

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації»

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

Баз Базилишен Д.І.

Керівник: д.т.н., професор каф. ІКСТ

Кичак В.М.
« 16 » 12 2022 р.

Опонент: д.т.н., професор каф. ІРТС

Осадчук В.С.
« 16 » 12 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІКСТ

Кичак В.М. 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

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Базилишен Дмитро Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації

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: Тактова, циклова синхронізації для плезіохронної цифрової ієрархії; синхронна цифрова ієрархія; частота генерації кварцевих генераторів 10,2 МГц; вихідна потужність 20 мВт; нестабільність частоти 6-10⁻⁶ %; кількість генераторів – 9.

4. Зміст текстової частини: аналіз існуючих систем керування мережами синхронізації; аналіз видів синхронізації в цифрових системах передачі; основи побудови сучасних систем синхронізації; методи підвищення завадостійкості систем керування мережею синхронізації; аналіз впливу систем керування мережами синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації; моделювання розподілу сигналів синхронізації та систем керування; імітаційне моделювання мережі керування.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): складові функціональних груп завдань підтримки мережевих операцій з керування телекомунікаційною системою; архітектура системи керування Sync View; Архітектура системи керування мережею синхронізації; концепція побудови інтегрованої системи синхронізації; класифікація функцій мережного керування; спрощена фізична архітектура мережі керування.

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 ЕТІВМ	14.09.2022	16.12.2022
Охорона праці та безпека життєдіяльності	Зембійська С.В. професор кафедри БЖОП	14.09.2022	16.12.2022

7. Дата видачі завдання 01 вересня 2022 року

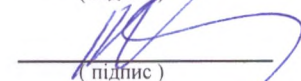
№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка технічного завдання	12.09.2022р.	
2.	Аналіз існуючих систем керування мережами синхронізації	07.10.2022р.	
3.	Методи підвищення завадостійкості систем керування мережею синхронізації	28.10.2022р.	
4.	Моделювання розподілу сигналів синхронізації та систем керування	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)

Базилишен Д.І.

Керівник роботи


(підпис)

Кичак В.М.

АНОТАЦІЯ

Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації. Магістерська кваліфікаційна робота / Д.І. Базалишен – ВНТУ, 2022 р. – 132 с., 31 рис., - українською мовою.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є оцінювання впливу системи синхронізації та затримки сигналів у колах системи керування мережею синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації. Визначені задачі та функції системи керування мережею синхронізації, проведений аналіз існуючих систем керування зв'язку і мережею синхронізації, виконана оцінка впливу мережі синхронізації та системи керування нею на завадостійкість цифрових систем передавання інформації.

Виконано техніко-економічне обґрунтування розробки, розроблений розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності.

ANNOTATION

Improving the efficiency of synchronization network management systems. Master's qualification thesis / D.I. Bazalyshen - VNTU, 2022 - 132 pp., 31 figures, - in Ukrainian.

The purpose of the master's qualification work is to evaluate the influence of the synchronization system and signal delay in the circuits of the synchronization network control system on the immunity of digital information transmission systems. The tasks and functions of the synchronization network management system were determined, the analysis of existing communication and synchronization network management systems was performed, and the impact of the synchronization network and its management system on the immunity of digital information transmission systems was evaluated.

The technical and economic substantiation of the development was carried out, the section on labor protection and life safety was developed.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МЕРЕЖАМИ СИНХРОНІЗАЦІЇ.....	11
1.1 Задачі та функції систем керування в телекомунікаційних мережах.....	11
1.2 Використання концепції TMN (мережа керування зв'язком) для організації керування в телекомунікаційних системах.....	13
1.3. Аналіз видів синхронізації в цифрових системах зв'язку.....	18
1.4 Роль мережі синхронізації в сучасних телекомунікаційних системах....	21
1.5 Аналіз існуючих систем керування мережею синхронізації.....	22
1.6 Основи побудови сучасних систем синхронізації.....	27
1.7 Проблеми побудови систем керування мережею синхронізації та контролю її якості.....	31
1.8 Висновки до розділу.....	33
2 МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МЕРЕЖЕЮ СИНХРОНІЗАЦІЇ.....	34
2.1 Системи керування мережами синхронізації цифрової ієрархії.....	34
2.2 Особливості побудови та розробка системи керування мережею синхронізації.....	39
2.3 Аналіз впливу систем керування мережами синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації.....	43
2.4 Оцінювання часу затримки сигналів у мережі керування синхронізацією за моделлю масового обслуговування).....	50
2.5 Висновки до розділу.....	62
3 МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ СИГНАЛІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ ТА СИСТЕМ КЕРУВАННЯ.....	64
3.1 Локальні схеми розподілу сигналів синхронізації.....	64
3.2 Розподіл сигналів тактової частоти в лініях керування цифрових систем передавання інформації.....	65

3.3 Імітаційне моделювання мережі керування системою фазової синхронізації.....	68
3.4 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.....	82
4.2.4 Розрахунок витрат на комплектуючі	83
4.2.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт.....	84
4.2.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт.....	85
4.2.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень.....	86
4.2.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей.....	87
4.2.9 Службові відрядження.....	88
4.2.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації.....	89
4.2.11 Інші витрати.....	89
4.2.12 Накладні (загальновиробничі) витрати	90
4.3 Оцінювання важливості та наукової значимості науково-дослідної роботи.....	91
4.4 Висновки до розділу.....	92
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...93	93
5.1 Технічні рішення з безпечного виконання робіт	93
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	96
5.2.1 Мікроклімат	96
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	97
5.2.3 Виробниче освітлення.....	98
5.2.4 Виробничий шум.....	99

