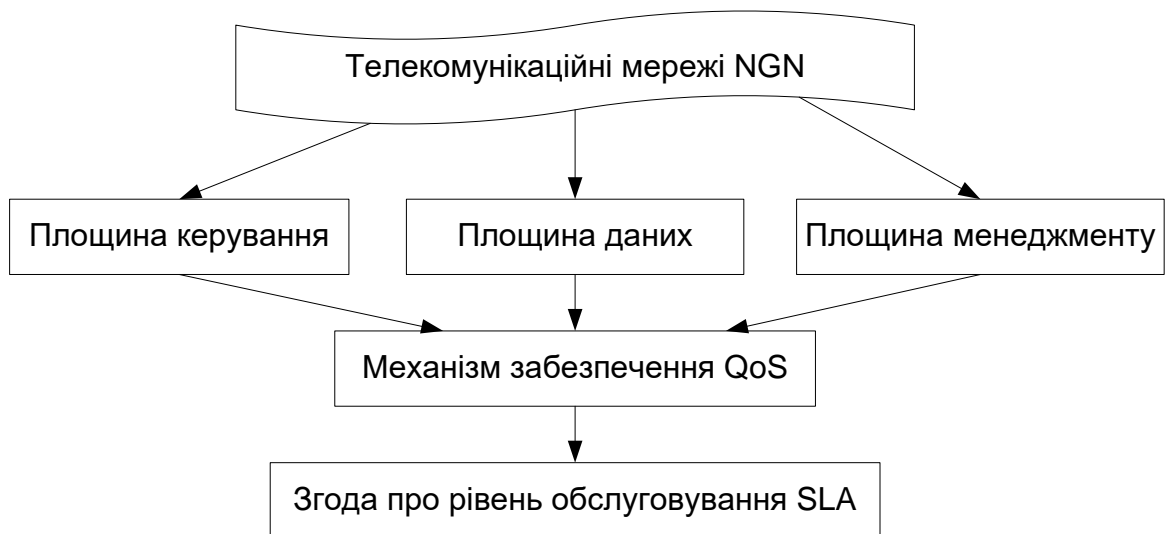


Рисунок 2.1 - Логічна структура формування згоди про рівень обслуговування

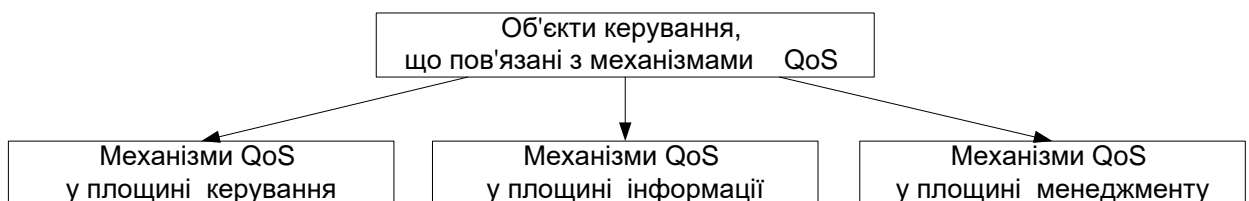


Рисунок 2.2 - Перелік об'єктів керування, пов'язаних з механізмами QoS

Тут є три основні механізми.

- Управління доступом при з'єднанні (Call Admission Control, СЛС). Цей механізм контролює нові заявки на пропуск графіка через мережу, визначаючи, чи може знову надходити графік призвести до перевантаження мережі або погіршення рівня і якості обслуговування вже наявного в мережі трафіку.

- QoS-маршрутизація (QoS routing). Маршрутизація забезпечує вибір шляху, який відповідає вимогам до якості обслуговування конкретного потоку даних. Як правило, при обчисленнях оптимального шляху в QoS-маршрутизації враховується одна мережева характеристика або максимум дві (продуктивність і затримка, вартість і продуктивність, вартість і затримка і т. д.).

- Резервування ресурсів (Resource reservation). У IP-орієнтованих мережах найбільш типовим механізмом резервування є механізм, що базується на протоколі RSVP, який ще до сеансу забезпечує можливість реалізації маршруту.

Механізми QoS у площині інформації даних

Ця група механізмів оперує безпосередньо з користувальницьким трафіком.

- Управління буферами вузлів (Buffer management). Управління буферами (чи чергами) полягає у керуванні пакетами, які у черзі на передачу. Основні завдання управління чергами - мінімізація середньої довжини при одночасному забезпеченні високого коефіцієнта використання каналу, а також справедливий розподіл буферного простору між різними потоками даних. Сьогодні поширені механізми активного управління чергами; Типовим прикладом є алгоритм ймовірнісного заздалегідь виявлення перевантаження RED (Random Early Detection). При використанні алгоритму RED пакети, що поступають у буфер, відкидаються на підставі оцінки середньої довжини черги. Імовірність скидання пакетів зростає із зростанням середньої довжини черги.

- Запобігання перевантаженням (Congestion avoidance). Механізми Запобігання перевантаженням підтримують рівень навантаження в мережі нижче пропускної здатності мережі. Звичайний шлях запобігання перевантаженням полягає у зменшенні трафіку, що надходить у мережу. Як

правило, команда зменшити трафік впливає насамперед на низькопріоритетні джерела. Одним із прикладів механізму запобігання перевантаженням є механізм вікна в протоколі TCP.

- Маркування пакетів (Packet marking). Пакети можуть бути марковані відповідно до певного класу обслуговування. Маркування зазвичай проводиться у вхідному вузлі, де в спеціальне поле заголовка (Type of Service в заголовку IP або DS-байт в заголовку DiffServ, див. нижче) вводиться певне значення.

- Організація та планування черг (Queuing and scheduling). Мета механізмів цієї групи - вибір пакетів передачі з буфера в канал. Більшість дисциплін обслуговування (або планувальників) засновано на схемі «перший прийшов - перший обслуговується». Задля більш гнучких процедур виведення пакетів із черги було запропоновано ряд схем, заснованих на формуванні кількох черг. Серед них насамперед необхідно назвати схеми пріоритетного обслуговування. Інший приклад гнучкої організації черги — механізм виваженої справедливої буферизації WFQ (Weighted Fair Queuing), коли обмежувальна пропускна спроможність на виході вузла розподіляється між кількома потоками (чергами) залежно від вимог до пропускної спроможності кожного потоку. Ще одна схема організації черги ґрунтується на класифікації потоків за класом обслуговування CBQ (Class-Based Queuing). Потоки класифікуються відповідно до класів обслуговування, а потім переміщуються в буфері в різних чергах. Кожній черзі виділяється певна частка пропускної спроможності залежно від класу і черги обслуговуються за циклічною схемою.

- Класифікація трафіку (Traffic classification). На вході в мережу у вузлі доступу (прикордонному маршрутизаторі) пакети класифікуються для того, щоб виділити пакети одного потоку, що характеризується загальними вимогами якості обслуговування. Потім трафік піддається процедурі нормування (механізм Traffic Conditioning). Нормування трафіку передбачає вимірювання параметрів трафіку та порівняння результатів вимірювань з параметрами, обумовленими у контракті про трафік, відомому як угоду про рівень

обслуговування (Service Level Agreement, SLA), яке розглядається нижче. Якщо умови угоди порушуються, частина пакетів може бути відкинута.

- Управління характеристиками трафіку (Traffic shaping). Управління характеристиками трафіку передбачає контроль швидкості та обсягу потоків, що надходять на вхід мережі. проходженні через спеціальні формують буфери зменшується пачечность вихідного трафіку, і його характеристики стають більш передбачуваними. Відомі два механізми обробки трафіку - Leaky Bucket ("діряне відро") і Token Bucket ("відро з жетонами"). Алгоритм Leaky Bucket регулює швидкість пакетів, що залишають вузол. Незалежно від швидкості вхідного потоку швидкість на виході вузла є постійною. Коли відро (буфер) переповнюється, зайві пікети скидаються.

- На противагу цьому алгоритм Token Bucket не регулює швидкість на виході вузла і не відкидає пакети. Швидкість пакетів на виході вузла може бути такою самою, як і на вході, якщо тільки у відповідному буфері («відрі») є жетони. Жетони генеруються з певною швидкістю та накопичуються у «відрі». Алгоритм характеризується двома параметрами - швидкістю генерації жетонів і розміром "надра" для них. Пакети не можуть залишити вузол, якщо у відрі мет жетонів. І навпаки, відразу пачка пакетів може залишити вузол, витрачавши відповідну кількість жетонів.

Механізми QoS у площині менеджменту

Ця площина включає механізми QoS, що мають відношення до експлуатації, адміністрування та управління мережею стосовно доставки користувальницького трафіку.

- Наміри (Metering). Вимірювання забезпечують контроль показників обслуговування трафіку — наприклад, реальна швидкість потоку даних порівнюється з узгодженою в SLA швидкістю. За результатами вимірювань можуть бути реалізовані певні процедури, такі, як скидання пакетів і застосування механізмів Leaky Bucket і Token Bucket.

- Угода про рівень обслуговування SLA (Service Level Agreement).

2.2 Методи реалізації механізмів забезпечення якості послуг

Центральне місце в реалізації даних механізмів займає протокол сигналізації RSVP (Resource reservation Protocol), відповідно до якого здійснюється резервування та управління ресурсами [8].

Для забезпечення необхідної якості обслуговування на фазі перенесення пакетів трафіку він повинен бути доповнений одним з існуючих протоколів маршрутизації, а також набором механізмів управління трафіком, що включають управління доступом, класифікацію трафіку, управління і планування черг та інші. Є три моделі надання послуг: найкращі, інтегровані та диференційовані послуги, відповідно, IntServ, DiffServ, Best Effort Service. Деякі особливості цих моделей представлені на рис. 2.3 [8, 9].

Integrated Services (IntServ)-.

- використовується інтегроване резервування ресурсів перед початком передачі інформаційного потоку;
- надмірне резервування ємності каналів зв'язку для деяких потоків, що негативно позначається на QoS залишкових потоків навіть у періоди, коли зарезервована ємність тимчасово не використовується;
 - жорсткі гарантії якості обслуговування, низький рівень
 - відсутність засобів забезпечення QoS для макропотоків, що суттєво обмежує сферу застосування IntServ;
- зростання навантаження на маршрутизатори для роботи служби IntServ (особливо у високошвидкісних магістральних мережах);
- необхідність значних змін у програмному забезпеченні маршрутизаторів для розпізнавання мережевих додатків.

Differentiated Services (DiffServ):

- диференційоване надання послуг для набору класів трафіку;
- регулювання QoS лише для макропотоків;
- відносно невелика кількість класів обслуговування;

- відсутність гарантованого виконання встановлених вимог для макропотоків, «м'яка» якість обслуговування.



Рисунок 2.3 - Основні складові моделей надання послуг

Пені Effort Service:

- забезпечує справедливий поділ доступних ресурсів;
- не підтримує механізми управління мережевими ресурсами та механізми їх поділу;
- допускає виникнення навантажень при різких сплесках трафіку;
- неперфективне для доставки не в реальному часі;
- не забезпечує гарантовану доставку даних.

2.3 Керування структурою телекомунікаційної системи

Управління структурою телекомунікаційної системи

Відомо, що структурні властивості систем відображаються в особливостях мережі. Цими особливостями є система вузлів зв'язку та ліній, що

з'єднують ці вузли. Нагадаємо визначення системи: безліч взаємопов'язаних елементів. Мережа при цьому і є системоутворючим об'єктом у тому сенсі, що при відсутності мережі відсутня система.

Структура мережі може визначатися на рівні фізичного середовища (вузли та лінії зв'язку), на каналному (мультиплексування) та на мережевому рівнях (маршрутизація). Очевидно, що на кожному з цих рівнів структура мережі виявляється різною і, відповідно, різним є зміст управлінь на цих рівнях. Так, ця структура може бути як статичною, постійною в часі, так і динамічною, що змінюється під дією трафіку та відповідних протоколів управління.

Структура мережі фізично часто залишається постійною у часі, проте дефіцит різних фізичних ресурсів (частотного діапазону, часу, просторово-поляризаційних ресурсів) зажадав застосування динамічного розподілу цих ресурсів: просторово-часового доступу, просторово-часового кодування (MIMO), повторного використання частот, адаптивних антенних решіток та ін.

Структура мережі на каналному рівні також може бути статичною і динамічною. Необхідність переходу до динамічної структури виникає при згаданому вище термінуванні трафіку.

Структура мережі на мережевому рівні переважно динамічна як при статичній так і при динамічній маршрутизації або шлюзуванні. Статична маршрутизація базується на принципі мінімальної кількості вузлів на маршруті (принцип найкоротшого шляху), за динамічної — вибирається найкращий шлях відповідно до реальних даних про навантаження мережі.

Як у тому, і у іншому методі маршрутизації структура мережі змінюється під впливом трафіку (рис. 2.4).

Таким чином, сучасну телекомунікаційну мережу слід вважати мережею з структурою, що динамічно змінюється. Для забезпечення такої динамічності структури використовують різноманітні та численні процедури управління. Необхідність використання послідовності та численності процедур пов'язана з тим, що на шляхи від джерела до споживача інформація зазнає різноманітних

змін, проходячи різні ділянки зі своїми завданнями управління. Основні методи реалізації управлінь структурою мережі, що використовуються на сьогодні, це програмні методи, часто носять пороговий характер, суть кото рого в тому, що перехід до тієї чи іншої структури здійснюється за програмою при досягненні заданого порога. Важливу роль при цьому відіграють заголовки пакетів, в яких вказуються адреси відправника та одержувача, інші дані, що дозволяють виконувати ті чи інші функції під час проходження по мережі. Поряд з цим для управління структурою все більше використовують оптимальні, формалізовані методи, що дозволяють максимально поліпшити або вибрати оптимальну структуру мережі за тим чи іншим критерієм.

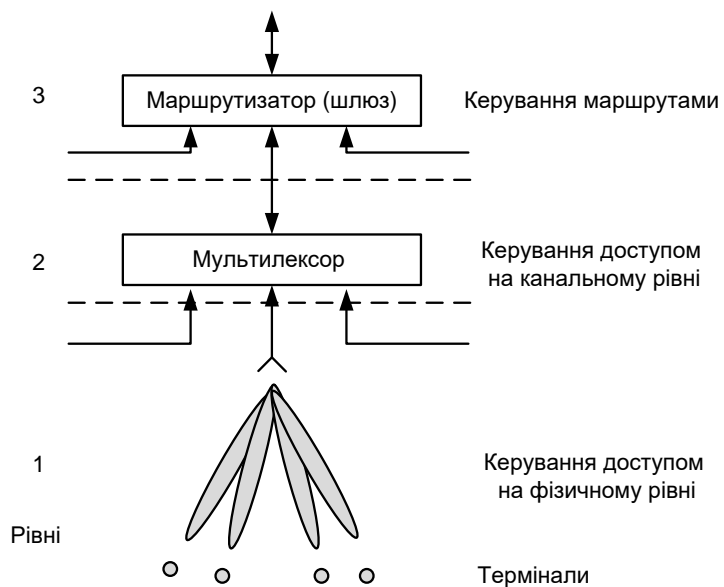


Рисунок 2.4 - Логіка розподілу управлінь структурою мережі на 3-х нижніх рівнях OSI

2.4 Керування функціональними станами телекомунікаційної системи

Розглянемо управління функціональними станами ТКС [6-8].

Функціональні стани телекомунікаційних систем відбиваються поточними режимами мережевих елементів, утворюють цю мережу. Ці стани $x(t)$ можуть змінюватися у часі під впливом тих чи інших впливів ці елементи. Досягти бажаних станів можна з допомогою управління впливами чи самими

станами. Функція управління об'єктом визначає механізм контролю над цим об'єктом, включаючи моніторинг стану та зміни стану об'єкта, команди зміни стану об'єкта. Таким чином, досить розглядати поточний стан $x(t)$ і швидкість зміни цього стану $x(t)/dt$.

Управління станом об'єкта передусім визначає стандарти подання поточного стану об'єкта, що може змінюватися під впливом системи управління. Існують три функціональні області управління станами:

- моніторинг працездатності пристрою (operability), яке визначається наявністю або відсутністю ресурсів, доступних для управління. Часто з погляду працездатності можна обійтися двома станами об'єкта: дозвіл (enabled) та заборона (disabled) управління ресурсами, у загальному випадку можливе як концептуальне, так і дискретне управління витрачанням ресурсів;

- використання, або завантаження пристрою (usage), яке визначає, чи знаходиться пристрій під робочим навантаженням, а також дозволяє судити про наявність вільних ресурсів. З точки зору завантаження можливо три стани об'єкта управління: вільний (idle), активізований/задіяний (active), використовується інтенсивно (busy);

- адміністративний стан, який описує можливість використання тих чи інших ресурсів. Цей стан також поділяється на три фази: доступ до ресурсів заблоковано (locked), режим вимкнення або зупинки (shutting down). При цьому ресурси можуть бути заблоковані, але можливість керування зберігається. Наприклад, стан адміністративного блокування настає у разі введення неправильного пароля доступу користувача до системи управління.

Кожен із перелічених станів керованих об'єктів має різні характеристики, які виражаються через атрибути; при цьому атрибути, що характеризують працездатність і завантаження пристроїв, повинні бути легкочитані для користувача систем управління, у тому числі тих, що використовують ситуаційні методи. При цьому атрибути, що характеризують адміністративний стан, повинні бути доступні для зміни з боку системи керування. Функція управління взаємозв'язками об'єктів (relationship management function), згідно з

Рек. МСЕ-Т Х.732 визначає способи взаємодії між керованими об'єктами. Зокрема, з допомогою цієї функції можна визначити, який об'єкт посилає управляючі команди, який об'єкт ці команди приймає і виконує.

2.5 Особливості системи керування мережею синхронізації цифрової ієрархії (SDH)

У світлі вищевикладеного розглянемо схему управління мережею SDH докладніше. Схема організаційного керування мережею показано на рис. 2.5. Вона є багаторівневою [10]. Нижній рівень цієї схеми містить NE мережі SDH, які забезпечують транспортний сервіс. Функції MAF всередині елементів здійснюють зв'язок з одноранговими VE і підтримку керування ними, а також між пристроями сполучення MO та системою OS.

Нижній рівень представленої схеми містить три NE. У кожному з цих NE логічно виділено три функції; MCF, TPAВНІ та NEF. Функція MAE кожного NE може включати Менеджера, Агента або їх обох: або тільки Агента як NE₂, як якого може бути, наприклад, регенератор або оптичний підсилювач лінійного тракту.

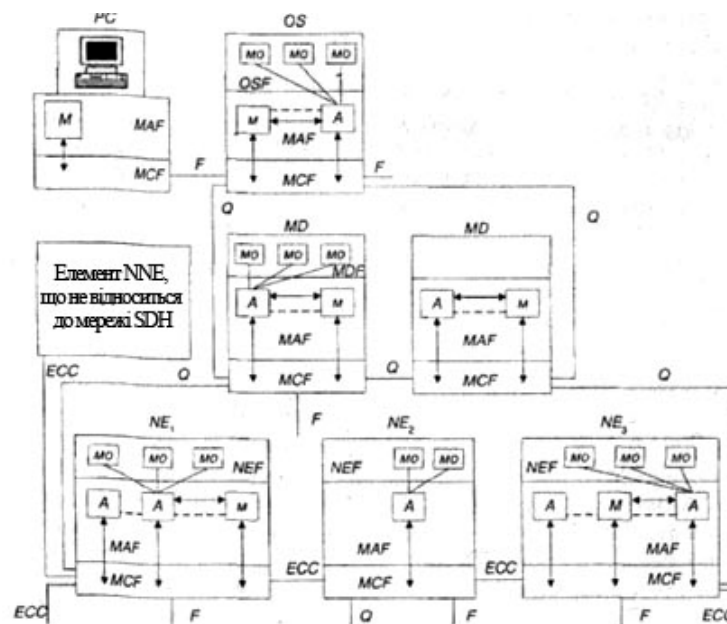


Рисунок 2.5 - Схема організаційного керування мережею SDH

Керуючі повідомлення, що надходять від мережі NE SDH по каналах ECC через інтерфейси Q і F або від мережевого елемента NNE (Non-Network Element), що не відноситься до мережі SDH, передаються за допомогою функції MCF. Далі ці повідомлення перетворюються за допомогою функції MAF і через Агента, який інтерпретує функцію NEF, передаються на МО. Реакція у відповідь об'єкта через Агента і Менеджера передається зворотно в канал ECC або через інтерфейси Q і F на середній рівень пристрою сполучення MD. Цей рівень безпосередньо взаємодіє з OS, яка відноситься до верхнього рівня і управляється від EM або NMS. У такій багаторівневій структурі формат переповідомлень, що надаються, підтримується однаковим як при русі по горизонталі NE - NE, так і по вертикалі: NE-MD-OS.

Для функціонального та географічного поділу мережі SDH, яка використовує централізовану систему управління типу TMN, керуються двома концепціями.

1. Всередині глобальної мережі TMN мережу SDH може бути як окрема складова частина TMN. Протоколи, інтерфейси, можливості керування окремих частин мережі SDH будуть, безумовно, складнішими, ніж за використання їх у єдиної мережі SDH. У зв'язку з цим у Рекомендації ITU-T G.784 розроблена так звана мережа управління мережею SDH - SMN (SDH Management Network), яка подається як варіант від основної концепції TMN, викладеної в Рекомендації ITU-TM/3010.

2. Всередині мережі SMN є різні географічні та функціональні частини можуть бути визначені як підмережі управління мережею SDH - SMS (SDH Management Subnetworks).

У Рекомендації ITU-TG.784 представлений малюнок, на якому показано співвідношення між мережами SMS, SMN і TMN (рис. 2.6).

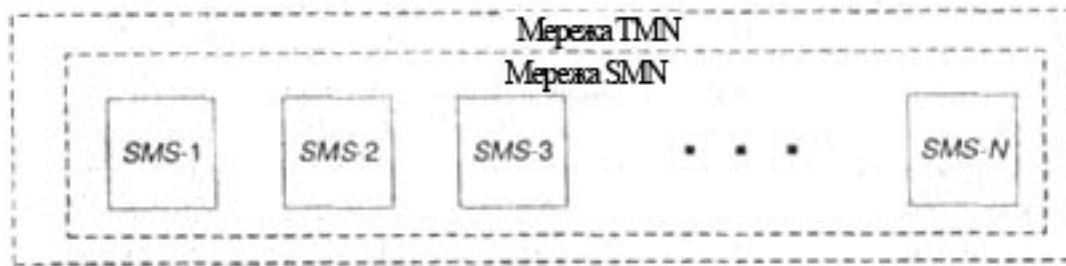


Рисунок 2.6 – співвідношення між мережами SMS, SMN і TMN

Фізичне з'єднання між корисним навантаженням (трафіком) мережі SDH та мережею TMN схематично показано на рис. 2.7 де мережа управління SMN представлена двома підмережами SMS. Завдяки своїм можливостям мережа TMN, про що вказувалося вище забезпечує функції керуючих систем, які реалізують взаємодію з елементами мережі SDH. З'єднання між NE та керуючою системою мережі TMN у кожній підмережі SMS може здійснюватися прямо чи опосередковано. В обох випадках зазначене з'єднання виконується з використанням призначеного для цього спеціального елемента (пристрою), який називається шлюзовим елементом мережі GNE (Gateway Network Element), тому що він служить шлюзом у мережу SMS

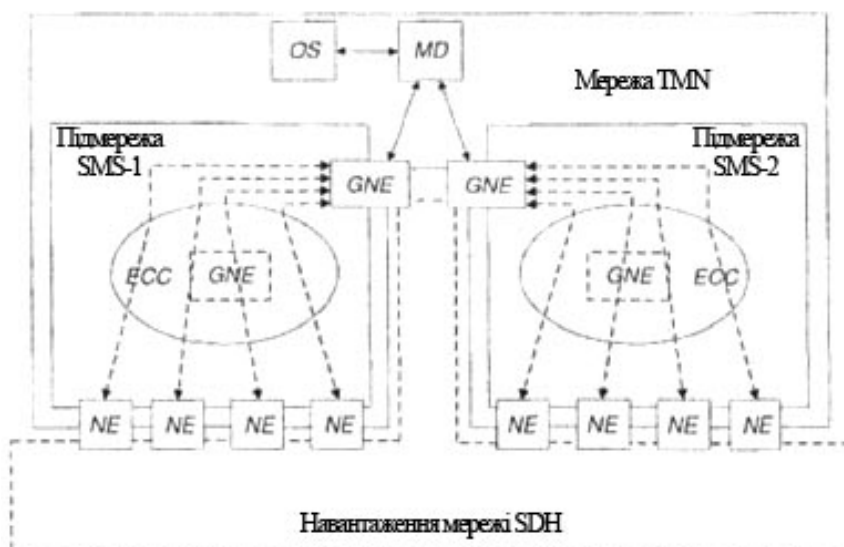


Рисунок 2.7 - Схематично з'єднання між корисним навантаженням (трафіком) мережі SDH та мережею TMN

Шлюзовий елемент є сполучною інтерфейсною ланкою для передачі керуючих повідомлень між блоками мережі TMN і елементами NE в підмережі SMS. Порівняно зі звичайними NE шлюзові елементи GNE мають додаткові маршрутні можливості.

Елемент GNE може наділятися функцією Менеджера, за допомогою якої інформація, що управляє, передається між блоками TMN та функціями Агента відповідних NE. Функції управління в GNE можуть забороняти повідомлення про відмови або аварії (Alarms) обладнання та перетворювати аварійні повідомлення.

Рекомендація ITU-T G.784 визначає два основні типи шлюзових елементів GNE's [9]:

1) перший тип шлюзу GNE має вбудовану функцію середовища зв'язку, в цьому випадку шлюзи GNE з'єднують мережі NE SDH з OS прямо; такі шлюзи GNE називають основними, або кінцевими (на рис. 2.7 вони про шачни суцільною лінією);

2) другий тип шлюзу GNE не має вбудованої функції середовища зв'язку і здатний виконувати зазначене вище з'єднання тільки через проміжний елемент, який називають проміжним шлюзом GNE. а вказана сполука називається непрямою (на рис. 2.7 проміжні шлюзи GNE позначені пунктирною лінією).

Зв'язок між основним шлюзом CNE та NE встановлюється з використанням вбудованих каналів управління ECC. Визначення термінів проходження, маршруту та супровід керуючих повідомлень у каналі ECC здійснюється функцією MCF, яка може бути утворена в кожному функціональному блоці NEF. Функція WCF взаємодіє з функцією управління синхронним обладнанням SEMF і формує інтерфейси за напрямками. Управління каналом ECC здійснюється функцією MAF, яка є частиною функції SEMF.

Архітектура підмереж SMS та їх взаємодія з пристроями OS та MO мережі показано на рис. 2.8 [8]. Зв'язок всередині мережі TMN між системами OS і NE здійснюється через пристрої MO або безпосередньо по протоколах

(інтерфейсу, а зв'язок всередині підмережі SMS забезпечується за допомогою каналів ECC. У роботі [7] відзначається ряд особливостей архітектури мережі TMN, яка представлена на рис.2.8.

1. Декілька NE можуть розташовуватися в одному місці, доступ до яких здійснюється через шлюзи GNE, наприклад GNE₅; GNE₆.

2. Функція MCF має можливість завершувати, маршрутизувати або обробляти повідомлення, що надсилаються каналом ECC або через зовнішній (7-інтерфейс).

3. З використанням ECC можна забезпечити зв'язок між офісами чи місцями встановлення обладнання мережі TMN.

4. У межах одного офісу (місця встановлення зазначеного обладнання) зв'язок між елементами забезпечується шляхом використання або ECC, або каналів локальної мережі LCN.

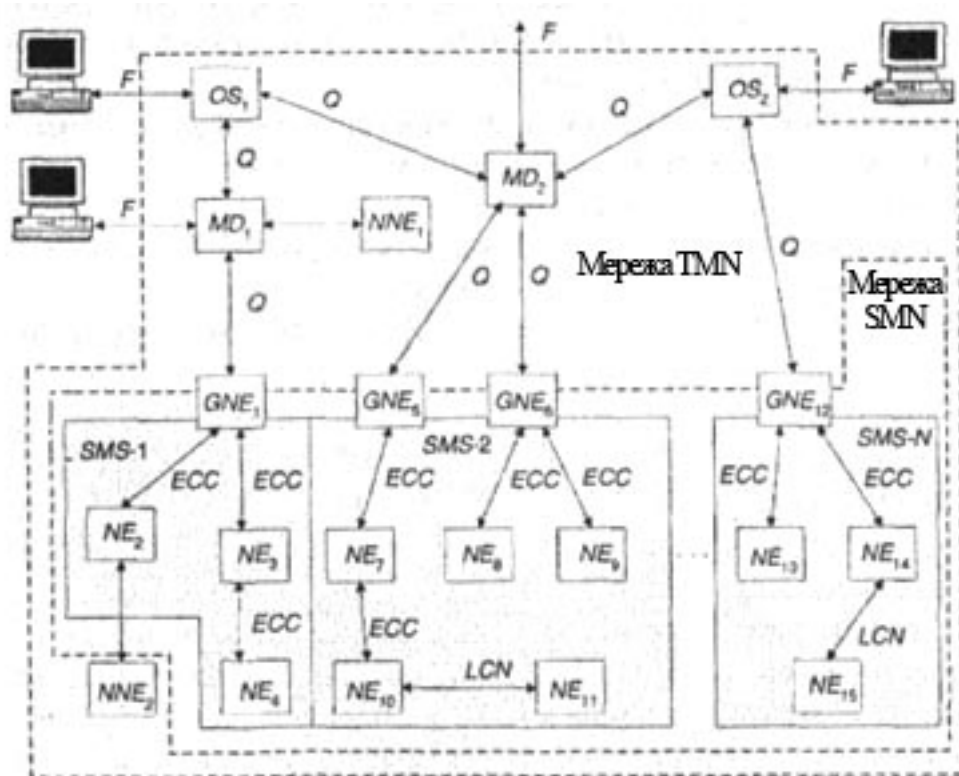


Рисунок 2.8 – Архітектура підмереж SMS та їх взаємодія з пристроями OS та MO мережі

На топологію мережі ЕСС обмеження не накладаються - це може бути мережа типу «зірка», «кільце», пориста мережа тощо.

У сучасних мережах SDH розрізняють основні та обшисє функції управління якістю їх функціонування. До основних функцій управління відносяться:

- 1) управління повідомленнями про аварійні ситуації;
- 2) керування робочими параметрами;
- 3) управління конфігурацією.

Розглянемо ці функції докладніше.

1. Управління повідомленнями про аварійні ситуації. Воно передбачає ведення спостереження за повідомленнями про аварійні ситуації і відстеження історії сигналів/повідомлень про виникнення аварійних ситуацій.

Спостереження за повідомленнями про аварійні ситуації включає виявлення таких повідомлень і фіксацію/збереження повідомлень про ті події та умови, які супроводжували їх появу незалежно від обладнання, в якому вони були виявлені. Для цього операційна система OS мережі TMN повинна підтримувати такі функції.

- автономне повідомлення про всі сигнали, що фіксують виникнення аварійної ситуації;
- Запит на повідомлення про всі зареєстровані сигнали, що відображають виникнення аварійної ситуації;
- повідомлення про всі такі сигнали;
- дозвіл/заборона на автономне повідомлення про всі сигнали, що фіксують виникнення аварійної ситуації;
- повідомлення про статус функції «дозвіл/заборона на автономне повідомлення про всі подібні сигнали».

Відстеження історії сигналів/повідомлень про виникнення аварійної ситуації включає запис моментів виникнення таких сигналів та їх зберігання в реєстровому файлі, реєстри якого містять усі параметри повідомлення про аварійну ситуацію. Ці реєстри можуть бути зчитані на запит або зчитуватися

періодично. Система OS визначає режим роботи реєстрів: або запис до заповнення з подальшою зупинкою або повним стиранням, або безперервна запис з циклічним поверненням від кінця до початку з перезаписом старих подій.

Основні типи повідомлень про виникнення аварійної ситуації, які відстежуються в мережі SDH, наведені в табл. 2.1. де вказані типи аварійних ситуацій (аварій) та місця їх можливого виникнення, а також символи R, якщо потрібна реєстрація даного типу аварійної ситуації, та O, якщо така реєстрація не обов'язкова [7].

Таблиця 2.1 - Основні типи повідомлень про виникнення аварійної ситуації

Типи аварійних ситуацій	Місця можливого виникнення аварійної ситуації					
	<i>SPI</i>	<i>RS</i>	<i>MS</i>	<i>Path</i>	<i>Path</i>	<i>SETS'</i>
<i>II</i>	<i>K</i>					
<i>LOS</i>	<i>R</i>					
<i>LOF</i>		<i>R</i>				
<i>LOP</i>				<i>R</i>	<i>R</i>	
<i>FERF</i>			<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	
<i>TIM</i>				<i>R</i>	<i>R'</i>	
<i>SIM</i>				<i>R</i>	<i>R</i>	
<i>LOM</i>				<i>R'</i>		
<i>AIS</i>			<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	
<i>Exc</i>			<i>O</i>			
<i>LTI</i>						<i>R</i>
<i>SD</i>			<i>O</i>			

У табл. 2.1 використані такі скорочення: TF (Transmission Fail) - збій під час передачі; LOS (Loss of Signal) – втрата сигналу;

LOF (Loss of Frame) – втрата циклу передачі (фрейму);

LOP (Loss of Pointer) – втрата покажчика;

FERF (Far End Receive Failure) - збій (відмова) прийому на далекому (протилежному) кінці;

TIM (Trace Identifier Mismatch) – розбіжність ідентифікатора трасування;

SLM (Signal Label Mismatch) – розбіжність типу сигналу;

LOM (Loss of Multiframe) – втрата надциклу;

AIS (Alarm Indication Signal) – сигнал індикації аварійного стану;
 Exc (Excessive errors) – занадто багато помилок;
 LTI (Loss of Timing/ЛРМГ) - втрата синхронізації на вході;
 SD (Signal Degrade) – погіршення якості сигналу;
 SP1 (SDH Physical Interface) – фізичний інтерфейс сигналу SDH;
 RS (Regenerator Section) – регенераційна секція;
 MS (Multiplex Section) – мультиплексна секція;
 Path HOVC – тракт (маршрут) VC верхнього рівня;
 Path LOVC – тракт (маршрут) VC нижнього рівня;
 SETS (Synchronous Equipment Timing Source) - хронічне джерело синхронного обладнання (системи передачі SDH).

2. Управління робочими параметрами. Воно виконує такі функції.

Збір даних про робочі параметри системи. Він, як правило, пов'язаний з визначенням параметрів помилок, які описані в Рекомендації ІТУ-TG.826.

При цьому використовуються такі основні терміни та поняття:

EB (Errored Block) – блок з помилками;

ES (Errored Second) ~ секунда з помилками;

SES (Severely Errored Second) – секунда з серйозними помилками;

CSES (Consecutive Severely Errored Seconds) - послідовні секунди з серйозними помилками.

Практично використовуються такі параметри помилок, віднесені до інтервалу вимірювання параметрів:

а) коефіцієнт помилок по секундах із помилками ESR (Errored Second Ratio);

б) коефіцієнт помилок по секундах із серйозними помилками SESR;

в) коефіцієнт помилок з блоків з фоновими помилками BBER (Background Block Error Ratio), де під блоками з фоновими помилками BBE розуміються ті блоки з помилками, які не увійшли до SES.

Відстеження історії моніторингу робочих параметрів. Ця процедура здійснюється заповненням двох типів реєстрових файлів: 24-годинного та 15-

хвилинного. Поточний 24-годинний реєстровий файл після заповнення забезпечується поточною датою і перевантажується в реєстровий файл зі вчорашньою датою. Output).

Використання часових вікон Загальну стратегію їх використання описано в Рекомендації ITU-T M.2120. У зазначеному вище випадку з допомогою OS в NE можна встановити або 15-хвилинне, або 24-годинне тимчасове вікно. Як тільки час настання події збігається або виходить за межу встановленого вікна, генерується повідомлення про перетин тимчасового кордону або порога мережі TCN.

Генерація звітів про параметри системи. Дані про робочі параметри системи можуть бути потрібні OS для аналізу, використовуючи інтерфейс між OS і NE. Ці дані можуть запитуватись періодично або повідомлятися у момент перетину межі тимчасового вікна.

Моніторинг системи у недоступні інтервали часу. В інтервали часу, коли система недоступна, знімання даних про параметри NE заборонено, проте моменти його початку і кінця повинні фіксуватися і зберігатися в реєстровому файлі з 6 реєстрів і мати можливість вважатися операційною системою OS, принаймні, один раз в добу.

Моніторинг додаткових параметрів. До додаткових параметрів відносяться:

а) секунда, що містить сигнал виходу за Граніни циклу передачі (фрейму) OOF (Out of Frame). OFS (Out of Frame Second);

б) кількість захисних перемикачів PSC (Protection Switch Count);

в) тривалість (певного) захисного перемикачів PSD (Protection Switch Duration);

г) недоступні секунди UAS (Unavailable Seconds).

Факт вирівнювання покажчика PJE (Pointer Justification Event) адміністративного блоку AU, тобто AU PJE, а також події CSES можуть бути використані для управління, однак їх моніторинг не обов'язковий. Якщо він здійснюється, то для накопичення передісторії зазначених параметрів (крім

CSES) використовуються реєстрові файли з 15-хвилинними або 24-годинними часовими вікнами таким чином, як описано вище. Дія параметра AU PJE окремо повинні фіксуватися як позитивні, так і негативні випадки PJE для одного обраного AU всередині модуля STM-N.

Подія CSES настає тоді, коли виявляється послідовність з A 'або більше моментів SES. При виявленні цього стану послідовність переривається фіксацією початку недоступного інтервалу часу, протягом якого події CSES не реєструються. Кінець цього інтервалу фіксується тоді, коли реєструється секунда, що є моментом SES. Принаймні шість подій CSES (разом із файлами появи перших моментів SES у послідовності) повинні при цьому запам'ятовуватися. Значення X встановлюється OS в інтервалі від 2 до 9 у процесі конфігурації.