5.2.5	Виробничі випромінювання.....	100
5.3	Пожежна безпека.....	101
5.3.1	Технічні рішення системи запобігання пожежі.....	101
5.3.2	Технічні рішення системи протипожежного захисту.....	102
5.4	Висновки до розділу.....	103
	ВИСНОВКИ.....	109
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	105
	ДОДАТКИ.....	107
	Додаток А Індивідуальне завдання.....	108
	Додаток Б (обов'язковий) Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	115
	Додаток В Складові функціональних груп завдань підтримки мережевих операцій з керування телекомунікаційною системою.....	115
	Додаток Г Архітектура системи керування Sync View.....	117
	Додаток Д Архітектура системи керування мережею синхронізації.....	119
	Додаток Е Концепція побудови інтегрованої системи синхронізації.....	121
	Додаток Ж Класифікація функцій мережного керування.....	123
	Додаток З Спрощена фізична архітектура мережі керування	125
	Додаток К Ілюстрація взаємодії сигналів даних і синхронізації (тактового сигналу) в пристрої перезапису.....	127
	Додаток Л Схема пристрою регенерації цифрового сигналу з видільником частоти сигналу тактової синхронізації.....	129

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах розмаїття телекомунікаційних та інформаційних технологій їх швидкого прогресу та конвергенції, різноманітності типів та розгалуженості мереж, зростаючого попиту користувачів на нові послуги й підвищення вимог до їхньої якості, конкуренції на ринку телекомунікацій тощо постають усе нові й нові завдання, пов'язані з підвищенням якості синхронізації, що передбачає створення надійних, ефективних і гнучких її структур, до підвищення надійності, точності, швидкодії окремих компонентів системи. Серед цих компонентів найпоширенішими є системи фазового автоматизованого підстроювання (системи ФАП), або системи фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ) на яких базується побудова національної системи синхронізації.

В останній час у зв'язку з розвитком обчислювальної техніки та мікроелектроніки, з розробкою недорогих і надійних компонентів широке розповсюдження отримали цифрові системи фазової синхронізації. Вони широко застосовуються в приймальних пристроях систем радіозв'язку, радіолокації та навігації. В сучасних приймачах цифрових сигналів такий пристрій є невід'ємною частиною, яка визначає якість і саму можливість функціонування приймача.

Збільшення обсягів інформації, підвищення вимог до якості та термінів її передавання, якісні зміни в організації процесів передавання інформації ставлять перед телекомунікаційми ряд проблем, пов'язаних з підвищенням якості послуг зв'язку, технічного оснащення, технології, експлуатації та організації виробництва. Рішення цих проблем можливе тільки на базі удосконалення всіх сторін діяльності галузі телекомунікаційї, в тому числі керування вагомим фактором підвищення ефективності виробництва та якості послуг [1].

Будь яка телекомунікаційна система, а тим більше складна та територіально розгалужена програмно-апаратна система, що функціонує в

режимі реального часу, потребує керування. Тобто має існувати система керування телекомунікаційною системою, яка була б здатна забезпечити її нормальне функціонування. Якщо така система керування реалізована штатними засобами телекомунікаційної системи, то її слід назвати підсистемою керування, що функціонує у складі ТКС [2]. До такої підсистеми можна віднести і підсистему керування мережею синхронізації. Слід відзначити, що ця підсистема є однією із найрозповсюджених у техніці зв'язку.

Аналіз останніх досліджень. Вирішенню проблем підвищення точності та швидкодії підсистем синхронізації присвячено багато робіт вітчизняних та закордонних авторів. Успішний розвиток теорії систем синхронізації та керування пов'язаний з іменами таких учених як Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Захарченко М.В., Костік Б.Я., Андреев А.І. та ін. [3, 4, 6, 10].

У працях цих авторів керування здійснюється по відхиленню, що є суттєвим недоліком оскільки не приводить до збільшення тривалості перехідного процесу та до зменшення запасу стійкості [2]. Покращення показників якості системи синхронізації та керування нею досягається шляхом запису сигналу в поточний момент часу та зчитування його на наступному тактовому інтервалі n розів, що пов'язано з появою додаткових спотворень, які виникають у пристроях запису на відтворення інформації.

Мета та завдання досліджень. Метою цієї магістерської кваліфікаційної роботи є оцінювання впливу системи синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації та затримка сигналів у колах системи керування мережею синхронізації.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- визначити задачі та функції системи керування мережею синхронізації;
- провести аналіз існуючих систем керування зв'язку і мережею синхронізації;

- оцінити вплив мережі синхронізації та системи керування нею на завадостійкість цифрових систем передавання інформації;
- побудувати математичну модель для оцінювання часу затримки в колах керування мережею синхронізації.

Об'єктом дослідження є процеси перетворення інформаційних сигналів в колах керування мережею синхронізації.

Предметом дослідження є мережа керування зв'язком та підсистемою керування мережею синхронізації.

Методи досліджень базують на теорії автоматичного керування, теорії електрозв'язку, теорії масового обслуговування, методах математичного моделювання, теорії інформації, теорії графів та матричних обчислень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- проведено аналіз впливу системи синхронізації та мережі керування нею на завадостійкість цифрової системи передавання інформації;
- удосконалена математична модель оцінювання затримок сигналів у колах керування мережею синхронізації.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному:

- проведено аналіз впливу системи синхронізації та мережі керування нею на завадостійкість цифрової системи передавання інформації, що дає можливість визначити шляхи зменшення впливу кіл синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації;
- отримані аналітичні вирази для оцінювання затримок вказують на можливі шляхи підвищення швидкодії системи синхронізації.

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

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МЕРЕЖАМИ СИНХРОНІЗАЦІЇ

1.1 Задачі та функції систем керування в телекомунікаційних мережах

Теорії систем прийнято розглядати цілеспрямовані системи. ТКС також є цілеспрямованою системою, що обробляє трафік, який надає послуги із заданим рівнем якості. Такі системи здатні вирішувати такі класи завдань (рис. 1.8):

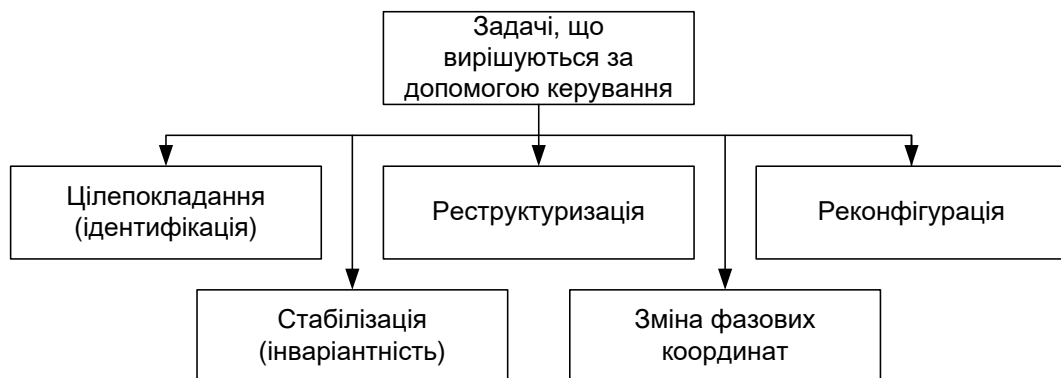


Рисунок 1.1 – Класи завдань

- цілепокладання (ідентифікації) – в означення поточного стану або поведінки системи або окремих функцій;
- реструктуризації – зміни структури мережі для виконання нею заданої якості (відновлення після виходу з ладу окремих мережевих елементів, рестарту після збою, перерозподілу мережевих ресурсів);
- реконфігурації – зміни конфігурації інформаційних потоків під дією випадкового і нестационарного трафіку. Завдання виконується при управлінні комутаторами, маршрутизаторами, шлюзами;
- керування стабілізації — утримання системи в необхідному стані за умови зовнішніх впливів, що обурюють. Така властивість стану системи ще носить назву інваріантності;
- зміни координат – переведення системи з одного стану до іншого. Ця зміна стану відбувається у фазовому просторі як рух з певної точки до кінцевої, яка може здійснюватися за певною траєкторією або за заданий (найкоротший)

час. У цьому випадку оптимізаційне завдання може вирішуватися як термінальне (фінальне) за час t_F или же может перейти в задачу стабилизации на бесконечном интервале.

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 керування ТКС розроблено кілька відомих концепцій. Найбільш відомими концепціями побудови керування в телекомунікаціях, які вже використовуються або плануються для використання, є TMN і TINA. Водночас, рекомендації, дані у цих технологіях, базуються на загальних ідеях та принципах цього керування. Далеко не всі ідеї та принципи детально опрацьовані. Для небагатьох, які опрацьовані, деталізація зосереджується у програмному забезпеченні, доступ якого обмежений. Проте всі ці конкретності спираються на традиційні, класичні алгоритми, які, у свою чергу, ґрунтуються на відомих теоріях, таких як: теоріях оцінок та оптимального керування, методах ідентифікації, прийняття рішень та ін., які будуть розглянуті та використані нижче [4].

Функції керування в ТКС досить різноманітні та їх завершене подання поки що не отримано, незважаючи на чималі зусилля розробників та різних виробників. У проблемі керування ТКС можна виділити три основні функціональні групи завдань:

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

На рис. 1.2 представлена структурна схема складових цих функціональних груп завдань підтримки мережевих операцій, пов'язаних з керуванням ТКС.