3. Управління конфігурацією. Воно включає статус і захисне перемикання. Основне призначення захисного (резервного) перемикання полягає в тому, щоб підключити цей резервний пристрій замість основного. Для реалізації зазначеного перемикання пристрій з резервуванням повинен забезпечувати можливість здійснювати такі функції:

- а) увімкнення/вимкнення ручного режиму захисного перемикання;
- б) включення/вимкнення примусового режиму захисного перемикання;
- в) увімкнення/вимкнення блокування;
- г) запит/установку параметрів автоматичного захисного перемикання

APS.

Крім коротко розглянутих вище трьох основних функцій управління існують загальні функції, серед яких слід відзначити управління каналами ЄСС і фіксацію тимчасових подій.

Управління каналами ЄСС. Оскільки для зв'язку між NE використовуються канали ЄСС. то вони повинні мати такі функції:

- а) запит/отримання мережевих параметрів, таких як розмір пакету, часові проміжки, якість сервісу тощо;
- б) формування маршрутизації сполучення між вузлами каналу DCC,

- в) менеджмент мережевих адрес (можливе перетворення форматів адрес);
- г) запит/отримання мережного статусу каналу DCC для цього вузла зв'язку;
- д) можливість дозволяти/забороняти доступ до каналу DCC.

Фіксація часових подій. На всі події, що гребують фіксації у часі, ставиться тимчасова мітка з роздільною здатністю в одну секунду. Час фіксується за показом локального таймера даного NE.

Інші загальні функції, наприклад, захист на різних рівнях та забезпечення необхідної безпеки зв'язку, дистанційний вхід у мережу, розробка, завантаження та модифікація необхідного програмного забезпечення, здійснюються в даний час виробниками обладнання систем передачі SDH.

2.6 Висновки до розділу

Розглянуті технології керування та методи реалізації механізмів забезпечення якості послуг. Для забезпечення необхідної якості обслуговування на фазі перенесення пакетів трафіку він повинен бути доповнений одним з існуючих протоколів маршрутизації, а також набором механізмів управління трафіком, що включають управління доступом, класифікацію трафіку, управління і планування черг тощо. Проаналізовано функціонування системи керування структурою телекомунікаційної системи та її функціональними станами. Показані особливості системи керування мережею синхронізації цифрової ієрархії (SDH).

3 АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ

3.1 Модель системи керування телекомунікаційними мережами

Мережа управління зв'язком TMN в концепції систем передачі та мереж SDH є необхідним інструментом для управління телекомунікаціями та їх обслуговування. З попереднього пункту випливає, що мережа TMN забезпечує великий набір функцій менеджменту та управління для мереж SDH та сервісу, а також підтримує зв'язок між мережами SDH та сервісом [10].

Елемент-менеджер. NM і SM формують основу (ядро) мережі управління зв'язком. Ідея управління системами передачі та мережами SDH обумовлені в Рекомендації ITU-T G.784, де вказується, що принципи управління базуються на концепції, визначеній у Рекомендації ITU-TM.3010, а саме: функціональна організація управління (конфігурація, якісні показники, пошкодження) та функціональний опис NE в об'єктах управління.

Основна концепція TMN визначається ретельно організованою та структуризованою мережею і полягає у формуванні такої її архітектури, яка дозволяє пов'язати різні рівні керуючих систем: рівень управління економічною ефективністю мережі, рівень управління сервісом мережі та рівень системи управління мережею як між собою, так і з NE (мережевим обладнанням) для обміну керуючою інформацією за допомогою стандартних інтерфейсів, протоколів та повідомлень.

Модель системи управління сучасною телекомунікаційною мережею TCN (Telecommunication Network), складовою якої є мережа SDH, або модель мережі управління зв'язком TMN, показана на рис. 3.1. Вона відповідає рекомендації ГШ-ГМ.3010.

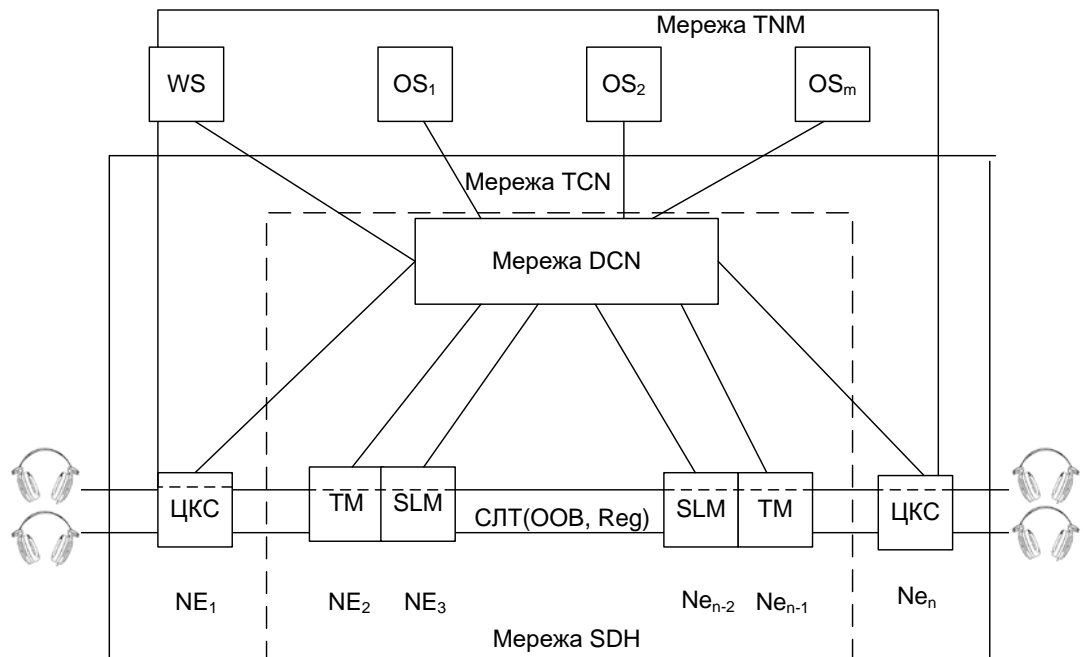


Рисунок 3.1 – Модель системи керування сучасною телекомунікаційною мережею TCN

Найважливішими складовими частинами представленої моделі мережі TMN є:

1) обладнання системи (або систем) передачі SDH, об'єднане в загальну мережу з обладнанням систем доступу цифровими комутаційними станціями (ЦКС), або елементи мережі NE_1, NE_2, \dots, NE_n ;

2) мережа цифрових каналів службового зв'язку, або мережа передачі даних DCN (Data Communication Network), яка є складовою частиною мережі SDH,

3) керуючі (операційні) системи OS_1, OS_2, \dots, OS_m , які можуть бути пов'язані між собою через загальну мережу передачі даних, керовану робочою станцією WS (Workstation). Станція WS також пов'язує операційні системи з різним обладнанням (елементами) мережі SDH.

Фізичне з'єднання між NE та OS на рис. 3.1 показано умовно. Практично зв'язок між NE та OS реалізується через інтерфейс між ними з використанням каналів мережі DCN. По цих каналах аварійна та керуюча інформація передається від NE до центральної OS з використанням інтерфейсних портів,

які мають точки доступу до рівня фізичної мережі TMN. Мережа управління може змінюватись у дуже широких межах; від простого з'єднання між OS та одиночним NE до мережі складної архітектури, що з'єднує велику кількість різнотипних елементів обладнання мережі SDH і велику кількість типів різних OS. Така архітектура мережі TMN з місцевим розміщенням OS, на відміну централізованого управління, дозволяє створити систему управління, що забезпечує вищу якість послуг і найкраще обслуговування споживачів.

У Рекомендації ITU-T M.3010 вказується, зокрема, що розглянута модель системи управління мережами SDH може підтримувати такі типи управління [11]:

- 1) управління робочими параметрами мережі;
- 2) забезпечення надійності роботи систем передачі та мережі SDH та управління відмовами їх елементів;
- 3) управління конфігурацією мережі;
- 4) забезпечення конфіденційності переданих повідомлень, що циркулюють в мережах;
- 5) управління безпекою систем передачі SDH.

3.2 Інформаційна модель архітектури мережі синхронізації цифрової ієрархії (SDH)

Сучасна система управління мережами SDH реалізується з використанням стандартів, узгоджених з моделлю OSI. Перш ніж розглядати спеціальні аспекти управління мережею і логічні зв'язки між елементами системи TMN, необхідно вказати на деякі особливості використання концепції OSI в мережі TMN. Стандарти моделі OSI стосовно мережі управління реалізуються у двох аспектах.

1. Стандартизована інформація про стан (ресурси) елементів мережі SDH. сформована об'єктами управління. Ця інформація формується незалежно від

типу елементів мережі SDH, мультиплексори, крос-конектори, середовище передачі і т.д.

2. Стандартні протоколи передачі керуючої інформації. У визначенні протоколів має бути зроблено різницю між керуючою (обслуговуючою) і керованою (обслуговуваною) системами.

Зміст інформації, прийнятої від обслуговувача керуючої системи, викликає процеси, що управляють, в керованій системі. Виконавець процесів цієї системи переводить отриману керуючу інформацію в конкретні дії, які впливають на об'єкти управління. При цьому вся взаємодія між обслуговувачем та виконавцем здійснюється на основі використання протоколу загальної керуючої інформації CMIP (Common Management Information Protocol) та сервісу загальної керуючої інформації CMIS (Common Management Information Service), описаних у Рекомендаціях ІТУ-ТХ.711 та Х.710 відповідно.

При створенні інформаційної моделі обміну даними в мережі TMN в даний час використовується об'єктно-орієнтований підхід і концепція Менеджер - Агент (керівник - виконавець). Такий підхід розглядає управління обміном інформацією мережі TMN в термінах Менеджер - Агент - Об'єкти управління з використанням сервісу CMIS і протоколу CMIP. На підставі викладеного розроблено загальну інформаційну модель архітектури мережі TMN, яка показана на рис. 3.2 [10].

Менеджер є керуючим відкритої системи і є частиною управління. У процесі управління він видає директиви та формує команди для перевірки стану NE (об'єктів управління), наближення їх параметрів до порогових значень, зміни конфігурації мережі тощо, а також отримує повідомлення та доповіді про виконання переданих директив та команд. Директиви та команди, передані від Менеджера до об'єктів управління МО, доводяться до них Агентом.

Агент є частиною керованої відкритої системи і є частиною керуючого процесу. У процесі управління він отримує директиви та команди від Менеджера з управління об'єктами МО і видає йому повідомлення (доповіді, повідомлення) від імені цих об'єктів управління. Для цього Агент містить

розпізнавач, який керує доступом до NE (об'єктів управління). Крім того, розпізнавач керує місцевою реєстрацією виконаних операцій і керує розподілом по МО певних повідомлень. Повідомлення та доповіді, що надсилаються від МО до Менеджера, доводяться до Менеджера тим самим Агентом. Один менеджер може бути задіяний в інформаційному обміні з кількома Агентами та, навпаки, один Агент може взаємодіяти з кількома Менеджерами. Агент може ігнорувати директиви та команди Менеджера з міркувань порушення режиму секретності доступу до об'єктів управління або з інших причин.

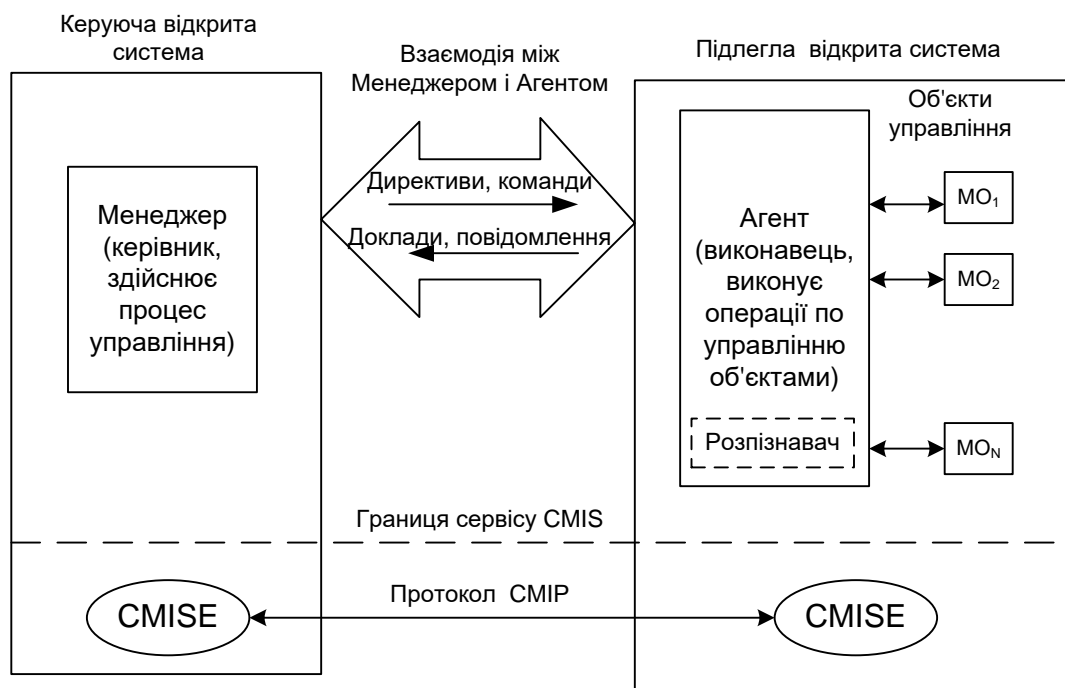


Рисунок 3.2 – Інформаційна модель архітектури мережі TMN

У представленій моделі керуюча інформація переміщається між Менеджером та Агентом. Менеджер є керівною (керуючою) системою, що здійснює процес управління. Агент є проміжною функцією між Менеджером та NE (об'єктами управління), він здійснює виконавчий процес.

Функції управління або взаємодії між Менеджером та Агентом виконуються з використанням сервісних елементів CMISE та протоколу CMIP (рис. 3.2).

Розглянута схема інформаційної моделі може бути використана при забезпеченні зв'язку та взаємодії між декількома інформаційними системами на основі системи управління TMN. Схема взаємодії трьох каскадно пов'язаних мереж TMN інформаційних систем А, В та С показана на рис. 3.3 [7]. На цій схемі система А керує системою В, яка, у свою чергу, керує системою С. Менеджер М системи А діє за наступним алгоритмом.

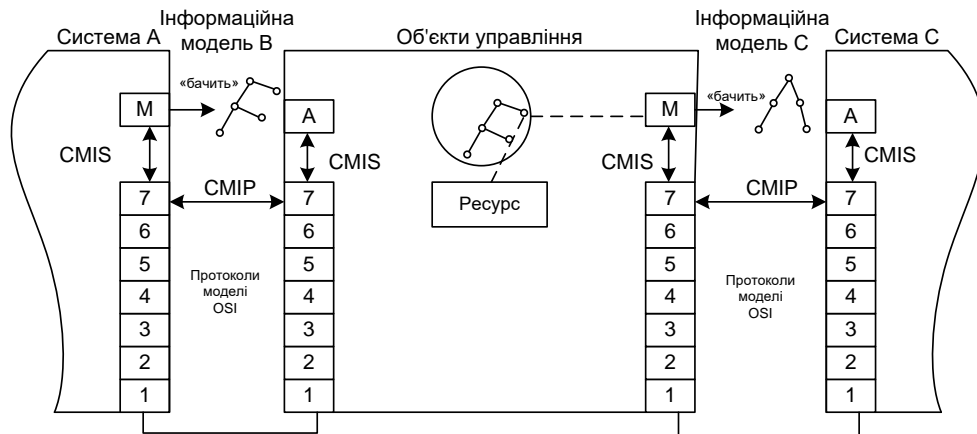


Рисунок 3.3 – Схема взаємодії трьох каскадно пов'язаних мереж TMN

Він керує системою, орієнтуючись на інформаційну модель цієї системи. Менеджер М системи А «бачить» інформаційну модель системи В. Завдяки тому, що вона зберігається в базі керуючої інформації МІВ системи В. На основі цієї інформації Менеджер М системи А, використовуючи сервіс CMIS і протокол CMIP, здійснює рух вниз по набору протоколів моделі OSI системи А від прикладного рівня до фізичного. Фізично відбувається зв'язок з набором протоколів моделі OSI системи, а потім рух по ньому вгору з виходом через сервіс CMIS і протокол CMIP на Агента системи В. Останній реалізує директиви та команди від Менеджера М по управлінню елементами (ресурсами) системи В, які відображаються в базі МІВ системи В. За ланцюгом зворотного зв'язку інформація про зміну стану (статусу, ресурсу) об'єкта управління відображається в базі МІВ системи В і надходить Менеджеру М системи В, який керує системою С.

Алгоритм дій Менеджера М системи В аналогічний описаному вище для системи А. Зрозуміло, що повідомлення та доповіді, які отримують Менеджер системи В передаються далі в систему А і здійснюють зміни до МІВ систем С і В.

3.3 Оптимізація динамічної процедури керування структурою телекомунікаційних систем

Скористаємося більш конструктивним методом в умовах обмежень на якість обслуговування. Щоб обійти NP-повноту завдання перерозподілу трафіку, може бути використаний рекурсивний алгоритм, який мінімізує перевантаження в мережі при виконанні заданих умов [12].

Ідея алгоритму полягає у наступному. Передбачається використовувати централізовану стратегію управління всією або фрагментом мережі (рис. 3.4). Спочатку знаходяться наведені значення навантаження, виходячи з яких будується матриця з нульової діагоналлю (3.1).

$$\|\hat{T}_{ij}\| = \begin{bmatrix} 0 & \hat{T}_{12} & \hat{T}_{13} & \hat{T}_{14} \\ \hat{T}_{21} & 0 & \hat{T}_{23} & \hat{T}_{24} \\ \hat{T}_{31} & \hat{T}_{32} & 0 & \hat{T}_{34} \\ \hat{T}_{41} & \hat{T}_{42} & \hat{T}_{43} & 0 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Недіагональні елементи при цьому являють завантаження відповідного напрямку зв'язку в мережі \hat{T}_{ij} , яка визначається як

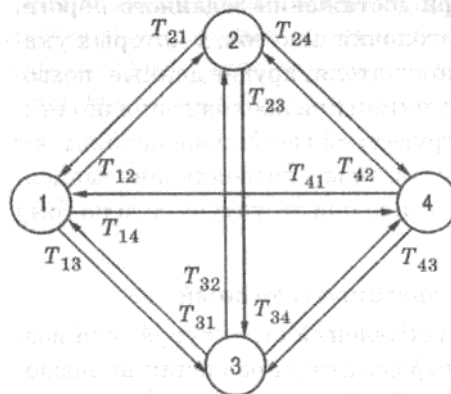


Рисунок 3.4 – Фрагмент мережі

$$\hat{T}_{ij} = \frac{T_{ij}(t)}{v_{ij}} \quad (3.2)$$

де T_{ij} - відповідне навантаження в момент часу t , v_{ij} - пропускна здатність каналу зв'язку ij . Далі на кожному наступному часовому інтервалі виконується перерозподіл навантаження з найбільш завантажених каналів ij на не завантажені обхідні шляхи, що складаються з двох ділянок ik і kj . Таких ділянок може бути і понад дві.