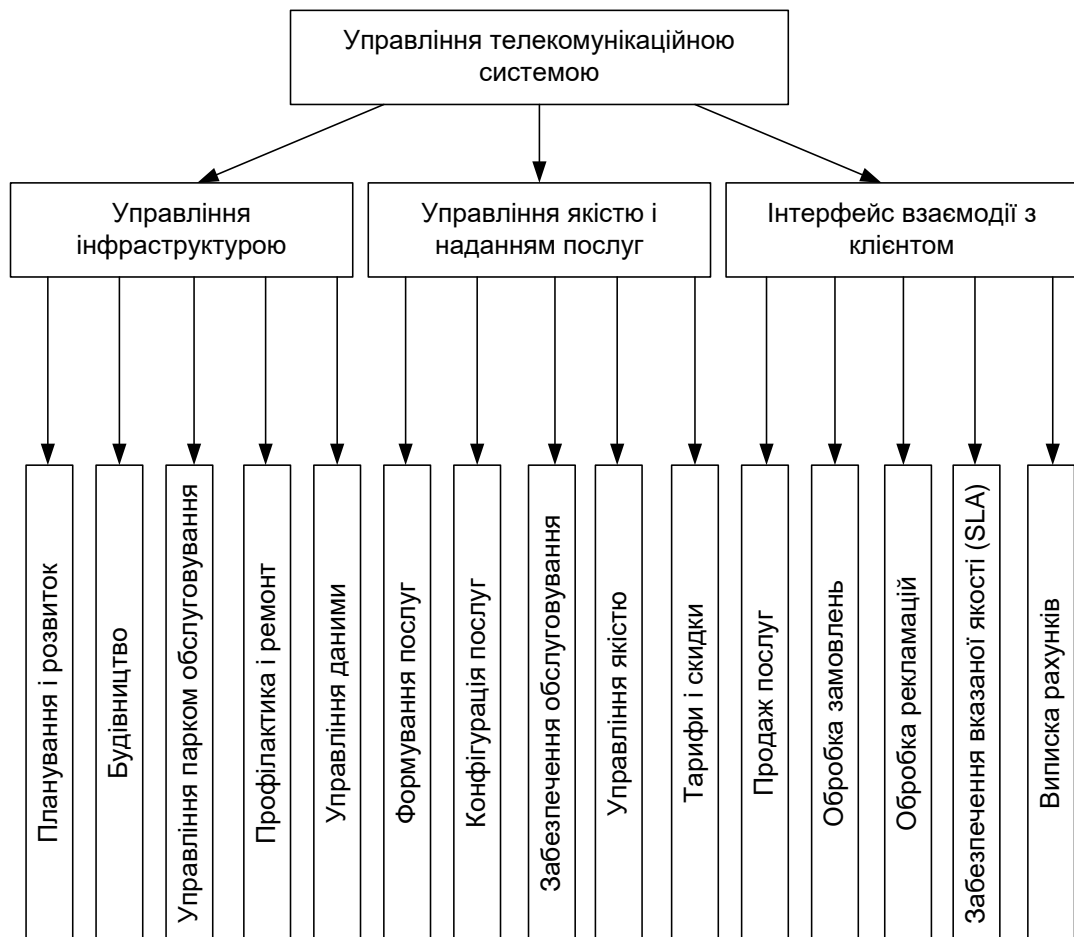


Рисунок 1.2 – Складові функціональних груп завдань підтримки мережевих операцій з керування телекомунікаційною системою

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

1.2 Використання концепції TMN (мережа керування зв'язком) для організації керування в телекомунікаційних системах

Методологічною основою при вирішенні завдань керування у ТКС є концепція TMN (Рек. М.3000—М.3660), спрямована на організацію інтегрованого керування 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 керування TMN є телекомунікаційні ресурси, що є різне обладнання зв'язку. Обмін командами керування та іншою інформацією між TMN та обладнанням зв'язку здійснюється через опорні точки (reference points). На рис. 1.3 представлена мережа взаємодії TMN та телекомунікаційної мережі.

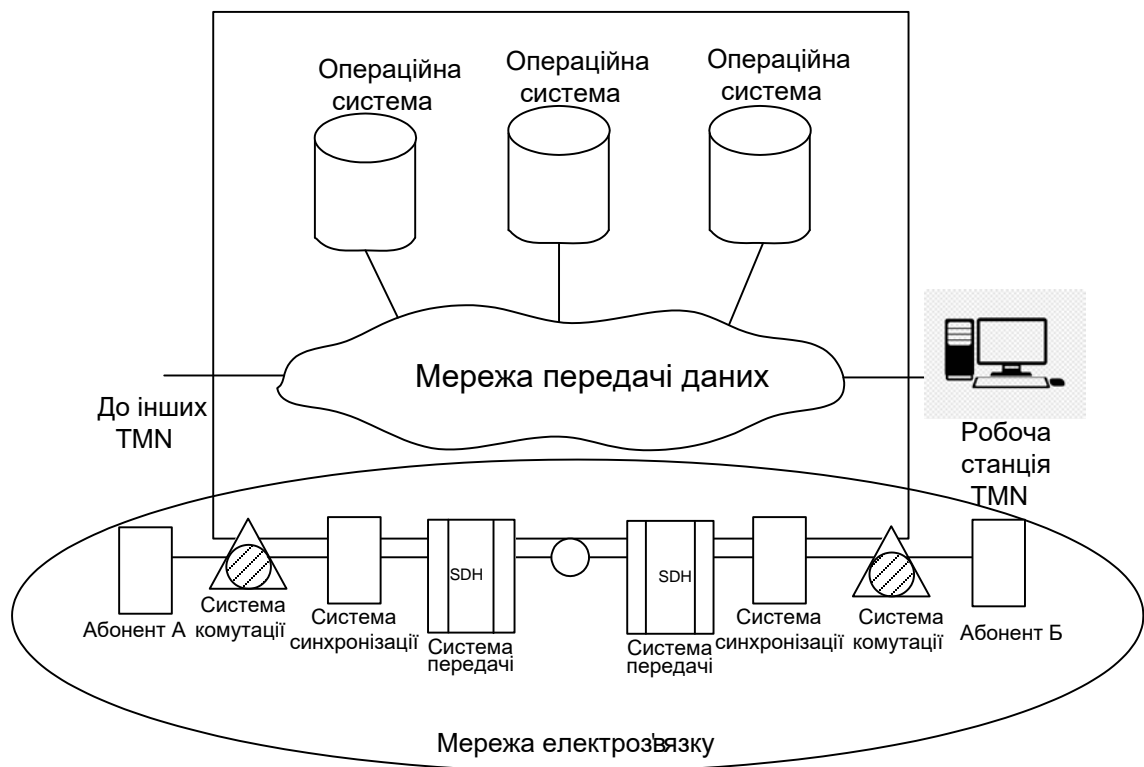


Рисунок 1.3 – TMN мережа керування зв'язком

Відповідно до концепції TMN, функції керування можуть реалізовуватися у вигляді автоматичних процедур або безпосередньо людиною-оператором, ЛІР. Мережа TMN може забезпечуватись однією або декількома операційними системами.

Функціональні можливості мережі TMN можуть бути розбиті на такі рівні:

- елементи мережі (Network Element Layer, NEL);
- керування елементом (Element Management Layer, EML);
- керування мережею (Network Management Layer, NML);
- керування послугами (Service Management Layer, SML);

- керування бізнесом (Business Management Layer, BML).

Ці рівні, включаючи їх функціональні блоки та опорні точки, показані на рис. 1.4.

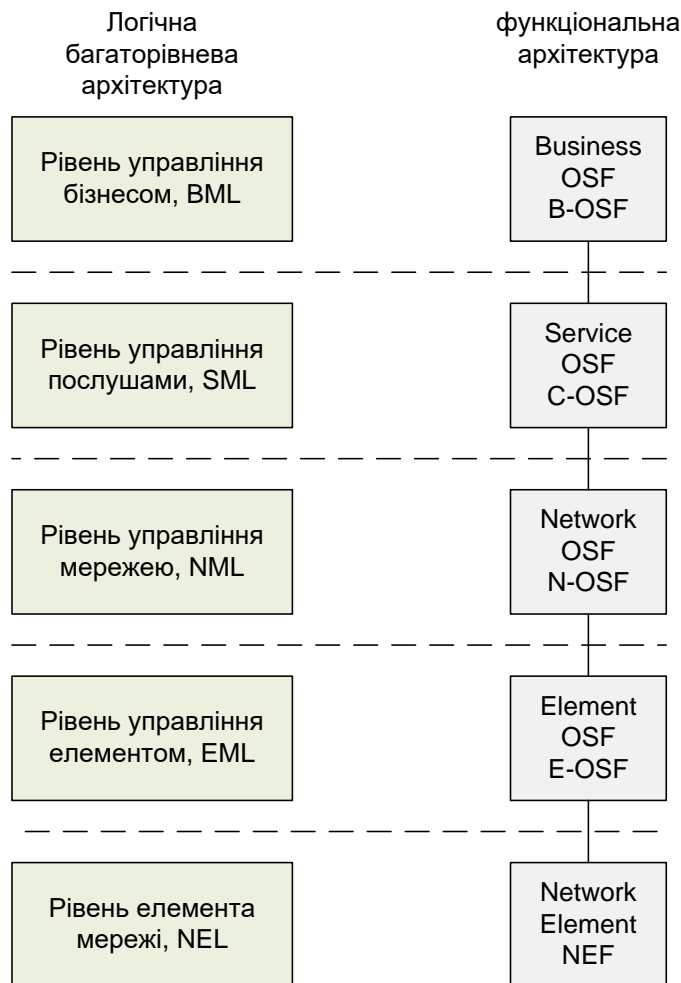


Рисунок 1.4 – Логічна функціональна багаторівнева архітектура TMN

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

Рівень керування елементом мережі. Окремі елементи мережі керуються за допомогою E-OSF на рівні керування елементом мережі. На цьому рівні здійснюється взаємодія із специфічними функціями даного обладнання, реалізація яких залежить від постачальника обладнання. В результаті специфічні функції обладнання «приховуються» рівнем керування мережевим елементом від інших рівнів моделі TMN.

Як приклад можна навести такі функції, що виконуються на рівні керування елементом мережі [5]:

- 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 в буфері передачі/прийому, довжини черги іт. п.;
- реєстрація статистичних даних;
- модифікація програмного забезпечення. Следует отметить, что OSF на уровне управления элементом и NEF могут быть выполнены в виде единого или различных про- граммно-аппаратных модулей.

Рівень керування мережею здійснює функції керування, що стосуються взаємодії між багатьма видами телекомунікаційного устаткування. На рівні керування мережею внутрішня структура елемента мережі «невидима». Це означає, наприклад, що стан буфера пристрою прийому/передачі, температура обладнання і т. п. 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 на рівні керування мережею використовують інформацію керування, яка не залежить від виробників систем. Ця інформація надається OSF на рівні

керування елементом мережі. OSF лише на рівні керування мережею функціонує як програми-менеджера, але в рівні керування елементом мережі як програми-агента.

Рівень керування послугами (сервісами) порушує питання керування, які безпосередньо стосуються користувачів послуг зв'язку. Це можуть бути клієнти оператора, абоненти мережі зв'язку, а також адміністрації операторів зв'язку або провайдерів послуг. Керування послугами здійснюється на основі інформації, що надається рівнем керування мережею; при цьому рівень керування послугами не бачить детальну внутрішню структуру мережі. Маршрутизатори, АТС, системи передачі не можуть безпосередньо керуватися з рівня керування послугами.

Приклади функцій керування, що 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 «керування послугами» є одним із найбільш цінних вкладів концепції TMN у розробку системи керування послугами та мережами зв'язку.

Керування послугами може використовуватись у багатьох випадках.

Перший випадок – два оператори обмінюються інформацією з керування для того, щоб керувати своїми взаємопов'язаними мережами (міжоператорське керування). 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 керування, яка необхідна для забезпечення якості надання послуг зв'язку. Наприклад, це можуть бути дані пріоритетів 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 керування зв'язком – це лише частина керування бізнесом. Керування бізнесом можна розглядати скоріше як цільову установку, ніж досягнення мети. Тому керування бізнесом пов'язане швидше зі стратегією керування мережами електрозв'язку в економічному аспекті, ніж з оперативним керування мережею.

З логічної багаторівневої архітектури TMN можна здійснювати логічне розбиття систем керування (Management System, MS), які є фізичною реалізацією системи керування за принципами TMN. Системи керування є розподіленою або централізованою обчислювальною системою, що складається з серверних ЕОМ, робочих станцій і 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 керування базами даних (СУБД), операційні системи робочих станцій, програми керування електрозв'язком та засоби адміністрування цими додатками.

1.3 Аналіз видів синхронізації в цифрових системах зв'язку

Синхронізацією прийнято називати процес установлення й підтримки певних часових співвідношень між двома й більше процесами. Основне завдання синхронізації цифрової системи та мережі полягає в тому, щоб гарантувати співпадіння значущих моментів у часі і одержання однієї й тієї самої швидкості передачі й приймання інформації в цифрових мережах зв'язку.

Під значущими моментами розуміються моменти початку та кінця інтервалів часу, за який передається одиничний елемент інформації. Розрізняють такі види синхронізації цифрових телекомунікаційних систем і мереж: тактова, або поелементна, групова й циклова синхронізація [4]. Тактова синхронізація дозволяє на прийманні правильно відокремити один одиничний елемент від іншого й забезпечити найкращі умови для його реєстрації. Якщо тактова частота приймальної системи комутації не дорівнює передавальній тактовій частоті, то можливе прослизування: зрив синхронізації за рахунок випадіння тактового інтервалу або вставлення [4, 5], що в літературі має назву прослизування, або від англ. Slip - сліпи. Прослизування у свою чергу призводять до збільшення коефіцієнта помилок при прийманні сигналів у цифрових мережах.