Пропонований алгоритм може бути використаний як для повнозв'язаної мережі, так і для мережі довільної зв'язності. Обмеження на зв'язність є принциповими і впливають на алгоритм в цілому. Слід зазначити, що в рамках технології MPLS-TE повнозв'язність мережі може бути досягнута на основі логічних методів, тобто можуть бути утворені тунелі (віртуальні канали) між усіма входами та виходами розподілених елементів, що і призводить до повної зв'язності. Великим достоїнством такого методу перерозподілу є те, що він дозволяє не тільки запобігати перевантаженню мережі, але й забезпечує відновлення працездатності мережі (рестарт) після збоїв, виходу з ладу окремих елементів та напрямів зв'язку.

Пропонується алгоритм спрямованого пошуку перевантажених шляхів та перерозподілу навантаження з них на обхідні шляхи. Отримаємо рішення для алгоритму централізованого управління для знаходження наведених значень навантаження кожного шляху, на підставі яких будується матриця наведених навантажень (3.1), недіагональні елементи якої характеризують наведені значення навантажень мережі. Завдання управління полягає в тому, щоб знайти відповідні значення цих недіагональних елементів [9].

Нехай v_{ij} - пропускна здатність каналу зв'язку між вузлами i та j , $T_{ij}(t)$ - відповідне навантаження в момент часу t .

$$\hat{T}_{ij} = \frac{T_{ij}(t)}{v_{ij}} \quad (3.3)$$

Відношення називатимемо наведеним навантаженням каналу ij . Очевидно, що коли $\hat{T}_{ij} > 1$, канал практично повністю завантажений, то виникає необхідність ремаршрутизувати частину навантаження на обхідні шляхи.

Нехай F_{ij} - заданий потік інформації з вузла i вузол j . Якщо між вузлами i та j існує прямий зв'язок, то наведений потік інформації з вузла i у вузол j визначається відношенням

$$\hat{F}_{ij} = \frac{F_{ij}(t)}{v_{ij}} \quad (3.4)$$

У випадку, коли шлях від вузла i вузол j проходить через кілька проміжних каналів, то на кожній ділянці наведений потік буде визначатися виразами

$$\hat{F}_{ij+1}^{ij} = \frac{F_{ij}(t)}{v_{ij+1}}; \dots; \hat{F}_{kj+1}^{ij} = \frac{F_{ij}(t)}{v_{kj+1}}; \hat{F}_{j-1j}^{ij} = \frac{F_{ij}(t)}{v_{j-1j}}; \dots; \quad (3.5)$$

Таким чином, завантаження кожного напрямку \hat{T}_{ij} складатиметься з навантаження, що передається між вузлами i та j , тобто величиною $\hat{T}_{ij}^i(t)$ і сумою навантажень, створюваної трафіком, що ремаршрутизується трафіком

$$\hat{T}_{ij} = \hat{T}_{ij}^i(t) + \sum_{k=1}^{n-1} \hat{F}_{kj}^{ij} \quad (3.6)$$

де n - Число вузлів в мережі, $k \neq i$.

Для управління розподілом інформаційних потоків пропонується наступна просторово-часова рекурсивна процедура, що здійснюється від i -го максимально завантаженого вузла до j -му на кожному з k -кроків. Вочевидь, у початковий k -й момент часу наведений потік з i -го вузла в j -й може бути представлений

$$\hat{F}_{ij}^i(k) = \hat{F}_{ij}^{i*}(k) - \Delta \hat{F}_{ij}^i(k) \quad (3.7)$$

Величина $\Delta\hat{F}_{ij}^i(k)$ на k -му кроці ітерації показує, яка частина навантаження буде перерозподілена з найбільш завантаженого каналу на обхідний дволанковий. Ця величина може задаватися, виходячи з прийнятої політики управління чи емпірично. Вона повинна забезпечувати стійкість роботи на інтервалі часу при збільшенні навантаження. Практика показує, що цю величину доцільно взяти рівною 20 %, тобто навантаження, що залишилося на цьому напрямку, складе

$$\frac{\hat{F}_{ij}^i(k) - \Delta\hat{F}_{ij}^i(k)}{\hat{F}_{ij}^i(k)} = 0,8 \quad (3.8)$$

На наступному етапі перерозподілу необхідно враховувати значення пропускних здібностей v_{ij} , а саме ті значення, які визначають їх співвідношення на першому та наступних кроках дискретизації.

На наступному $(k + 1)$ -му кроці часу здійснюється перехід процедури на наступний крок, при цьому враховується значення наведеного потоку на попередньому кроці. Таким чином, приходимо до рекурсивної процедури оцінки стану:

$$\Delta\hat{F}_{ij}^i(k + 1) = \Delta\hat{F}_{ij}^i(k) + \mu[\hat{F}_{ij}^i(k + 1) - \hat{F}_{ij}^{i*}(k)] \quad (3.9)$$

Величина μ вибирається з умов забезпечення стійкості заданої процедури. Величину вибору μ пов'язують зі швидкістю збіжності рекурсивної процедури (3.8) або (3.9) з величиною різниці у квадратних дужках, що має назву нев'язки; що менше інтервал кореляції $\tau_{кор}$ між випадковими величинами $[\hat{F}_{ij}^i(k + 1) - \hat{F}_{ij}^{i*}(k)]$, тим ближче до одиниці має бути величина μ . З іншого боку, зі зменшенням кореляційності перерізів на кроці k і $k + 1$ величина μ відповідно повинна зменшуватися. Досвід показує, що ці перерізи повинні бути $\Delta t \leq 0,1\tau_{кор}$.

У наведеній процедурі необхідно враховувати поточне навантаження всіх ділянок мережі, що нескладно зробити в мережах з координованим

управлінням. Однак у деяких технологіях реалізувати централізоване управління важко. Тому запропоновану процедуру можна модифікувати для локального керування на кожному мережевому пристрої. У цьому випадку в конкретному маршрутизаторі може мати місце інформація лише про завантаження каналів, безпосередньо з цим маршрутизатором. Оскільки в цьому методі враховується лише завантаження однієї з двох ділянок обхідного шляху, існує імовірність не самого раціонального перерозподілу навантаження. Однак цей метод має важливу позитивну властивість: при використанні цього методу відсутня додаткова навантаження, пов'язана з передачею службового трафіку.

3.4 Розробка моделі затримок в мережі керування телекомунікаційних систем

Введемо поняття структури телекомунікаційної мережі. Нехай S - квадратна матриця, що описує структуру мережі, причому якщо $s_{ij} = 0$ " немає зв'язку між i -м та j -м об'єктом, і якщо $s_{ij} = 1$ - зв'язок є.

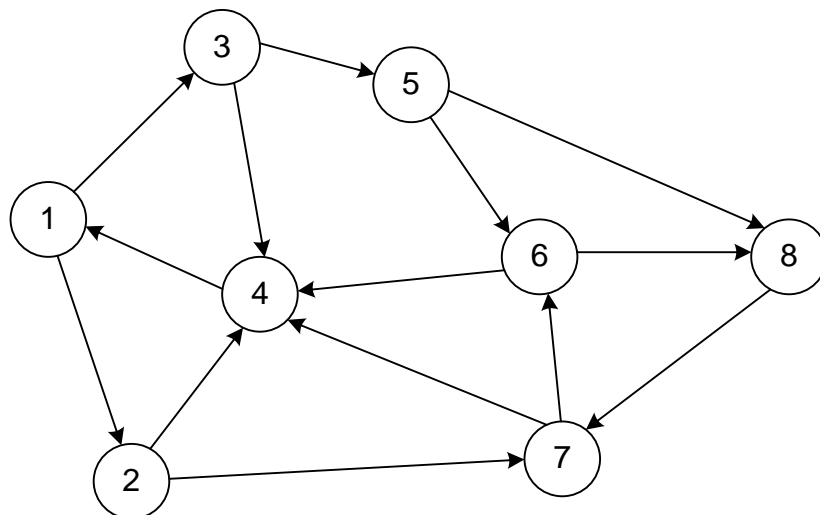


Рисунок 3.5 - Фрагмент структури телекомунікаційної мережі

Наприклад, для заданої на рис. 3.5 структури мережі матриця S запишеться в вигляді

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 11 & 00 & 00 & 0 \\ 0 & 00 & 10 & 01 & 0 \\ 0 & 00 & 11 & 00 & 0 \\ 1 & 00 & 01 & 00 & 0 \\ 0 & 00 & 00 & 10 & 1 \\ 0 & 00 & 10 & 00 & 0 \\ 0 & 00 & 10 & 10 & 0 \\ 0 & 00 & 00 & 01 & 0 \end{bmatrix}$$

Формула для розрахунку часу передавання сигнальних одиниць в загальному вигляді запишеться

$$T_{\Sigma} = T(S, l, N_{i,j}, P_{i,j}, \mu), \quad (3.10)$$

де S - структура телекомунікаційної мережі;

l - довжина сигнальної одиниці;

$N_{i,j}$ - кількість повторних передач сигнальних одиниць на ділянці (i, j) ;

$P_{i,j}$ - імовірність помилкового передавання сигнальних одиниць на ділянці (i, j) ;

μ - маршрут, що проходить сигнальна одиниця між пунктами, які нас цікавлять.

Усі можливі маршрути з i -ї вершини в j -ту запишемо у вигляді рівняння множин

$$G_M = (X, U)$$

де X - множина об'єктів телекомунікаційної мережі, що входять в маршрут;

U - множина дуг (ланок сигналізації) між об'єктами i та j , що входять в маршрут, що розглядається, причому для усіх дуг (k, l) , що входять в маршрут повинна виконуватись рівність $s_{k,l} = 1$.

Маршрутами з i -ї вершини в j -у телекомунікаційної мережі будемо називати такі шляхи, які є елементарними, тобто жодна вершина в маршруті не повинна зустрічатись два рази. Відповідно довжиною елементарного маршруту $\mu = (u_1, \dots, u_k)$ будемо називати число $\lambda(\mu) = \sum_{i=1}^k \lambda(u_i)$, де $\lambda(u_i)$ - відповідно довжина кожного відрізка маршруту. В нашому випадку довжина маршруту $\lambda(\mu)$ є ніщо інше, як час затримки сигнальної одиниці на усьому етапі її передавання. Тому має місце рівність [11, 12]:

$$\lambda(\mu) = T_{\Sigma} = \sum_{u_i \in \mu} \lambda(u_i) = \sum_{u_i \in \mu} T_{u_i}$$

де T_{u_i} - часова затримка сигнальної одиниці на відрізку маршруту $u_i \in \mu$.

Розглянемо питання доставляння сигнальних одиниць з i -ї вершини телекомунікаційної мережі в j -ту. Існує велика кількість методів визначення можливих маршрутів в графі. Тому визначимо множину маршрутів $G(U)$, яка являє собою об'єднання векторів. Кожний вектор описує послідовність проходження пунктів телекомунікаційної мережі для передавання сигнальної одиниці з i -го елемента в j -й, причому кількість маршрутів між цими об'єктами визначається лише структурою мережі. Кожен з маршрутів має бути елементарним. Складемо матрицю "вартостей" у відповідності до структури телекомунікаційної мережі. Елементами матриці "вартостей" будуть часові затримки сигнальних одиниць при передаванні з i -го елемента в i -й. Таким чином матриця "вартостей" представиться у вигляді

$$C = \begin{vmatrix} T_{11} \cdot s_{11} & T_{12} \cdot s_{12} & \dots & T_{1n} \cdot s_{1n} \\ T_{21} \cdot s_{21} & T_{22} \cdot s_{22} & \dots & T_{2n} \cdot s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T_{1n} \cdot s_{1n} & T_{2n} \cdot s_{2n} & \dots & T_{nn} \cdot s_{nn} \end{vmatrix}$$

У випадку відсутності відрізка (i,j) ($s_{ij}=0$) будемо вважати, що часова затримка сигнальної одиниці на цьому відрізку прямує до ∞ .

Розглянемо модель затримок сигналів для реальної телекомунікаційної мережі.

Нехай граф $G(X,U)$ - структура телекомунікаційної мережі, X - множина об'єктів телекомунікаційної мережі (вершини), U - множина зв'язків між відповідними об'єктами (вершинами) i,j (якщо зв'язок є, то відповідно $u_{ij} = 1$, якщо немає - $u_{ij}=0$).

Виокремимо підграф $G_M(X_M,U_M)$ - підграф маршрутів з i -ї вершини в j -ту.

Розглянемо випадок, коли передавання сигнальних одиниць ведеться з i -го пункту в j -й, причому на кожному ланку сигналізації, що входить в заданий

маршрут $U_M(i,j)$ ($u_{M_{kl}} \in U_M(i,j)$), діє додаткове навантаження, що створюється потоком сигнальних одиниць, які передаються по цих ланках сигналізації в рамках інших маршрутів. В цьому випадку кожен об'єкт мережі буде мати вигляд як показано на рис. 3.6.

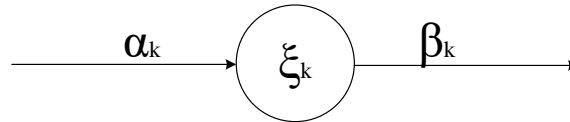


Рисунок 3.6 – Розподілення навантажень на об'єкті телекомунікаційної мережі

Тоді рівняння рівноваги k -го об'єкту маршруту $U_M(i,j)$ запишеться у вигляді

$$\alpha_k - \beta_k - \xi_k = 0 \quad (3.11)$$

де α_k - імовірнісна величина потоку вхідних в k -й об'єкт сигнали одиниць, що має пуасонівський закон розподілу;

β_k - імовірнісна величина потоку вихідних сигнальних одиниць з k -го об'єкта, має пуасонівський закон розподілу;

ξ_k - імовірнісна величина потоку сигнальних одиниць маршруту $U_M(i,j)$, що нас цікавить, має пуасонівський закон розподілу.

Оскільки час затримки сигнальних одиниць напряму залежить від завантаження ланок сигналізації, що входять в маршрут $U(i,j)$, розрахуємо навантаження ланки сигналізації на відповідній ділянці (k, l) . За визначенням навантаження розраховується за формулою

$$\tilde{a} = \lambda T_M \quad (3.12)$$

де λ - потік сигнальних одиниць (інтенсивність надходження значущих сигнальних одиниць в ланку сигналізації);

T_M - час передавання в канал значущої сигнальної одиниці.

Враховуючи той факт, що

$$\tilde{a}_{kl} = \xi_{kl} T_M = (\alpha_{kl} - \beta_{kl})(T_{EK_{kl}} - T_{E\Pi_{kl}}), \quad (3.13)$$

формула для розрахунку загальної затримки значущої сигнальної одиниці на маршруті $U(i,j)$ у випадку відсутності похибок передавання сигнальних одиниць, буде мати вигляд

$$T_{\Sigma\tilde{a}}^{i,j} = \sum_{u_{kl} \in U(i,j)} \frac{1}{2} \left(T_{f_{kl}} + \frac{\tilde{a}_{kl}}{1-\tilde{a}_{kl}} k_1 (T_{EK_{kl}} - T_{E\Pi_{kl}}) \right). \quad (3.14)$$

Відповідна дисперсія для цього випадку

$$\sigma_{\Sigma\tilde{a}}^2(i,j) = \sum_{u_{kl} \in U(i,j)} \left(\frac{T_{f_{kl}}^2}{12} + \frac{1}{4} \left(\frac{\tilde{a}_{kl}}{1-\tilde{a}_{kl}} k_1 (T_{EK_{kl}} - T_{E\Pi_{kl}}) \right)^2 + \frac{1}{3} \frac{\tilde{a}_{kl}}{1-\tilde{a}_{kl}} k_2 (T_{EK_{kl}} - T_{E\Pi_{kl}})^2 \right) \quad (3.15)$$

Для випадку наявності похибок передавання сигнальних одиниць, сумарний час затримки передавання сигнальних одиниць

$$T_{\Sigma\tilde{a}}^{i,j} = \sum_{u_{kl} \in U(i,j)} \frac{1}{2} \left(T_{f_{kl}} + \frac{a_{ff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})}{1-a_{ff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})} \frac{T_{vir_{kl}}^{(2)}(\tilde{a}_{kl})}{T_{vir_{kl}}^{(1)}(\tilde{a}_{kl})} \right) + T_{vir_{kl}}^{(1)} - (T_{EK_{kl}} - T_{E\Pi_{kl}}), \quad (3.16)$$

і відповідно дисперсія для нього випадку

$$\sigma_{\Sigma\tilde{a}}^2(i,j) = \sum_{u_{kl} \in U(i,j)} \frac{T_{f_{kl}}^2}{12} + \frac{1}{4} \left(\frac{a_{eff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})}{1-a_{eff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})} \frac{T_{vir_{kl}}^{(2)}(\tilde{a}_{kl})}{T_{vir_{kl}}^{(1)}(\tilde{a}_{kl})} \right)^2 + \frac{1}{3} \frac{a_{eff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})}{1-a_{eff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})} \frac{T_{vir_{kl}}^{(3)}}{T_{EK_{kl}} - T_{E\Pi_{kl}}} + T_{vir_{kl}}^{(2)}(\tilde{a}_{kl}) - \left(T_{vir_{kl}}^{(1)}(\tilde{a}_{kl}) \right)^2 + (T_{EK_{kl}} - T_{E\Pi_{kl}})^2 (1 - k_1), \quad (3.17)$$

Для випадку, коли в маршруті $U(i,j)$, що розглядається, присутні ланки сигналізації як з наявністю похибок передавання, так і з їх відсутністю, необхідно розглядати композицію часових затримок та їх дисперсій. В

кінцевому результату загальний вигляд часової затримки сигнальних одиниць на маршруті передавання буде

$$T_{\Sigma}^{i,j} = \sum_{u_{kl} \in U_{\text{БП}}(i,j)} T_{\Sigma_{\tilde{a}}}^{k,l} + \sum_{u_{kl} \in U_{\text{БП}}(i,j)} T_{\Sigma_{\tilde{t}_{\tilde{a}}}}^{k,l}, \quad (3.18)$$

$$u_{kl} \in U_{\text{БП}}(i,j) = U_{\text{БП}}(i,j) + U_{\text{СП}}(i,j). \quad (3.19)$$

Підставивши значення $T_{\Sigma_{\tilde{t}_{\tilde{a}}}}^{k,l}$ та $T_{\Sigma_{\tilde{a}}}^{k,l}$ в (3.18) отримаємо розрахункову формулу загальної затримки сигнальної одиниці в телекомунікаційній мережі

$$T_{\Sigma}^{i,j} = \sum_{u_{kl} \in U_{\text{БП}}(i,j)} \left(\frac{1}{2} \left(T_{f_{kl}} + \frac{\tilde{a}_{kl}}{1-\tilde{a}_{kl}} k_1 (T_{EK_{kl}} - T_{EP_{kl}}) \right) \right) + \sum_{u_{kl} \in U_{\text{БП}}(i,j)} \left(\frac{1}{2} \left(T_{f_{kl}} + \frac{a_{eff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})}{1-a_{eff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})} \frac{T_{vir_{kl}}^{(2)}(\tilde{a}_{kl})}{T_{vir_{kl}}^{(1)}(\tilde{a}_{kl})} \right) + T_{vir_{kl}}^{(1)}(\tilde{a}_{kl}) - (T_{EK_{kl}} - T_{EP_{kl}}) \right) \quad (3.20)$$

Дисперсія для загального випадку запишеться у вигляді

$$\sigma_{\Sigma}^2(i,j) = \sum_{u_{kl} \in U_{\text{БП}}(i,j)} \left(\frac{T_{f_{kl}}^2}{12} + \frac{1}{4} \left(\frac{\tilde{a}_{kl}}{1-\tilde{a}_{kl}} k_1 (T_{EK_{kl}} - T_{EP_{kl}}) \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{\tilde{a}_{kl}}{1-\tilde{a}_{kl}} k_2 (T_{EK_{kl}} - T_{EP_{kl}})^2 \right) + \sum_{u_{kl} \in U_{\text{БП}}(i,j)} \left(\frac{T_{f_{kl}}^2}{12} + \frac{1}{4} \left(\frac{a_{eff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})}{1-a_{eff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})} \frac{T_{vir_{kl}}^{(2)}(\tilde{a}_{kl})}{T_{vir_{kl}}^{(1)}(\tilde{a}_{kl})} \right)^2 + \frac{1}{3} \frac{a_{eff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})}{1-a_{eff_{kl}}(\tilde{a}_{kl})} \frac{T_{vir_{kl}}^{(3)}(\tilde{a}_{kl})}{(T_{EK_{kl}} - T_{EP_{kl}})} + T_{vir_{kl}}^{(2)}(\tilde{a}_{kl}) - \left(T_{vir_{kl}}^{(1)}(\tilde{a}_{kl}) \right)^2 + (T_{EK_{kl}} - T_{EP_{kl}})^2 (1 - k_1) \right) \right) \quad (3.21)$$

Для розрахунку часових затримок та відповідних дисперсій необхідно виконати послідовність дій, що показана в алгоритмі на рис. 3.7.