Для цифрових систем передачі необхідно забезпечити синхронну та синфазну роботу каналних амплітудно-імпульсних модуляторів та каналних селекторів, кодувальних та декодувальних пристроїв. Синхронність реалізується системою тактової синхронізації, а синфазність – системою циклової синхронізації.

Синхронізація по тактовій частоті забезпечує рівність швидкостей обробки сигналів на передачі та прийомі і виконується виділенням коливальних тактової частоти з спектра лінійного цифрового сигналу видільником тактової частоти (ВТЧ). Тактовою частотою в цифровій системі передачі є частота проходження імпульсів групового цифрового сигналу. У найпростішому випадку такий сигнал є однополярною випадковою послідовністю імпульсів зі шпаруватістю, що дорівнює двом. Енергетичний спектр такої послідовності при однакових ймовірностях появи «одиниць» і «нулів», а також за відсутності флуктуації тривалості та моментів появи імпульсів, містить постійну складову $G(0)$, дискретну і безперервну складові.

Дискретна складова є сумою гармонік тактової частоти. Складова з тактовою частотою може бути виділена з групового ІКМ сигналу вузькосмуговим фільтром, налаштованим на цю частоту. У смугу пропускання

фільтра потрапляє також частина безперервного спектру, яка грає роль перешкоди і призводить до флуктуацій тактової частоти. Очевидно, що флуктуації тим менше, чим менше смуга пропускання.

Циклова синхронізація визначає початок циклу передачі. Оскільки структура циклу завжди відома, циклова синхронізація дозволяє здійснити поділ каналів. Дія систем циклової синхронізації заснована на використанні надмірності групового ІКМ сигналу, яка спеціально вводиться до групового сигналу. З цією метою, крім кодових груп каналних сигналів до складу циклу вводяться додаткові кодові групи або окремі символи циклової синхронізації, що утворюють синхросигнал.

Циклова синхронізація може бути заснована також і на використанні статистичних властивостей сигналу, що передається (циклова синхронізація з природною інформаційною надмірністю).

У цифрових системах передачі основне застосування знайшли пристрої циклової синхронізації з використанням синхросигналу. Очевидно, що яка б група символів не була обрана як синхросигнал, завжди існує певна ймовірність появи такого ж поєднання інформаційних символів у груповому ІКМ сигналі. Ця ймовірність досить велика. Тому структура синхросигналу є недостатньою ознакою, і для здійснення надійної циклової синхронізації необхідно додатково використовувати ще одну важливу властивість синхросигналу, а саме його періодичність. Періодичність істинного синхросигналу визначається тим, що він з'являється завжди на тих самих позиціях в межах циклу передачі, а помилкові синхрогрупи займають випадкове положення. Контролюючи періодичність появи синхрогруп, можна визначити, чи є вони істинними чи хибними. Ймовірність помилки при цьому виявляється тим меншою, чим більше циклів використовується в процесі прийняття рішення.

Частота проходження циклів завжди кратна тактовій частоті. Тому генераторне обладнання може автономно виробити сигнал циклової синхронізації шляхом поділу тактової частоти на число, що дорівнює кількості переданих у межах циклу кодових груп. Наприклад, у системі типу ІКМ-30, де

цикл складається з 30 кодових груп каналів, однієї кодової групи, призначеної для передачі сигналів СУВ, і однієї синхрогрупи, частота слідування циклів може бути отримана розподілом тактової частоти на 32. Однак фаза синхроімпульсів, що виробляються автономно генераторним обладнанням, може бути довільним, і завдання системи циклової синхронізації полягає в тому, щоб здійснити їх фазування з сигналами циклової синхронізації, що приходять з лінії.

1.4 Роль мережі синхронізації в сучасних телекомунікаційних системах

Проблеми, пов'язані з синхронізацією цифрових пристроїв, виникли одразу з появою цифрових методів передавання інформації. І дійсно, будь-яка процедура дискретизації, передавання та приймання бінарного сигналу або кодованого бінарного сигналу вимагає узгодженості частот передавання та приймання. Якщо цього не забезпечити, інформація, що передається, буде прийнята некоректно.

Головною метою синхронізації є забезпечення однакових або кратних частот тактових частот генераторів усіх цифрових пристроїв, що складають мережу телекомунікацій.

Для досягнення мети синхронізації цифрової мережі потрібно:

- встановити єдину тактову частоту для всіх елементів цифрової мережі, що потребують синхронізації, так, щоб ці елементи працювали з однаковою середньою швидкістю;
- компенсувати затримку передавання сигналу між вузлами комутації та коливання цієї затримки, спричинені температурними та іншими змінами, довівши її до цілого значення періоду циклу, щоб фази циклу в кожній лінії передавання точно співпали;
- підтримувати синхронізацію мережі в будь-який час незалежно від аварій та перемикань, що виникають в процесі експлуатації.

Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок про необхідність синхронізації усіх цифрових пристроїв мережі незалежно від того, на якому рівні мережі ці пристрої розташовані. Незважаючи на це, сучасні методи проектування та побудови мереж телекомунікацій встановлюють деяку пріоритетність у побудові систем синхронізації. В телекомунікаціях первинна (транспортна) мережа є ядром мережі й забезпечує не тільки транспортування трафіка вторинних мереж, але також і передавання сигналів синхронізації. Тому первинна мережа є першим рівнем мережі синхронізації, від якого здійснюється синхронізація усіх видів вторинних мереж з урахуванням, звичайно, особливостей архітектури останніх. Далі мова йтиме, в основному, про організацію саме першого рівня мережі синхронізації.

Технологія SDN, яка сьогодні є основою транспортних мереж, для забезпечення високої якості послуг потребує синхронної роботи усіх її складових частин з високим рівнем стабільності. Це визначає роль мережі синхронізації.