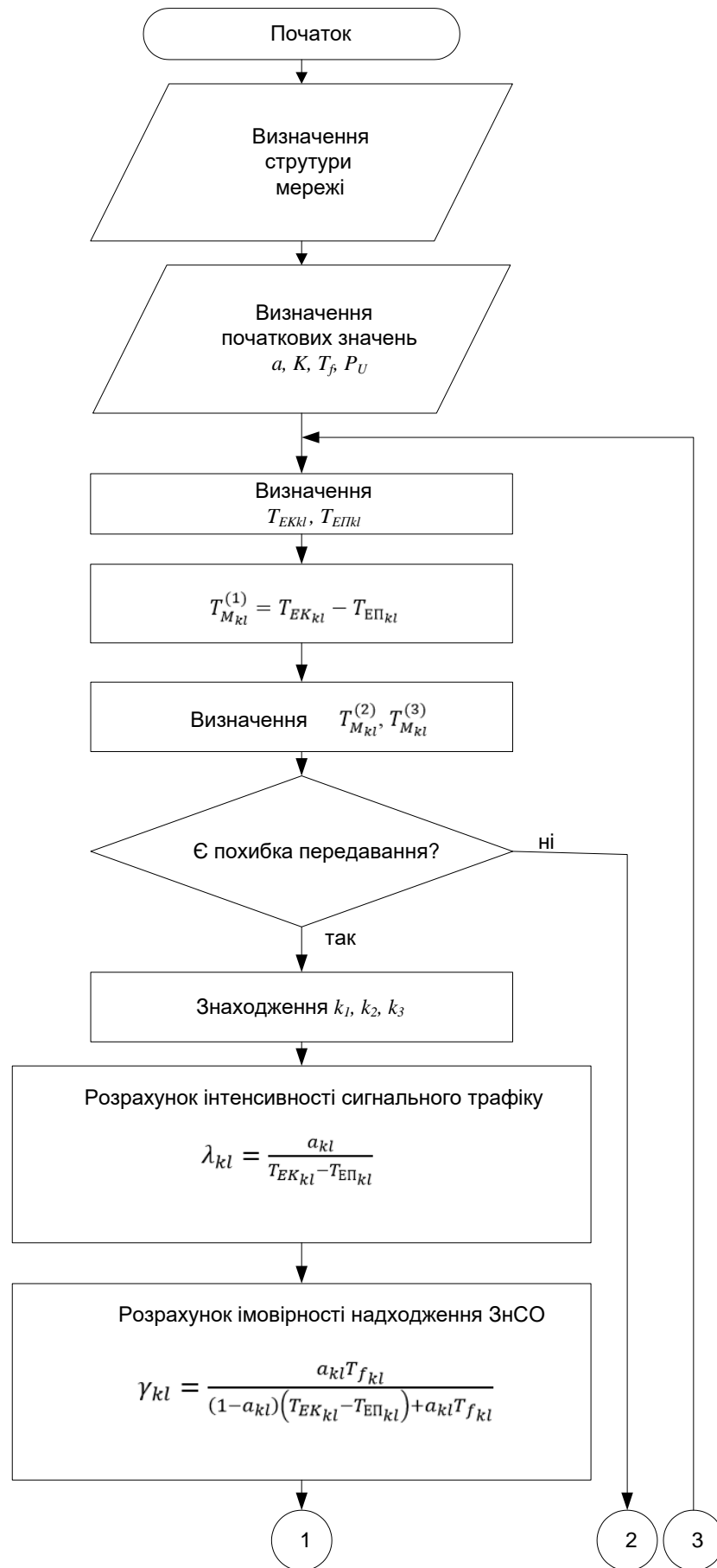


Рисунок 3.7 – Алгоритм розрахунку часових затримок. Початок

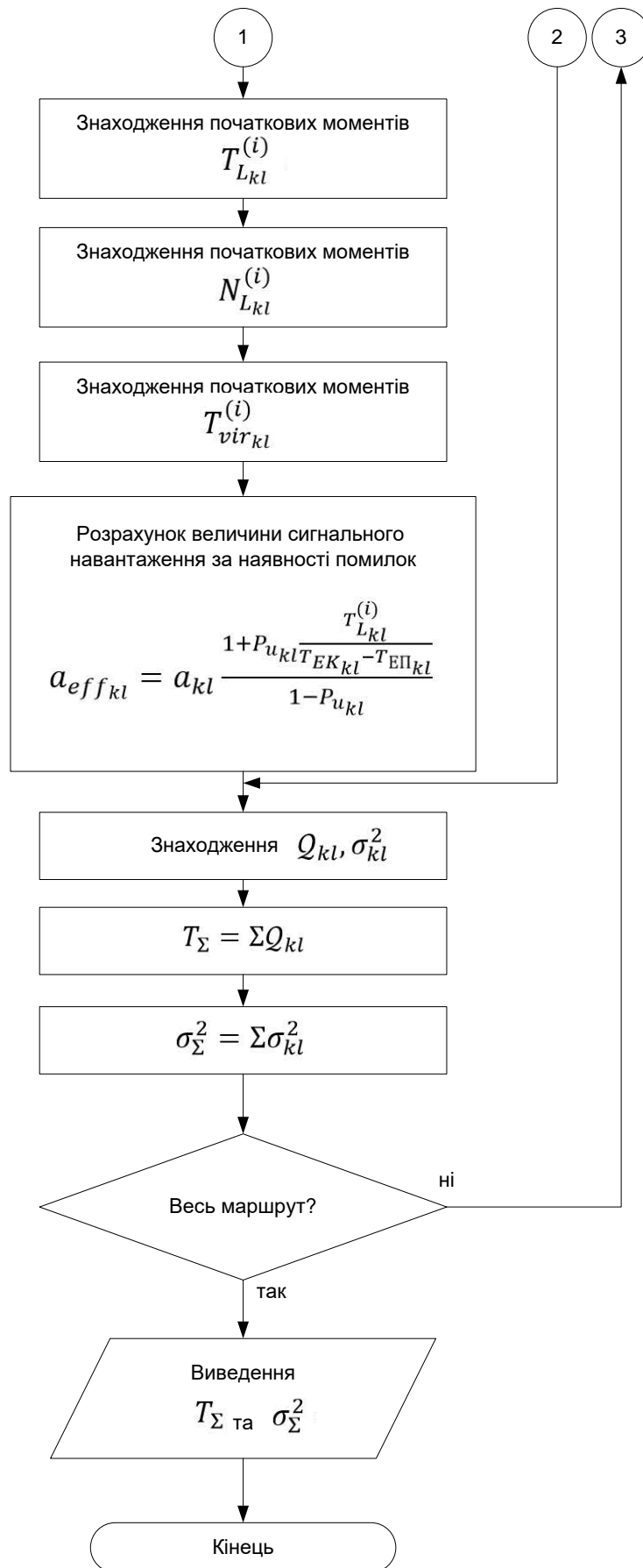


Рисунок 3.8 – Алгоритм розрахунку часових затримок. Кінець

3.5 Висновки до розділу

Проаналізована модель системи управління телекомунікаційними системами, розроблена інформаційна модель архітектури мережі синхронізації цифрової ієрархії (SDH). При створенні інформаційної моделі обміну даними в мережі TMN використано об'єктно-орієнтований підхід і концепція Менеджер – Агент. Проведено оптимізацію динамічної процедури керування структурою телекомунікаційних систем. При цьому пропонується алгоритм спрямованого пошуку перевантажених шляхів та перерозподілу навантаження з них на обхідні шляхи. Виконана розробка моделі затримок в мережі керування телекомунікаційних систем.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Виконання науково-дослідної роботи завжди передбачає отримання певних результатів і вимагає відповідних витрат. Результати виконаної роботи завжди дають нам нові знання, які в подальшому можуть бути використані для удосконалення та/або розробки (побудови) нових, більш продуктивних зразків техніки, процесів та програмного забезпечення.

Дослідження на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем» може бути віднесено до фундаментальних і пошукових наукових досліджень і спрямоване на вирішення наукових проблем, пов'язаних з практичним застосуванням. Основою таких досліджень є науковий ефект, який виражається в отриманні наукових результатів, які збільшують обсяг знань про природу, техніку та суспільство, які розвивають теоретичну базу в тому чи іншому науковому напрямку, що дозволяє виявити нові закономірності, які можуть використовуватися на практиці.

Для цього випадку виконаємо такі етапи робіт:

- 1) здійснимо проведення наукового аудиту досліджень, тобто встановлення їх наукового рівня та значимості;
- 2) проведемо планування витрат на проведення наукових досліджень;
- 3) здійснимо розрахунок рівня важливості наукового дослідження та перспективності, визначимо ефективність наукових досліджень.

4.1 Оцінювання наукового ефекту

Основними ознаками наукового ефекту науково-дослідної роботи є новизна роботи, рівень її теоретичного опрацювання, перспективність, рівень розповсюдження результатів, можливість реалізації. Науковий ефект НДР на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних

систем» можна охарактеризувати двома показниками: ступенем наукової новизни та рівнем теоретичного опрацювання.

Значення показників ступеня новизни і рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи в балах наведені в табл. 4.1 та 4.2.

Таблиця 4.1 – Показники ступеня новизни науково-дослідної роботи виставлені експертами

Ступінь новизни	Характеристика ступеня новизни	Значення ступеня новизни, бали		
		Експерти (ПІБ, посада)		
		1	2	3
Принципово нова	Робота якісно нова за постановкою задачі і ґрунтується на застосуванні оригінальних методів дослідження. Результати дослідження відкривають новий напрям в даній галузі науки і техніки. Отримані принципово нові факти, закономірності; розроблена нова теорія. Створено принципово новий пристрій, спосіб, метод	0	0	0
Нова	Отримана нова інформація, яка суттєво зменшує невизначеність наявних значень (по-новому або вперше пояснені відомі факти, закономірності, впроваджені нові поняття, розкрита структура змісту). Проведено суттєве вдосконалення, доповнення і уточнення раніше досягнутих результатів	52	57	57
Відносно нова	Робота має елементи новизни в постановці задачі і методах дослідження. Результати дослідження систематизують і узагальнюють наявну інформацію, визначають шляхи подальших досліджень; вперше знайдено зв'язок (або знайдено новий зв'язок) між явищами. В принципі відомі положення розповсюджені на велику кількість об'єктів, в результаті чого знайдено ефективне рішення. Розроблені більш прості способи для досягнення відомих результатів. Проведена часткова раціональна модифікація (з ознаками новизни)	0	0	0
Традиційна	Робота виконана за традиційною методикою. Результати дослідження мають інформаційний характер. Підтверджені або поставлені під сумнів відомі факти та твердження, які потребують перевірки. Знайдено новий варіант рішення, який не дає суттєвих переваг в порівнянні з існуючим	0	0	0
Не нова	Отримано результат, який раніше зафіксований в інформаційному полі, та не був відомий авторам	0	0	0
Середнє значення балів експертів		55,3		

Згідно отриманого середнього значення балів експертів ступінь новизни характеризується як нова, тобто отримана нова інформація, яка суттєво зменшує невизначеність наявних знань (по-новому або вперше пояснені відомі факти, закономірності, впроваджені нові поняття, розкрита структура змісту) та проведено суттєве вдосконалення, доповнення і уточнення раніше досягнутих результатів.

Таблиця 4.2 – Показники рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи виставлені експертами

Характеристика рівня теоретичного опрацювання	Значення показника рівня теоретичного опрацювання, бали		
	Експерт (ПІБ, посада)		
	1	2	3
Відкриття закону, розробка теорії	0	0	0
Глибоке опрацювання проблеми: багатоаспектний аналіз зв'язків, взаємозалежності між фактами з наявністю пояснень, наукової систематизації з побудовою евристичної моделі або комплексного прогнозу	0	69	0
Розробка способу (алгоритму, програми), пристрою, отримання нової речовини	57	0	64
Елементарний аналіз зв'язків між фактами та наявною гіпотезою, класифікація, практичні рекомендації для окремого випадку тощо	0	0	0
Опис окремих елементарних фактів, викладення досвіду, результатів спостережень, вимірювань тощо	0	0	0
Середнє значення балів експертів	63,3		

Згідно отриманого середнього значення балів експертів рівень теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи характеризується як глибоке опрацювання проблеми: багатоаспектний аналіз зв'язків, взаємозалежності між фактами з наявністю пояснень, наукової систематизації з побудовою евристичної моделі або комплексного прогнозу.

Показник, який характеризує рівень наукового ефекту, визначаємо за формулою [13]:

$$E_{\text{нау}} = 0,6 \cdot k_{\text{нов}} + 0,4 \cdot k_{\text{теор}}, \quad (4.1)$$

де $k_{нов}$, $k_{теор}$ - показники ступеня новизни та рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи, $k_{нов} = 55,3$, $k_{теор} = 63,3$ балів;

0,6 та 0,4 – питома вага (значимість) показників ступеня новизни та рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи.

$$E_{нау} = 0,6 \cdot k_{нов} + 0,4 \cdot k_{теор} = 0,6 \cdot 55,3 + 0,4 \cdot 63,33 = 58,53 \text{ балів.}$$

Визначення характеристики показника $E_{нау}$ проводиться на основі висновків експертів виходячи з граничних значень, які наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Граничні значення показника наукового ефекту

Досягнутий рівень показника	Кількість балів
Високий	70...100
Середній	50...69
Достатній	15...49
Низький (помилкові дослідження)	1...14

Відповідно до визначеного рівня наукового ефекту проведеної науково-дослідної роботи на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем», даний рівень становить 58,53 балів і відповідає статусу - середній рівень. Тобто у даному випадку можна вести мову про потенційну фактичну ефективність науково-дослідної роботи.

4.2 Розрахунок витрат на здійснення науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем», під час планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідної роботи групуємо за відповідними статтями.

4.2.1 Витрати на оплату праці

До статті «Витрати на оплату праці» належать витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати керівникам відділів, лабораторій,

секторів і груп, науковим, інженерно-технічним працівникам, конструкторам, технологам, креслярам, копіювальникам, лаборантам, робітникам, студентам, аспірантам та іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням конкретної теми, обчисленої за посадовими окладами, відрядними розцінками, тарифними ставками згідно з чинними в організаціях системами оплати праці.

Основна заробітна плата дослідників

Витрати на основну заробітну плату дослідників (Z_o) розраховуємо у відповідності до посадових окладів працівників, за формулою [13]:

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (4.2)$$

де k – кількість посад дослідників залучених до процесу досліджень;

M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного дослідника, грн;

t_i – число днів роботи конкретного дослідника, дн.;

T_p – середнє число робочих днів в місяці, $T_p=20$ дні.

$$Z_o = 14700,00 \cdot 40 / 20 = 29400,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.4 – Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник	14700,00	735,00	40	29400,00
Інженер-дослідник телекомунікаційних систем	14325,00	716,25	40	28650,00
Науковий співробітник за напрямом досліджень технологій керування	14375,00	718,75	20	14375,00
Технік	6855,00	342,75	20	6855,00
Всього				79280,00

Основна заробітна плата робітників

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) за відповідними найменуваннями робіт НДР на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем» розраховуємо за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (4.3)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

t_i – час роботи робітника при виконанні визначеної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (4.4)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи, або мінімальної місячної заробітної плати (в залежності від діючого законодавства), прийmemo $M_M=6700,00$ грн;

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду (табл. Б.2, додаток Б) [13];

K_c – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

T_p – середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 20$ дн;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$$C_1 = 6700,00 \cdot 1,50 \cdot 1,65 / (20 \cdot 8) = 103,64 \text{ грн.}$$

$$Z_{pl} = 103,64 \cdot 10,00 = 1036,41 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.5 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника грн
Встановлення елементів керування телекомунікаційним устаткуванням	10,00	4	1,50	103,64	1036,41
Встановлення програмного забезпечення	5,50	5	1,70	117,46	646,03
Підготовка робочого місця інженера-	7,85	2	1,10	76,00	596,62

дослідника					
Контроль проведення цифрового експерименту	12,00	3	1,35	93,28	1119,32
Всього					3398,38

Додаткова заробітна плата дослідників та робітників

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10 ... 12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$Z_{\text{дод}} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{\text{дод}}}{100\%}, \quad (4.5)$$

де $H_{\text{дод}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати. Прийmemo 10%.

$$Z_{\text{дод}} = (79280,00 + 3398,38) \cdot 10 / 100\% = 8267,84 \text{ грн.}$$

4.2.2 Відрахування на соціальні заходи

Нарахування на заробітну плату дослідників та робітників розраховуємо як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників і робітників за формулою:

$$Z_n = (Z_o + Z_p + Z_{\text{дод}}) \cdot \frac{H_{\text{zn}}}{100\%} \quad (4.6)$$

де H_{zn} – норма нарахування на заробітну плату. Приймаємо 22%.

$$Z_n = (79280,00 + 3398,38 + 8267,84) \cdot 22 / 100\% = 20008,17 \text{ грн.}$$

4.2.3 Сировина та матеріали

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби і предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень за темою «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем».

Витрати на матеріали на даному етапі проведення досліджень в основному пов'язані з використанням моделей елементів та моделювання роботи і досліджень за допомогою комп'ютерної техніки та створення експериментальних математичних моделей або програмного забезпечення,

тому дані витрати формуються на основі витратних матеріалів характерних для офісних робіт.