Рівень проблем, пов'язаних з синхронізацією, знаходиться в прямій залежності від рівня цифровізації усіх видів мереж, тобто від загальної кількості цифрових пристроїв, що встановлені на мережі телекомунікацій. При невеликій їх кількості та незначній розосередженості задачі синхронізації можуть вирішуватись індивідуально окремими операторами, які не вбачають в цьому значних проблем. Але зі швидким розвитком цифрової мережі проблеми синхронізації уже не можуть вирішуватись приватно і виникає нагальна потреба системного підходу. Тут, в першу чергу, заслуговує уваги проблема керування мережею синхронізації як на рівні одного оператора, так і на міжоператорському рівні.

1.5 Аналіз існуючих систем керування мережею синхронізації

У світі найбільш відомі дві системи керування мережами синхронізації, які розроблені та виробляються двома компаніями: Oscilloquartz (Швейцарія) та

Hewlett Packard (США). Кожна із цих компаній розробила спеціалізовану систему керування мережею синхронізації, яка побудована на базі власних пристроїв синхронізації: OSA-5548 (Oscilloquartz); HP-55400A (Hewlett Packard).

Система керування мережею синхронізації Sync View компанії Oscilloquartz побудована на базі програмного забезпечення Sync View та має чотири рівні керування: мережного менеджера NM (Network Manager); регіонального менеджера RM (Regional Manager); локального менеджера LM (Local Manager); вбудованого блока менеджера пристрою синхронізації ESM (Embeded System Manager).

Система керування Sync View дозволяє управляти групою пристроїв синхронізації OSA-5548, що встановлені на цифровій мережі на різних цифрових вузлах (транзитних або місцевих), та дає можливість оператору дистанційно контролювати та/або конфігурувати пристрої синхронізації за допомогою графічного інтерфейсу користувача ОІІ (Graphical User Interface).

Програмне забезпечення Sync View реалізує виконання таких функцій [5]:

- візуалізація пристроїв синхронізації SSU з прив'язкою до географічної території розміщення мережі синхронізації;
- дистанційне конфігурування SSU з мережного та регіонального менеджерів;
- захищений доступ;
- контроль права доступу до системи;
- контроль права доступу до блоків SSU;
- реєстрація команд, що подаються на SSU;
- контроль функціонування блоків SSU;
- контроль функціонування RM;
- дистанційний аналіз характеристик якості SSU (MTIE - Maximum Time Interval Error та TDEV - Time Dviation);
- оброблення, огляд, архівування проблем, пов'язаних з аварійними сигналами: швидкий доступ до бажаних меню;

- документування інформації, відображеної на екрані монітора.

Архітектуру системи Sync View зображено на рис. 1.5.

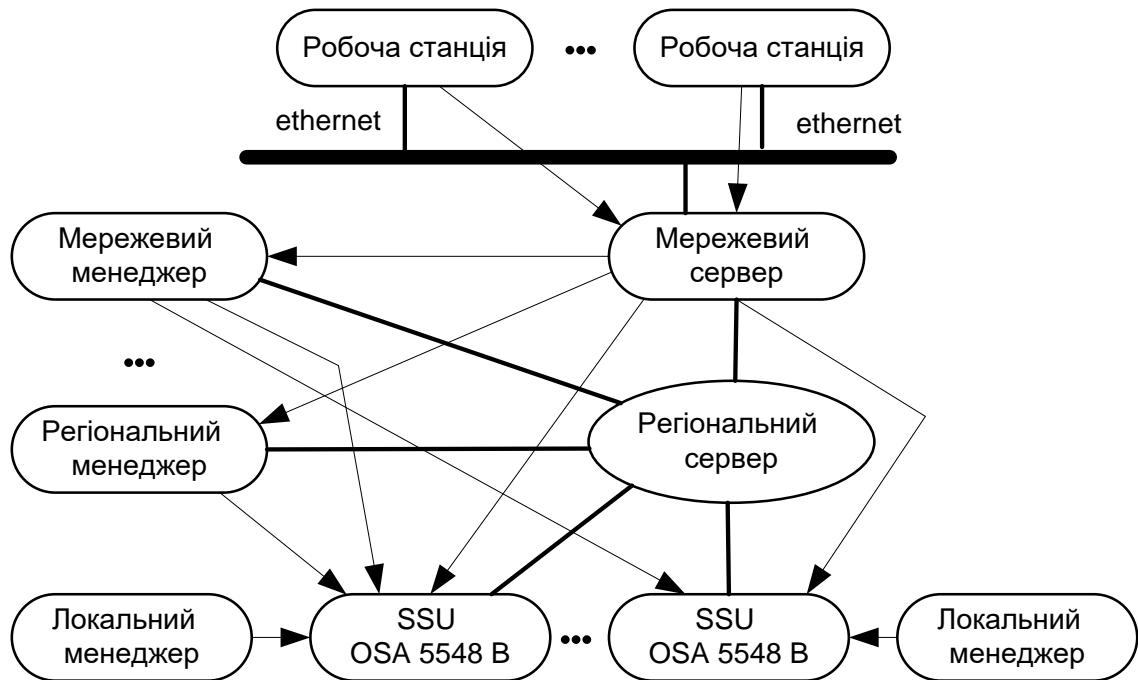


Рисунок 1.5 - Архітектура системи керування Sync View

При такій архітектурі системи Sync View основне призначення регіонального менеджера RM - виконувати конфігурування та адміністрування пристроїв синхронізації, що належать до даного регіону.

Призначення мережного менеджера - це адміністрування загальної мережі синхронізації на основі інформації, що міститься в базі даних RM (для цього використовується сервер NM Server). При аварії RM його обов'язки повністю бере на себе мережний менеджер NM. До сервера може бути підключено де-кілька робочих станцій типу "клієнт" (client) для виконання функцій керування мережею синхронізації.

Призначення вбудованого блока менеджера пристрою синхронізації - виконувати контроль за функціонуванням SSU, формування та передавання аварійних сигналів, прийом та реалізація команд керування, що надходять від RM або NM. У процесі експлуатації до пристрою синхронізації SSU може бути підключений локальний термінал LM через інтерфейс RS-232.