Витрати на матеріали (M), у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_{ej}, \quad (4.7)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j -го найменування, грн/кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$);

B_j – маса відходів j -го найменування, кг;

C_{ej} – вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

$$M_1 = 4,0 \cdot 216,00 \cdot 1,1 - 0 \cdot 0 = 950,40 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.6 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн/кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Папір офісний А4, Crystal Pro80, клас С, 500 л, UPM	216,00	4,0	-	-	950,40
Папір офісний А3, Maestro Standart+, клас В, 80 г/м ² , 500 л, Mondi	468,00	1,0	-	-	514,80
Папір офісний Офіс Центр А5 80г/м ² 500 аркушів клас С	129,90	3,0	-	-	428,67
Органайзер для канцелярського начиння	210,00	2,0	-	-	462,00
ДИСК CD-R VERBATIM 700MB 80MIN 52X BULK 50	540,00	1,0	-	-	594,00
USB флеш накопичувач 32 ГБ	169,00	1,0	-	-	185,90
Всього					3135,77

4.2.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі (K_e), які використовують при проведенні НДР на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем», розраховуємо, згідно з їхньою номенклатурою, за формулою:

$$K_e = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j \quad (4.8)$$

де H_j – кількість комплектуючих j -го виду, шт.;

C_j – покупна ціна комплектуючих j -го виду, грн;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$).

$$K_e = 1 \cdot 2735,00 \cdot 1,11 = 3035,85 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.7 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн	Сума, грн
Зовнішній жорсткий диск 2.5" 2TB Game Drive for Xbox Seagate (STKX2000400)	1	2735,00	3035,8
Картридж HP Laser 106A Black (W1106A)	1	2330,00	2586,3
Всього			5622,1

4.2.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на виготовлення та придбання спецустаткування необхідного для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, виготовлення, транспортування, монтаж та встановлення.

Витрати за статтею «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» відсутні.

4.2.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на розробку та придбання спеціальних програмних засобів і програмного забезпечення, (програм, алгоритмів, баз даних) необхідних для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, формування та встановлення.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{прз}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{инрг}} \cdot C_{\text{прз.і}} \cdot K_i, \quad (4.9)$$

де $C_{\text{инрг}}$ – ціна придбання одиниці програмного засобу даного виду, грн;

$C_{\text{прз.і}}$ – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ($K_i = 1, 10 \dots 1, 12$);

k – кількість найменувань програмних засобів.

$$B_{\text{прз}} = 4920,00 \cdot 1 \cdot 1,1 = 5412,00 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 4.8 – Витрати на придбання програмних засобів по кожному виду

Найменування програмного засобу	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Пакет Visual System Simulator	1	4920,00	5412,00
Пакет Microwave Office	1	3850,00	4235,00
Пакет MATLAB SIMULINK	1	3180,00	3498,00
Всього			13145,00

4.2.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо, розраховуємо з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{обл} = \frac{Ц_{б}}{T_e} \cdot \frac{t_{вик}}{12}, \quad (4.10)$$

де $Ц_{б}$ – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн;

$t_{вик}$ – термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

T_e – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

$$A_{обл} = (42999,00 \cdot 2) / (2 \cdot 12) = 3583,25 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.9 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Програмно-аналітичний комплекс проектування на базі Ноутбука HP Victus 16-e0105nw (4Y102EA)	42999,00	2	2	3583,25
Обладнання виводу інформації Лазерний принтер HP LaserJet Pro M102w c Wi-Fi (G3Q35A)	7465,00	4	2	311,04
Робоче місце інженера-дослідника спеціалізоване	7690,00	5	2	256,33
Офісна оргтехніка	8960,00	5	2	298,67
Приміщення лабораторії досліджень	600000,00	20	2	5000,00
ОС Windows 11	8450,00	2	2	704,17
Пакет Microsoft Office 2019	7950,00	2	2	662,50
Всього				10815,96

4.2.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховуємо за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot Ц_e \cdot K_{ени}}{\eta_i}, \quad (4.11)$$

де W_{yi} – встановлена потужність обладнання на визначеному етапі розробки, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн; (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії), прийmemo $C_e = 6,20$ грн;

K_{eni} – коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{eni} < 1$;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

$$B_e = 0,23 \cdot 320,0 \cdot 6,20 \cdot 0,95 / 0,97 = 456,32 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.10 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Сума, грн
Програмно-аналітичний комплекс проектування на базі Ноутбука HP Victus 16-e0105nw (4Y102EA)	0,23	320,0	456,32
Обладнання виводу інформації Лазерний принтер HP LaserJet Pro M102w с Wi-Fi (G3Q35A)	0,07	22,0	9,55
Робоче місце інженера-дослідника спеціалізоване	0,13	320,0	257,92
Офісна оргтехніка	0,72	2,5	11,16
Всього			734,95

4.2.9 Службові відрядження

До статті «Службові відрядження» дослідної роботи на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем» належать витрати на відрядження штатних працівників, працівників організацій, які працюють за договорами цивільно-правового характеру, аспірантів, зайнятих розробленням досліджень, відрядження, пов'язані з проведенням випробувань машин та приладів, а також витрати на відрядження на наукові з'їзди, конференції, наради, пов'язані з виконанням конкретних досліджень.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуємо як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cv} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cv}}{100\%}, \quad (4.12)$$

де H_{cv} – норма нарахування за статтею «Службові відрядження», прийmemo $H_{cv} = 25\%$.

$$B_{cv} = (79280,00 + 3398,38) \cdot 25 / 100\% = 20669,59 \text{ грн.}$$

4.2.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації

Витрати за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації» розраховуємо як 30...45% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cn} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cn}}{100\%}, \quad (4.13)$$

де H_{cn} – норма нарахування за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації», прийmemo $H_{cn} = 30\%$.

$$B_{cn} = (79280,00 + 3398,38) \cdot 30 / 100\% = 24803,51 \text{ грн.}$$

4.2.11 Інші витрати

До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками.

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуємо як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$I_s = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{is}}{100\%}, \quad (4.14)$$

де H_{is} – норма нарахування за статтею «Інші витрати», прийmemo $H_{is} = 75\%$.

$$I_s = (79280,00 + 3398,38) \cdot 75 / 100\% = 62008,78 \text{ грн.}$$

4.2.12 Накладні (загальновиробничі) витрати

До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково-технічну інформацію та рекламу та ін.

Витрати за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати» розраховуємо як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{нзв} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{нзв}}{100\%}, \quad (4.15)$$

де $H_{нзв}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати», приймемо $H_{нзв} = 140\%$.

$$B_{нзв} = (79280,00 + 3398,38) \cdot 140 / 100\% = 115749,73 \text{ грн.}$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем» розраховуємо як суму всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$B_{заг} = Z_o + Z_p + Z_{доп} + Z_n + M + K_в + B_{спец} + B_{прз} + A_{обл} + B_e + B_{св} + B_{сп} + I_в + B_{нзв}. \quad (4.16)$$

$$B_{заг} = 79280,00 + 3398,38 + 8267,84 + 20008,17 + 3135,77 + 5622,15 + 0,00 + 13145,00 + 10815,96 + 734,95 + 20669,59 + 24803,51 + 62008,78 + 115749,73 = 367639,82 \text{ грн.}$$

Загальні витрати ZB на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховується за формулою:

$$ZB = \frac{B_{заг}}{\eta}, \quad (4.17)$$

де η - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, приймемо $\eta=0,95$.

$$ZB = 367639,82 / 0,95 = 386989,29 \text{ грн.}$$

4.3 Оцінювання важливості та наукової значимості науково-дослідної роботи

Оцінювання та доведення ефективності виконання науково-дослідної роботи фундаментального чи пошукового характеру є достатньо складним процесом і часто базується на експертних оцінках, тому має вірогідний характер.

Для обґрунтування доцільності виконання науково-дослідної роботи на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем» використовується спеціальний комплексний показник, що враховує важливість, результативність роботи, можливість впровадження її результатів у виробництво, величину витрат на роботу.

Комплексний показник K_p рівня науково-дослідної роботи може бути розрахований за формулою:

$$K_p = \frac{I^n \cdot T_c \cdot R}{B \cdot t}, \quad (4.18)$$

де I – коефіцієнт важливості роботи. Приймемо $I = 4$;

n – коефіцієнт використання результатів роботи; $n = 0$, коли результати роботи не будуть використовуватись; $n = 1$, коли результати роботи будуть використовуватись частково; $n = 2$, коли результати роботи будуть використовуватись в дослідно-конструкторських розробках; $n = 3$, коли результати можуть використовуватись навіть без проведення дослідно-конструкторських розробок. Приймемо $n = 3$;

T_c – коефіцієнт складності роботи. Приймемо $T_c = 3$;

R – коефіцієнт результативності роботи; якщо результати роботи плануються вище відомих, то $R = 4$; якщо результати роботи відповідають відомому рівню, то $R = 3$; якщо нижче відомих результатів, то $R = 1$. Приймемо $R = 4$;

B – вартість науково-дослідної роботи, тис. грн. Приймемо $B = 386989,29$ грн;

t – час проведення дослідження. Прийmemo $t = 0,17$ років, (2 міс.).

Визначення показників I , n , T_c , R , B , t здійснюється експертним шляхом або на основі нормативів [13].

$$K_p = \frac{I^n \cdot T_c \cdot R}{B \cdot t} = 4^3 \cdot 3 \cdot 4 / 387,0 \cdot 0,17 = 11,91.$$

Якщо $K_p > 1$, то науково-дослідну роботу на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем» можна вважати ефективною з високим науковим, технічним і економічним рівнем.

4.4 Висновок до розділу

Витрати на проведення науково-дослідної роботи на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем» складають 386989,29 грн. Відповідно до проведеного аналізу та розрахунків рівень наукового ефекту проведеної науково-дослідної роботи на тему «Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем» є середній, а дослідження актуальними, рівень доцільності виконання науково-дослідної роботи $K_p > 1$, що свідчить про потенційну ефективність з високим науковим, технічним і економічним рівнем.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Розробка методів та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем. відбувається в приміщенні, яке обладнане комп'ютеризованими робочими місцями. На розробника, можуть мати вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1. Фізичні: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищена чи понижена вологість повітря; підвищений рівень статичної електрики; підвищений рівень електромагнітного випромінювання; недостатня освітленість робочої зони.

2. Психофізіологічні: розумове перевантаження; перенапруга аналізаторів; статичне перевантаження.

Оцінюючи визначені фактори визначається рішення щодо безпечного виконання роботи під час розробки

5.1 Технічні рішення з безпечного виконання досліджень і проектування

5.1.1 Вимоги безпеки під час роботи з екранними пристроями

Організація робочого місця – це система заходів щодо його спеціалізації, оснащення необхідними засобами і предметами праці, їхнього розміщення на робочому місці, його зовнішнього оформлення і створення належних умов праці. Конкретний зміст цих заходів визначається характером і спеціалізацією робочого місця, його видом і значенням у виробничому процесі.

Робочі місця дослідників оптико-електронного приладу для дослідження тканинної мікроциркуляції крові, ПК розміщуються на відстані не менше 1 м від стін зі світловими прорізами.

Прохід між рядами робочих місць має бути не меншим 1 м.

Висота робочої поверхні столу для ПК має бути в межах 680–800 мм, а ширина –забезпечувати можливість виконання операцій в зоні досяжності моторного поля. Рекомендовані розміри столу: висота –725 мм, ширина –600–1400 мм, глибина –800–1000 мм.

Екран ПК та клавіатура мають розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм, з урахуванням розміру алфавітно-цифрових знаків та символів (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1 – Відстань від екрана до ока працівника

Розмір екрану по діагоналі	Відстань від екрана до ока працівник, мм
35/38 см	600-700
43 см	700-800
48 см	800-900
53 см	900-1000

Робоче місце працівника складається зі столу, крісла і підніжки, які дають змогу зберігати раціональну робочу позу впродовж усього робочого дня.

Конструкція робочого столу відповідає сучасним вимогам ергономіки і забезпечує оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (дисплея, клавіатури, принтера) і документів.

Робочий стілець підйомно-поворотний з можливістю регулювання за висотою та кутом нахилу сидіння та спинки. Поверхня сидіння плоска, передній край - заокруглений. Регулювання за кожним із параметрів здійснюється незалежно, легко і надійно фіксується.

Конструкція робочого місця користувача ПК має забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози з такими ергономічними характеристиками:

- ступні ніг – на підлозі або на підставці для ніг;
- стегна – в горизонтальній площині;
- передпліччя – вертикально;
- лікті – під кутом 70 – 90 град. до вертикальної площини;

– зап'ястя зігнуті під кутом не більше 20 град. відносно горизонтальної площини,

– нахил голови – 15 – 20 град. відносно вертикальної площини [14].

У приміщеннях з персональними комп'ютерами слід щоденно проводити вологе прибирання. Також в цих приміщеннях повинні бути медичні аптечки першої допомоги.

5.1.2 Електробезпека

Для забезпечення електробезпеки дослідників застосовують окремо або у поєднанні один з іншим наступні технічні способи та засоби: захисне заземлення, занулення.

Принцип дії захисного заземлення – зменшення напруги між корпусом, що опинився під напругою, та землею до безпечного значення. У якості провідників заземлення дозволяється використовувати різні металеві конструкції: ферми, шахти ліфтів, підйомників, сталеві труби електропроводок, відкрито прокладені стаціонарні трубопроводи різного призначення (крім трубопроводів горючих та вибухонебезпечних газів, каналізації і центрального опалення).

Принцип дії занулення – перетворення замикання на корпус в однофазне коротке замикання (тобто замикання між фазними та нульовими проводами) з метою викликати більший струм, здатний забезпечити спрацьовування захисту і цим самим автоматично вимкнути пошкоджену установку із мережі живлення. Таким захистом можуть бути плавкі запобіжники, магнітні пускачі з тепловим захистом, контактори у поєднанні з тепловими реле, автомати, що здійснюють захист одночасно від струмів короткого замикання та від перевантаження.

Класифікація приміщень за категоріями електробезпеки залежно від мікроклімату виробничих будівель. Допустимими визнаються умови праці у будівлях, де відносна вологість повітря не перевищує 60%, температура повітря не перевищує 35 °С, а пил та хімічно агресивне середовище – відсутні. За таких умов праці мікроклімат вважається сухим. Вологими називаються умови

роботи, де відносна вологість повітря становить від 60% до 75%. Сирі – це такі умови, які характеризуються відносною вологістю повітря в будівлі більшою за 75%. Особливо сирі умови – це умови, із майже стовідсотковою відносною вологістю повітря. Гарячими умовами праці є становище, при якому температура повітря перевищує 35 °С. Запиленими визнаються умови, при яких виділяється велика кількість виробничого пилу, внаслідок чого він може залишатись на зовнішніх поверхнях або навіть проникати у середину обладнання чи апаратів. До умов праці з хімічно активним середовищем відносять умови, при яких у повітрі протягом тривалого часу залишаються гази або краплі рідин, які негативно впливають на ізолюючі властивості і струмопровідні елементи електричних інструментів.

Для дотримання електробезпеки потрібно слідкувати, щоб усі електропристрої були заземлені, всі розетки були марковані та дотримувались в приміщенні відповідних мікрокліматичних умов (температури та вологості).

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [14] мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Мікроклімат виробничих приміщень нормується в залежності від теплових характеристик виробничого приміщення, категорії робіт по важкості і періоду року.

Робота розробника методів та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем відноситься до категорії 1 а [15].

Допустимі параметри мікроклімату для категорії 1а наведені в табл.5.2.

Таблиця 5.2 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	55	0,1-0,2
Холодний	21-25	75	0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату в приміщенні передбачена централізована система опалення та система припливно-витяжної вентиляції. Раз за зміну здійснюється вологе прибирання та за необхідності – провітрювання через вікна та двері, додатково встановлений кондиціонер, для регулювання температури приміщення.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

При виконанні даного виду робіт немає небезпеки виділення шкідливих речовин у повітря, але потрібен контроль за складом повітря робочої зони та при збільшенні допустимих норм проводити заходи, щодо усунення надлишку шкідливих речовин.

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачені наступні рішення: необхідно проводити контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні; застосовувати природну вентиляцію: організовану і неорганізовану (періодичне провітрювання приміщення).

5.2.3 Виробниче освітлення

Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 [14, 15] Система природного освітлення відноситься до бокової. Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні зазначені у таблиці 5.3:

Таблиця 5.3 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0	IV	б	середній	середній	200	500	4	1,5	2,4	0,9

Для забезпечення достатнього освітлення слід максимально використовувати бічне природного освітлення, систематично очищувати скло від бруду та замінити всі лампи на світлодіодні світильники, що послугують більш практичним і економічним варіантом рішення для забезпечення достатнього штучного освітлення.

5.2.4 Виробничий шум

Звук або шум виникає при механічних коливаннях у твердих, рідких та газоподібних середовищах. Звуки, що передаються будівельними конструкціями, називаються структурними, а ті що поширюються у повітряному середовищі, прийнято називати повітряним шумом. Будь-який небажаний звук називають шумом. Шум шкідливий для здоров'я, зменшує працездатність, підвищує рівень небезпеки. Тому необхідно передбачати заходи захисту від шуму.

Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є ДСН 3.3.6.037-99 [16]. За цими нормами рівень шуму не може перевищувати 65 Дб.

Існують такі способи боротьби з шумом механічного походження та вібрацією:

- зменшення шуму та вібрації безпосередньо в джерелах їх виникнення, застосовуючи обладнання, що не утворює шуму, замінюючи ударні технологічні процеси безударними, застосовуючи деталі із матеріалів з високим коефіцієнтом внутрішнього тертя (пластмаса, гума, деревина та ін), підшипники ковзання замість кочення, косозубі та шевронні зубчасті передачі замість прямозубих, проводячи своєчасне обслуговування та ремонт елементів, що створюють шум та ін.;

- зменшення шуму та вібрації на шляхах їх розповсюдження заходами звуко- та віброізоляції, а також вібро- та звукопоглинання;

- зменшення шкідливої дії шуму та вібрації, застосовуючи індивідуальні засоби захисту та запроваджуючи раціональні режими праці та відпочинку.

Одним з найпростіших та економічно доцільних способів зниження шуму є застосування методів звукоізоляції та звукопоглинання, тому раціональним рішенням буде установка пластикових вікон, для зменшення звукового навантаження на працівників.

5.2.5 Електромагнітні випромінювання

Ступінь впливу електромагнітних полів на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності та тривалості дії, характеру випромінювання (неперервне чи модульоване), розміру опромінюваної поверхні тіла, індивідуальних особливостей організму.

ЕМП можуть викликати біологічні та функціональні несприятливі ефекти в організмі людини. Функціональні ефекти проявляються у передчасній втомлюваності, частих болях голови, погіршення сну, порушення ЦНС, порушення серцево-судинної системи. При систематичному опроміненні ЕМП спостерігаються перепади кров'яного тиску, сповільнення пульсу, нервово-психічні захворювання, деякі атрофічні явища. Сучасні дослідження вказують на те, що радіочастотне випромінювання, впливаючи на ЦНС, є вагомим чинником.

Умови праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань відповідають 3 класу шкідливості при перевищенні на робочих місцях ГДР, що встановлені для відповідного часу дії, з урахуванням значень енергетичних експозицій в тих діапазонах частот, де вони нормуються, і 4 класу - при перевищенні максимальних ГДР для короткочасної дії. При одночасній дії на працівників неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань, що створюються декількома джерелами, які працюють у різних нормованих частотних діапазонах, клас умов праці на робочому місці встановлюється за фактором, що отримав найбільший ступінь шкідливості. При цьому, якщо виявлено перевищення ГДР у двох і більше нормованих частотних діапазонах, ступінь шкідливості збільшується на одну одиницю.[18]

Таблиця 5.4 КЛАСИ умов праці при дії неіонізуючих електромагнітних випромінювань (перевищення ГДР, разів)

Показник виробничого середовища	Класи умов праці					
	допустимий – 2	шкідливий - 3				небезпечний - 4
		1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	4 ступінь	
Постійне магнітне поле**	≤ГДР*	≤5	≤10	≤50	≥100	-
Електростатичне поле***	≤ГДР*	≤3	≤5	≤10	>10	-
Електричні поля промислової частоти (50 Гц)**	≤ГДР*	≤3	≤5	≤10	>10	>40
Магнітні поля промислової частоти (50 Гц)**	≤ГДР*	≤5	≤10	≤50	>50	-
Електромагнітні поля радіочастотного діапазону**: 0,001-0,01 МГц	≤ГДР*	≤3	≤5	≤10	>10	-
0,01-0,06 МГц	≤ГДР*	≤3	≤5	≤10	>10	-
0,06-3,0 МГц	≤ГДР*	≤3	≤5	≤10	>10	-
3,0-30,0 МГц	≤ГДР*	≤3	≤5	≤10	>10	-
30,0-300,0 МГц	≤ГДР*	≤3	≤5	≤10	>10	>100****
300,0 МГц - 300,0 ГГц	≤ГДР*	≤3	≤5	≤10	>10	>100****
Імпульсні ЕМП в діапазоні частот 0-1000 МГц	≤ГДР*	≤3	≤5	≤10	>10	>100****

* Значення ГДР, з якими порівнюються вимірювані на робочих місцях величини ЕМП, визначаються залежно від тривалості дії фактора протягом робочого дня.

** Відповідно до ДСН 3.3.6.096-2002.

*** Відповідно до «Санитарно-гигиенических норм допустимой напряженности электростатического поля», затверджених заступником Головного державного санітарного лікаря СРСР від 10 жовтня 1977 року № 1757-77, та ГОСТ 12.1.045-84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

**** Перевищення максимального значення ГДР за ДСН 3.3.6.096-2002.

Для запобігання шкідливого впливу ЕМП застосовуються організаційні заходи колективного захисту від ЕМП:

- розміщення об'єктів, які випромінюють ЕМП таким чином, щоб звести до мінімуму можливе опромінення людей;
- «захист часом» - перебування персоналу в зоні дії ЕМП обмежується мінімально необхідним для проведення робіт часом;
- «захист відстанню» - віддалення робочих місць на максимально допустиму відстань від джерел ЕМП;
- «захист кількістю» - потужність джерел випромінювання повинна бути мінімально необхідною;
- виділення зон ЕМП відповідними знаками безпеки;
- проведення дозиметричного контролю.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Важкість та напруженість трудового процесу визначаються та оцінюються за показниками, що наведені в таблиці 4

Важкість та напруженість праці визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця.

Основними показниками важкості праці є: фізичне динамічне навантаження, стереотипні робочі рухи, статичне навантаження, переміщення у просторі.

Основними показниками напруженості праці є: тривалість зосередження уваги або щільність сигналів, ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб або ступінь відповідальності за життя інших осіб, змінність при роботі виключно в нічну зміну.

Гігієнічна оцінка важкості та напруженості праці проводиться шляхом додавання відношень виміряних або розрахованих показників до їх допустимих рівнів, помножених на коефіцієнт значимості показника (1,0 - для основних показників, 0,15 - для допоміжних).

Клас та ступінь важкості й напруженості праці визначаються відповідно до розрахованих балів (сума відношень основних та допоміжних показників до їх нормативних рівнів, помножених на відповідний коефіцієнт) згідно з таблицею 4

Найвищі клас та ступінь за факторами «важкість» або «напруженість» трудового процесу - 3 клас, 3 ступінь (особливо важка або особливо напружена праця) [19].

Таблиця 5.5 КЛАСИ умов праці за показниками напруженості праці

№ з/п	Показники напруженості трудового процесу	Класи умов праці			
		оптимальний (напруженість праці легкого ступеня)	допустимий (напруженість праці середнього ступеня)	шкідливий (напружена праця)	
		1	2	3.1	3.2
1	2	3	4	5	6
1*	Інтелектуальні навантаження				
1.1	Зміст роботи	Відсутня необхідність прийняття рішення	Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією	Рішення складних завдань з вибором за алгоритмом (робота за серією інструкцій)	Евристична (творча) діяльність, що вимагає вирішення складних завдань за відсутності алгоритму;

1.2	Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка	Сприймання сигналів, але немає потреби в корекції дій	Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій	Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів	особисте керівництво в складних ситуаціях Сприймання сигналів з наступною комплексною оцінкою взаємопов'язаних параметрів. Комплексна оцінка всієї виробничої діяльності
1.3	Розподіл функцій за ступенем складності завдання	Обробка та виконання завдання	Обробка, виконання завдання та його перевірка	Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання	Контроль та попередня робота з розподілу завдань іншим особам
1.4	Характер виконуваної роботи	Робота за індивідуальним планом	Робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності	Робота в умовах дефіциту часу	Робота в умовах дефіциту часу та інформації з підвищеною відповідальністю за кінцевий результат
2	Сенсорні навантаження	-	-	-	-
2.1	Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	До 50	51-75	Більше 75	-
2.2	Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за 1 годину роботи	До 150	151-300	Більше 300	-
2.3	Навантаження на зоровий аналізатор	-	-	-	-
2.3.1	Розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни	Більше 5 мм 100% часу	5,0-1,1 мм більше 50% часу; 1,0-0,3 мм до 50% часу; менше 0,3 мм до 25% часу	1,0-0,3 мм більше 50% часу; менше 0,3 мм 25-50% часу	Менше 0,3 мм більше 50% часу, у тому числі з використанням оптичних приладів
2.3.2	Спостереження за	До 2	До 4	> 4,1-6	Більше 6

2.4	екранами відеотерміналів, годин на зміну Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів)	Розбірливість слів та сигналів від 100% до 90%	Розбірливість слів та сигналів від 90% до 70%	Розбірливість слів та сигналів від 50% до 70%	Розбірливість слів та сигналів менше 50%
2.5	Навантаження на голосовий апарат, сумарна кількість годин, з напруженням голосового апарату протягом тижня	До 16	Від 16 до 20	Від 20 до 25	Більше 25
3	Емоційне навантаження	-	-	-	-
3.1	Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки	Є відповідальним за виконання окремих елементів завдання. Вимагає додаткових зусиль в роботі з боку працівника	Є відповідальним за функціональну якість допоміжних робіт (завдань). Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра тощо)	Є відповідальним за функціональну якість основної роботи (завдання). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади тощо)	Є відповідальним за функціональну якість кінцевої продукції, роботи, завдання. Неправильні рішення можуть призвести до пошкодження обладнання, зупинки технологічного процесу, можливої небезпеки для життя
3.2	Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб	Виключений	-	-	Вірогідний
3.3	Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб	Виключений	-	Є відповідальним за безпеку	-
4	Монотонність навантажень	-	-	-	-
4.1	Кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово	Більше 10	10-6	5-2	-

4.2	Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються, с	Більше 100	100-25	24-2	-
4.3	Монотонність виробничої обстановки, час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни	Менше 75	76-90	91-95	-
5	Режим праці	-	-	-	-
5.1	Тривалість робочого дня, год.	6 або 7	8	Більше 8	-
5.2	Змінність роботи	Однозмінна робота (без нічної зміни)	Двозмінна робота (без нічної зміни)	Тризмінна робота (з роботою в нічну зміну)	Нерегулярна змінність з роботою в нічний час, робота виключно в нічну зміну**

Згідно з наведеними даними таблиці⁴ при плануванні розпорядку робочого дня і навантаження на працівника потрібно враховувати всі умови оптимальних умов праці.

5.3 Режими радіаційного захисту

У випадку виявлення радіоактивного забруднення місцевості можуть запроваджуватися режими радіаційного захисту, тобто порядок застосування засобів і способів захисту людей, який дає змогу максимально зменшити можливі дози опромінення і вибрати найбільш доцільний порядок дій у зонах радіоактивного забруднення [20].

Введення режиму радіаційного захисту передбачає наступну послідовність впровадження тимчасових режимів радіаційного захисту населення.

Тимчасовий режим № 1 впроваджується у випадку, якщо потужність дози випромінювання складає 0,1 - 0,3 мрад/ год. У цьому випадку виконуються такі

заходи: укриття дітей, герметизація приміщень, укриття та пакування продуктів харчування; обмеження перебування на відкритому повітрі непрацюючого населення; обладнання санітарних бар'єрів на входах у квартири та будинки приватного сектора.

Тимчасовий режим № 2 впроваджується при потужності дози випромінювання на місцевості в межах 0,3 - 1,5 мрад/ год. При введенні цього режиму виконуються наступні заходи: виконуються заходи тимчасового режиму № 1; проводиться йодна профілактика дітей; обмежується перебування на відкритому повітрі населення; обладнуються санітарні бар'єри на сходах багатоповерхових будинків.

Тимчасовий режим № 3 впроваджується при визначенні потужності дози випромінювання на місцевості 1,5 - 15 мрад/ год. При цьому виконуються заходи, які передбачені тимчасовими режимами № 1, 2; проводиться йодна профілактика всього населення; часткова евакуація населення (дітей, хворих і вагітних жінок).

Тимчасовий режим № 4 впроваджується при визначенні потужності дози випромінювання в межах від 15,1 до 100 мрад/ год. За таких умов виконуються заходи, передбачені режимами № 1, 2, 3; проводиться укриття населення, крім контингенту, задіяного в аварійно-рятувальних та інших невідкладних роботах.

Тимчасовий режим № 5 впроваджується при потужності дози випромінювання, яка перевищує 100 мрад/ год. З введенням цього режиму організовується і проводиться повна евакуація населення в безпечні (у радіаційному відношенні) райони.

Заходи щодо укриття людей організовуються з використанням ЗС, приміщень підвального типу, які пристосовані до укриття, якщо протягом двох тижнів, після початку радіаційного забруднення, сукупна очікувана доза опромінення може досягати 5 мЗв (0,5 бер).

Тимчасова евакуація людей проводиться, якщо протягом двох тижнів ефективна доза опромінення може досягти 50 мЗв (5 бер).

Йодна профілактика застосовується у випадку, коли поглинута доза опромінення щитовидної залози від накопичення в ній радіоактивних ізотопів йоду може перевищувати 50 мГр (5 рад).

Режими радіаційного захисту вводяться в дію: для захисту населення – рішенням начальника ЦЗ області (міста) та начальником ЦЗ району; для захисту працівників об'єктів – рішенням начальників ЦЗ об'єктів.

Режими радіаційного захисту запроваджуються за конкретними рівнями радіації, які визначаються за допомогою дозиметричних приладів на території області (міста), району або підприємства. При з'ясуванні, що на території міста, району неоднаковий рівень радіації, режим встановлюється за максимальним рівнем радіації. При радіоактивному зараженні частини міста або району режим захисту може бути встановлений тільки на місцевості, яка заражена.

Тривалість дотримання режиму радіаційного захисту і строк його дії визначає начальник ЦЗ міста та району з урахуванням конкретної обстановки.

5.4 Висновки до розділу

В результаті виконання цього розділу було опрацьовано такі питання охорони праці, як технічні рішення стосовно: гігієни праці та виробничої санітарії. Причини виникнення, дія на організм людини та нормування небезпечних та шкідливих факторів у приміщенні.

ВИСНОВКИ

В роботі розглянута архітектура систем керування ТЛК-системами, проаналізовані задачі керування на основі організації інтегрованого керування мережами з різноманітною структурою, складом обладнання, обсягом інформації, що передається, типами навантаження.

Розглянуті технології керування та методи реалізації механізмів забезпечення якості послуг. Для забезпечення необхідної якості обслуговування на фазі перенесення пакетів трафіку він повинен бути доповнений одним з існуючих протоколів маршрутизації, а також набором механізмів управління трафіком, що включають управління доступом, класифікацію трафіку, управління і планування черг тощо. Проаналізовано функціонування системи керування структурою телекомунікаційної системи та її функціональними станами. Показані особливості системи керування мережею синхронізації цифрової ієрархії (SDH).

Проаналізована модель системи управління телекомунікаційними системами, розроблена інформаційна модель архітектури мережі синхронізації цифрової ієрархії (SDH). Удосконалено математичну модель оцінювання затримок сигналів в телекомунікаційній мережі, яка на відміну від відомих враховує затримки сигналів у мережі крування. Удосконалено метод оптимізації структури мережі керування зв'язком, який на відміну від відомих, використовує рекурсивний алгоритм, що мінімізує перевантаження в мережі при виконанні заданих умов.

Доцільність розробки показана шляхом техніко-економічного обґрунтування, наведена охорона праці та безпека життєдіяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.Ю. Ільченко, С.О. Кравчук Телекомунікаційні системи. НВП Видавництво „Наукова думка” МАН України, 2017.- 736 с.
2. Телекомунікаційні системи передачі: підручник/ В.М. Кичак, О.М. Шинкарук, Г.Г. Бортник, І.І. Чесановський, О.В. Стальченко. – Хмельницький: Видавництво НАПСУ, 2016. – 424с.
3. Математические основы управления и адаптации в телекоммуникационных системах В.В. Поповский, В.Ф. Олейник - Х.: СМІТ, 2011
4. Сучасні системи управління в телекомунікаціях: За заг. ред / В. К. Стеклов, Б. Я. Костік, Л. Н. Беркман. - К. : Техніка, 2005. - 400 с.
5. Експлуатація телекомунікаційних систем: Підручник /Конахович Г.Ф., Чуприн В.М., Ткаліч О.П., Мачалін. – К.: , 2014. – 800 ст.
6. . Основы SDH; Монографія. Хмельов К.Ф. ІВЦ „Видавництво,, Політехніка”. 2003. - 584 с
7. Бірюков М.Л., Стеклов В.К., Костік Б.Я. Транспортні мережі телекомунікацій: Підручник для студентів вищ. техн. закладів; За ред. В.К. Стеклова. – К.: Техніка, 2005. – 312 с
8. Стеклов В.К. Оптимізація та моделювання пристроїв та систем зв'язку : підруч. Для вищ. навч. закл. / В. К.Стеклов, Л.Н. Беркман, Є.В. Кільчицький; за ред. В.К. Стеклова. – Київ : Техніка, 2004. – 576 с..
9. Сучасні телекомунікації: мережі, технології, безпека, економіка, регулювання: монографія / С. О. Довгий, П. П. Воробієнко, К. Д. Гуляєв; за загальною ред. С. О. Довгого. — 2-е видання (доповнене). — К.: Азимут-Україна, 2013. — 608 с.
10. Методологія побудови систем контролю та моніторингу цифрових телекомунікаційних мереж/Р.Н.Кветний, В.Г.Лисогор, А.П.Посвятенко та ін. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. -162с.
11. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи/І.В. Горбатий, А.П. Бондарєв; Львівська політехніка, 2016 р. – 330с.

12. Руденко Н.В. Методи оцінки ефективності телекомунікаційних мереж. Регіональний семінар МСЭ «ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНВЕРГЕНТНЫХ СЕТЕЙ: РЕШЕНИЯ ПОСТ-NGN, 4G и 5G». Тезиси докладов. Київ: ДУТ, 2016. С 115-116.

13. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с.

14. КОДЕКС ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>

15. правила улаштування електроустановок - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>

16. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

17. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

18. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

19. Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14_nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html

20. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://sop.zp.ua/norm_prapor_0_00-7_15-18_01_ua.php

ДОДАТКИ

Додаток А
(обов'язковий)
ВНТУ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав.кафедри ІКСТ ВНТУ,
докт. техн. наук, професор
В.М. Кичак
“ ___ ” _____ 2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ КЕРУВАННЯ ПРИ ФУНКЦІОНУВАННІ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ
08-34.МКР.001.00.000 ТЗ

Керівник роботи
д.т.н., професор кафедри ІКСТ ВНТУ
Кичак В.М.

Виконавець: ст. гр. ТКС-21м
Леськов В. Д.

Вінниця-2022

1 ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Робота проводиться на підставі наказу ректора по Вінницькому національному технічному університету від “14” 09 2022 року № 203 та індивідуального завдання на магістерську кваліфікаційну роботу.

Дата початку роботи: 01.09.2022 р.

Дата закінчення: 19.12.2022 р.

2 МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ МКР

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності системи керування при функціонуванні телекомунікаційних систем шляхом зменшення часу затримки в мережі керування та колах сигналізації.

Задачами магістерської кваліфікаційної роботи є:

- провести аналіз технології керування, що використовуються при функціонуванні телекомунікаційних систем і мереж;
- провести аналіз методів реалізації механізмів забезпечення якості послуг (QoS);
- провести аналіз методів і технологій керування структурою телекомунікаційної системи;
- вивчити особливості систем керування мережею синхронної цифрової ієрархії (SDH);
- розробити моделі систем керування телекомунікаційними мережами;
- розробити модель затримок в мережі керування телекомунікаційними системами.

Об'єктом дослідження є процеси перетворення інформаційних сигналів у системі керування мережею зв'язку в процесі їх функціонування.

Предметом досліджень є структурна схема системи керування телекомунікаційною системою та мережею зв'язку.

Основними завданнями роботи є:

- техніко-економічне обґрунтування доцільності даної розробки;

- визначення задач та функцій систем керування телекомунікаційним обладнанням;
- аналіз технологій і методів керування, що використовуються при функціонуванні телекомунікаційних систем;
- аналіз та розробка моделей систем керування телекомунікаційними мережами;
- дослідження ефективності розроблених методів та оцінка можливих областей їх застосування.
- аналіз економічної ефективності проведеної розробки;
- дослідження питань безпеки життєдіяльності.

Дослідження, виконані в ході виконання роботи, дозволять удосконалити методичну модель та визначити шляхи підвищення швидкодії системи керування мережею зв'язку та телекомунікаційної мережі в цілому, а також удосконалити метод оптимізації структури мережі керування зв'язком.

3 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ МКР

Список використаних джерел розробки:

3.1 Бірюков М.Л., Стеклов В.К., Костік Б.Я. Транспортні мережі телекомунікацій: Підручник для студентів вищ. техн. закладів; За ред. В.К. Стеклова. – К.: Техніка, 2005. – 312 с

3.2 Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку: Підр. для вищ. навч. закл./В.К. Стеклов, Л.Н. Берман, Є.В. Кільчинський; За ред. В.К. Стеклова. – К.: Техніка, 2004. – 576 с.

3.3 Сучасні системи управління в телекомунікаціях: За заг. ред / В. К. Стеклов, Б. Я. Костік, Л. Н. Беркман. - К. : Техніка, 2005. - 400 с.

3.4 Стеклов В.К. Оптимізація та моделювання пристроїв та систем зв'язку : підруч. Для вищ. навч. закл. / В. К.Стеклов, Л.Н. Беркман, Є.В. Кільчицький; за ред. В.К. Стеклова. – Київ : Техніка, 2004. – 576 с..

3.5 Положення про кваліфікаційні роботи на другому (магістерському) рівні вищої освіти у Вінницькому національному технічному університеті /

Уклад. А. О. Семенов, Л. П. Громова, Т.В. Макарова, Сердюк О.В. – Вінниця: ВНТУ, 2021 – 60 с.

3.6 Кухарчук В.В., Ігнатенко О.Г., Обертюх Р.Р. Методичні вказівки до оформлення дипломних проектів (робіт) для студентів всіх спеціальностей.- В.: ВДТУ, 2002.

3.7 Козловський В.О. Техніко-економічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах. Навчальний посібник. – В.: ВДТУ, 2003.

3.8 ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація, звіти у сфері науки і техніки.- К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016.

3.9 Бортник Г.Г., Васильківський М.В. Методичні вказівки до підготовки магістерських кваліфікаційних робіт для студентів спеціальності «Телекомунікації та радіотехніка» усіх форм навчання.- Вінниця:ВНТУ, 2018.- 50 с.

4 ВИКОНАВЕЦЬ

Вінницький національний технічний університет, кафедра інфокомунікаційних систем і технологій, студент групи ТКС-21м Леськов В. Д.

5 ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ МКР

Пропонується виконати дослідження ефективності методів та технологій керування при функціонуванні телекомунікаційних систем.

Технічні вимоги, яким повинна відповідати розробка, наступні:

- зміни структури мережі для виконання нею заданої якості;
- утримання системи в необхідному стані за умови зовнішніх збуджувальних впливів;
- управління якістю та наданням послуг;
- управління характеристиками трафіку;
- моделі затримок в мережі.

У процесі аналізу існуючих систем керування при функціонуванні телекомунікаційних систем використовувати загальновизнані САПР.

6 ЕТАПИ МКР І ТЕРМІНИ ЇХ ВИКОНАННЯ

№	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Очікувані результати	Звітна документація
		початок	закінчення		
1.	Розробка технічного завдання (ТЗ)	01.09.2022р.	12.09.2022р.	Розроблене ТЗ	Додаток А
2.	Загальна характеристика, задачі та функції систем керування телекомунікаційним обладнанням	20.09.2022р.	07.10.2022р.	Проведений аналіз	Вступ Розділ 1
3.	Аналіз технологій і методів керування, що використовуються при функціонуванні телекомунікаційних систем	08.10.2022р.	28.10.2022р.	Проведений аналіз	Розділ 2
4.	Аналіз та розробка моделей систем керування телекомунікаційними мережами	29.10.2022р.	18.11.2022р.	Проведений аналіз	Розділ 3
5.	Техніко-економічне обґрунтування та аналіз економічної ефективності	19.11.2022р.	25.11.2022р.	Економічна частина МКР	Розділ 4
6.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	26.11.2022р.	02.12.2022р.	Частина ОТ та БНС	Розділ 5
7.	Оформлення пояснювальної записки (ПЗ) та графічної частини	03.12.2022р.	09.12.2022р.	Оформлена документація	ПЗ та графічна частина
8.	Нормоконтроль, попередній захист, опонування МКР	12.12. 2022р.	14.12.2022р.	Позитивні відзиви	Відгуки
9.	Захист МКР ЕК		19.12.2022р.	Позитивний захист	Протокол ЕК

7 ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОРЯДОК РЕАЛІЗАЦІЇ МКР

В результаті виконання роботи будуть досліджені і визначені:

- технології керування, що використовуються при функціонуванні телекомунікаційних систем і мереж;
- методи реалізації механізмів забезпечення якості послуг (QoS);
- методи і технології керування структурою телекомунікаційної системи;
- особливості систем керування мережею синхронної цифрової ієрархії (SDH);
- моделі систем керування телекомунікаційними мережами;
- моделі затримок в мережі керування телекомунікаційними системами.економічна частина МКР;
- розділ ОП та БНС.

Результати, отримані в процесі виконання даної роботи, будуть впроваджені в галузі телекомунікацій:

Очікуваний техніко-економічний ефект. При впровадженні результатів досліджень очікується проаналізувати методи підвищення ефективності системи керування при функціонуванні телекомунікаційних систем шляхом зменшення часу затримки в мережі керування та колах сигналізації.

8 МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ПОДАЮТЬ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ ТА ПІД ЧАС ЕТАПІВ

За результатами виконання МКР до ЕК подаються пояснювальна записка, графічна частина МКР, відзив і рецензія.

9 ПОРЯДОК ПРИЙМАННЯ МКР ТА ЇЇ ЕТАПІВ

Поетапно результати виконання МКР розглядаються керівником роботи та обговорюються на засіданні кафедри.

Захист магістерської кваліфікаційної роботи відбувається на відкритому засіданні ЕК.

10 ВИМОГИ ДО РОЗРОБЛЮВАНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Документація, що розробляється в процесі виконання досліджень повинна містити:

- техніко-економічне обґрунтування розробки;
- задачі та функції систем керування телекомунікаційним обладнанням;
- технології і методи керування, що використовуються при функціонуванні телекомунікаційних систем;
- моделі систем керування телекомунікаційними мережами;
- економічну частину та розділ БЖД і ЦЗ;
- рекомендації щодо подальшого використання досліджених систем керування мережею синхронізації.

11 ВИМОГИ ЩОДО ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ З ОБМЕЖЕНИМ ДОСТУПОМ

У зв'язку з тим, що інформація не є конфіденційною, заходи з її технічного захисту не передбачаються.

Додаток Б

(обов'язковий)

Протокол перевірки кваліфікаційної роботи
на наявність текстових запозичень

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: Методи та технології керування при функціонуванні телекомунікаційних систем

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра інфокомунікаційних систем і технологій, факультет інформаційних електронних систем
(кафедра, факультет)

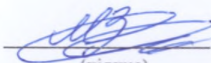
Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 93,55% Схожість 6,45 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.


Особа відповідальна за перевірку


(підпис)

Васильківський М.В.
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Леськов В.Д.
(прізвище, ініціали)

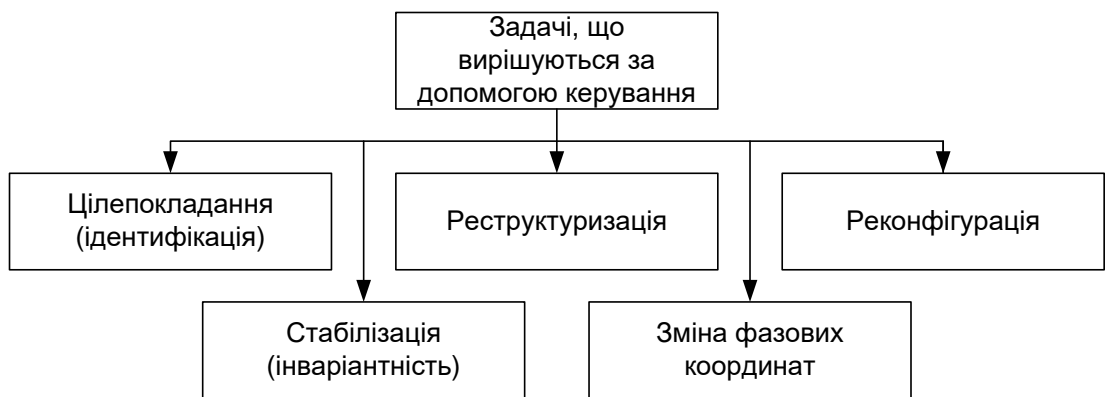
Керівник роботи


(підпис)

Кичак В.М.
(прізвище, ініціали)

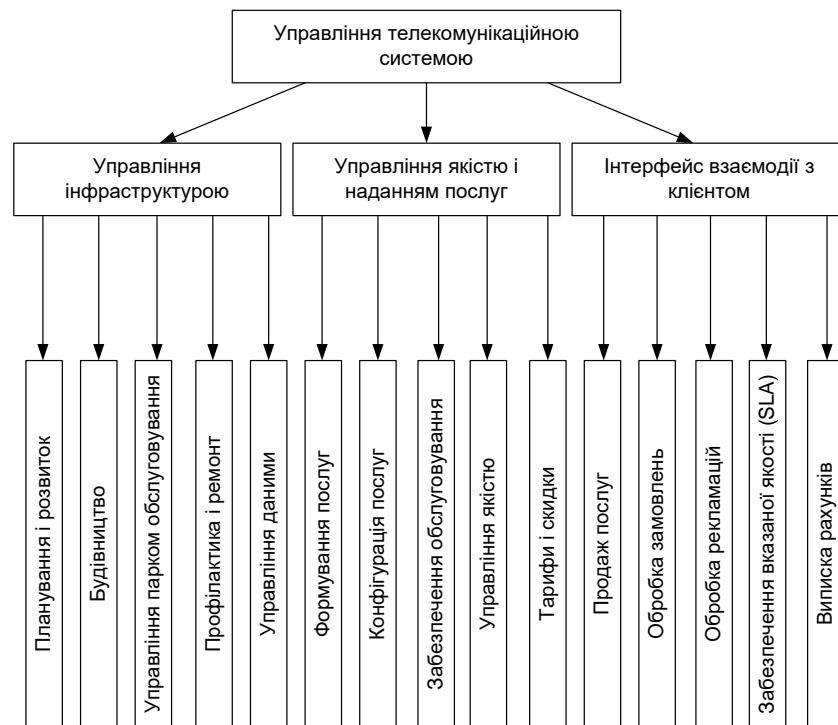
Додаток В

Перелік завдань, які вирішуються за допомогою керівника в ТКС



Додаток Г

Складові функціональних груп завдань підтримки мережевих операцій з управління телекомунікаційною системою



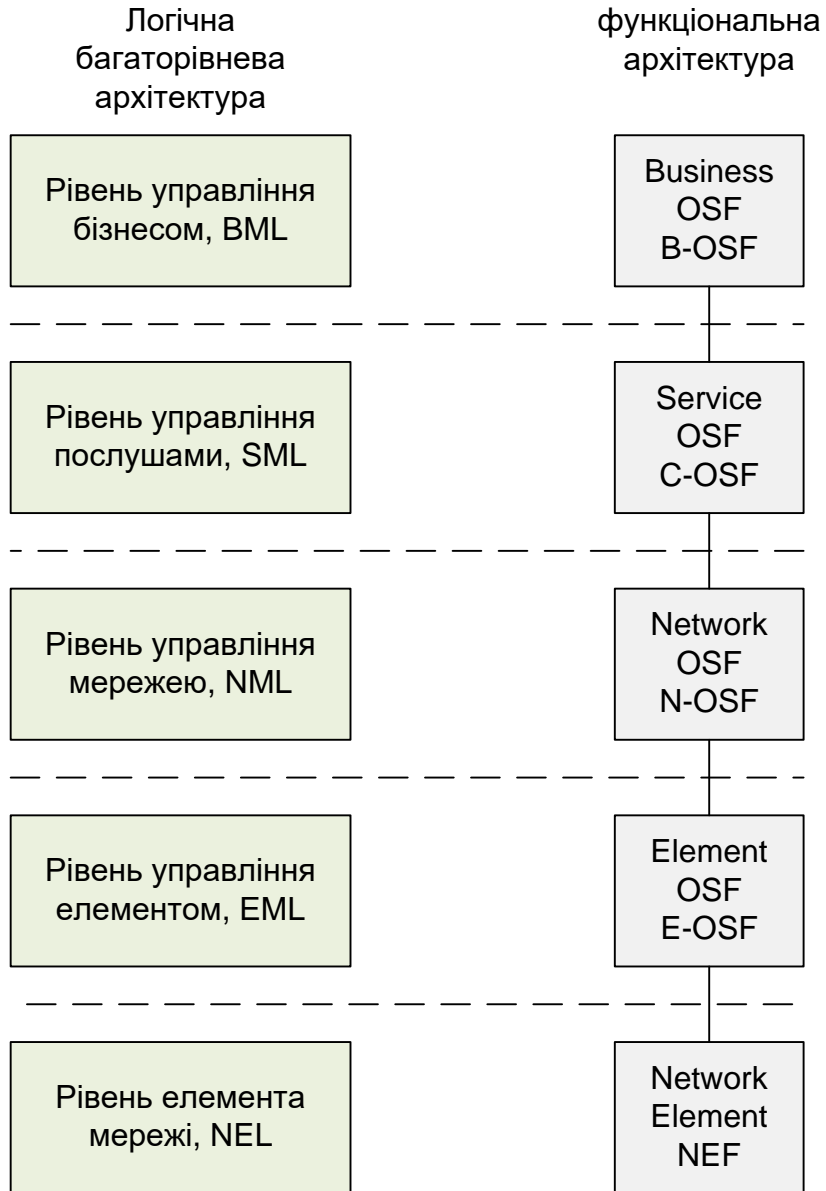
Додаток Д

Схема взаємодії менеджера, агента та керованого об'єкту



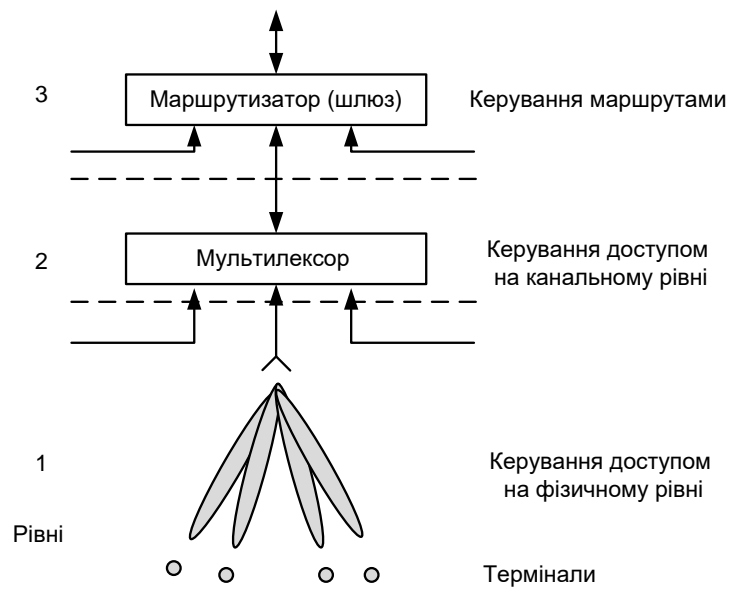
Додаток Е

Логічна та функціональна багаторівнева архітектура TMN



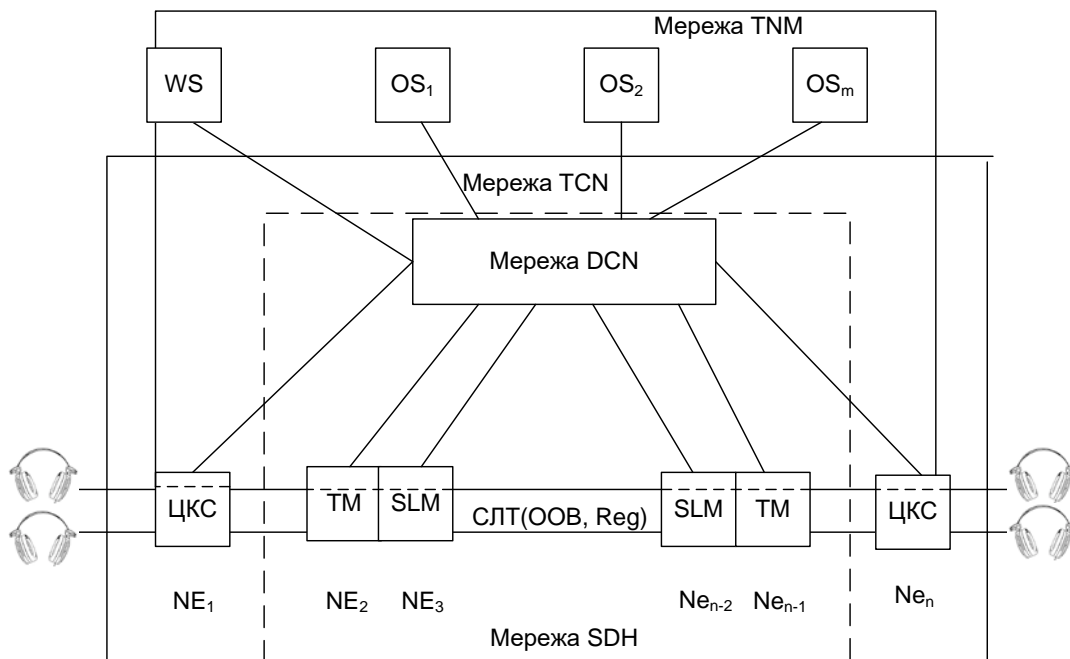
Додаток Ж

Логіка розподілу управлінь структурою мережі
на 3-х нижніх рівнях OSI



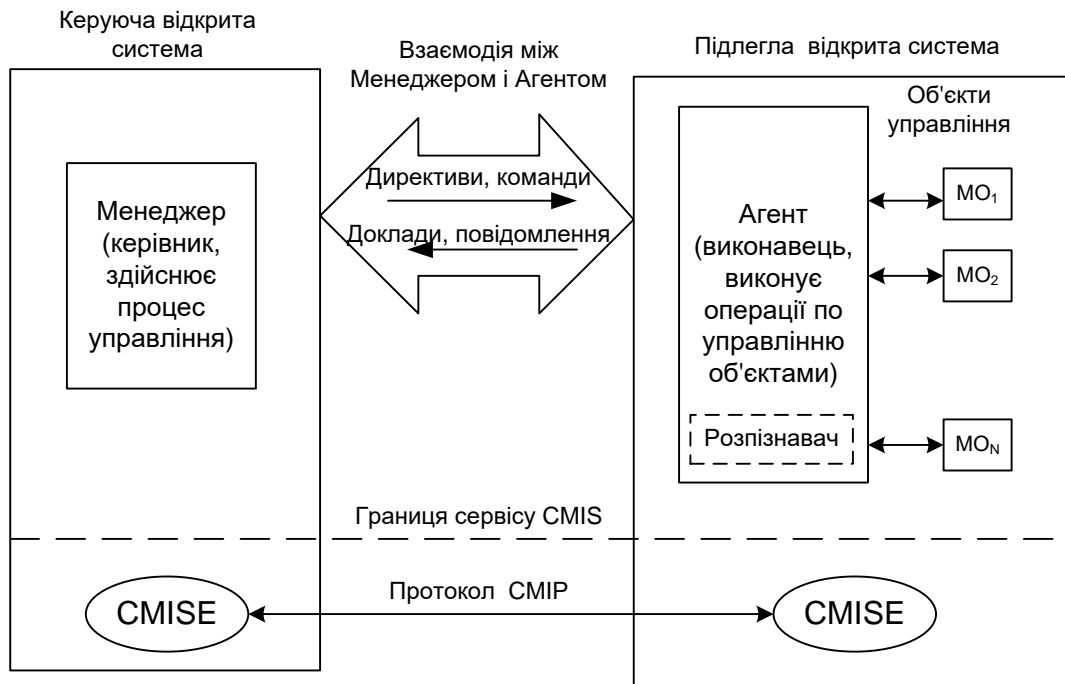
Додаток 3

Модель системи управління сучасною телекомунікаційною мережею TCN



Додаток К

Інформаційна модель архітектури мережі TMN



Додаток Л

Схема взаємодії трьох каскадно пов'язаних мереж ТМН