Під час аварії на мережі передавання даних SSU зберігає інформацію про аварійні явища в буферній пам'яті.

Система керування мережею синхронізації має такі конфігураційні характеристики:

- 20 - максимальна кількість RM, що адмініструються одним NM;
- 64 - максимальна кількість об'єктів контролю (SSU), що охоплені одним RM.

Щоб не було програмних конфліктів та невизначеностей, кожна SSU в той самий час може контролюватися тільки одним адміністратором (LM, RM або NM). Якщо SSU зайнята одним адміністратором, а інший посилає команду до цієї SSU, адміністратор одержує спеціальне повідомлення.

Система керування мережею синхронізації HP Smart View. Компанія Hewlett Packard (США) розробила, виробляє та постачає замовникам систему керування мережею синхронізації HP Smart Synchronization Management на платформах PC, NT, UNIX. Усі три платформи забезпечують можливості:

- відображення на моніторі мажорних, мінорних та критичних аварійних сигналів;
- відображення якості функціонування пристроїв синхронізації SSU на заданому відрізку часу та в різних точках мережі, а також накопичення інформації в реальному масштабі часу про якісні показники сигналу синхронізації (MTIE, TDEV та відхилення частоти tsf I /);
- конфігурування пристроїв синхронізації SSU; діагностування плати пристроїв синхронізації.

Архітектуру системи керування мережею синхронізації компанії Hewlett Packard зображено на рис. 1.6.



Рисунок 1.6 – Архітектура системи керування мережею синхронізації

Програмне забезпечення системи керування мережею синхронізації Hewlett Packard має три складові частини:

- програмне забезпечення для локального терміналу - HP55450A Smart V Synchronization Managment/ PC;
- програмне забезпечення для невеликих мереж синхронізації в маси-, окремого регіону мережі синхронізації - HP55451A Smart View Synchronize Managment /NT;
- програмне забезпечення керування великими мережами синхронізації (в масштабах усієї країни) - HP55451A Smart View Synchronization Managment/L.

Програмне забезпечення локального терміналу HP55450A використовує як інструмент інсталяції та експлуатації пристрою синхронізації SSU. Це програмне забезпечення встановлюється в портативний комп'ютер та забезпечує роботу локального терміналу пристрою синхронізації HP55400A.

Програмне забезпечення для невеликих мереж синхронізації HP 5545 Synchronization Managment/NT за допомогою маршрутизаторів та модемів дозволяє забезпечувати керування та постійний контроль кожного SSU свого перк - (регіональні мережі). Smart View працює в програмному середовищі Windows N7.

Програмне забезпечення для керування великими мережами HP 55453 SA Smart View Synchronization Management/UX перетворює синхронізацію мережну функцію, якою управляє оператор, і є рішенням компанії Hewlett Packard./: для концепції TMN. HP 55453 виконується на базі програмної платформи HP Open DM (побудований на HP - UX). HP Open DM як мережна платформа керування використовується багатьма постачальниками технічних засобів телекомунікації. База даних Oracle зберігає інформацію про стан мережних елементів, що контролюються, в будь-який момент часу.

Програмне забезпечення Smart View/UX інтегрується з іншими прикладними реалізаціями HP Open View. Наприклад, програмне забезпечення⁵ HP Open View SDH контролює джерела синхронізації, що є складовою частиною:-: мультиплексорів мережі SDH. Програмне забезпечення Smart View/UX контролює SSU мережі синхронізації (регіону). Активізація Smart View паралельно з Open View надає можливість огляду регіону (усієї мережі) з однієї робочої станції. Створивши свою мережу даних (або використовуючи уже існуюче Smart View незалежно від технології та архітектури цифрової мережі дає можливість оперативно визначити SSU,- на якому виникла проблема в мережі синхронізації (відмова каналу синхронізації, погіршення якості сигналу синхронізації, переключення каналів синхронізації, відмова окремих блоків SSU тощо).

1.6 Основи побудови сучасних систем синхронізації

Сучасна концепція побудови системи синхронізації характеризується повномасштабним впровадженням інтегральних систем синхронізації (ИСС). Відповідно до концепції ИСС її структурна схема (рис. 1.7) складається з трьох підсистем [6]:

- підсистеми міжвузлової синхронізації (ПМС) (Interoffice Timing);
- підсистеми внутрішньовузлової синхронізації (ПВС) (Intraoffice Timing);
- підсистеми контролю та керування якістю синхронізації (ПКУ).

Підсистема міжвузлової синхронізації передбачає розміщення в ключових вузлах мережі пристроїв синхронізації і побудову мережі розподілення сигналів синхронізації. ПМС є основою для будь-якої системи синхронізації і, значить, найважливішою ланкою при проектуванні, будівництві та експлуатації як мережі синхронізації, так і мережі телекомунікацій. ПМС має власну топологію, яка може відрізнитись від топології мережі телекомунікацій, але тісно зв'язана з її структурою та розмірами. При розширенні та реконфігурації основної мережі телекомунікацій мережа ПМС також має змінюватись та модернізуватись.

Підсистема внутрішньовузлової синхронізації ПВС має більш локальне значення порівняно з ПМС через те, що вона визначає порядок синхронізації різних цифрових пристроїв в межах одного мережного вузла. До складу ПВС можуть входити як окремі виділені пристрої синхронізації, так і вбудовані пристрої синхронізації, що входять в окремі цифрові пристрої даного мережного вузла. На відміну від ПМС, яка має проектуватися, будуватися та системно обслуговуватися з урахуванням топології та процесів, що відбуваються в мережі телекомунікацій, ПВС створюється локально у прив'язці до конкретного вузла мережі. Обидві підсистеми будуються на базі єдиного типу виділеного пристрою синхронізації (SSU).

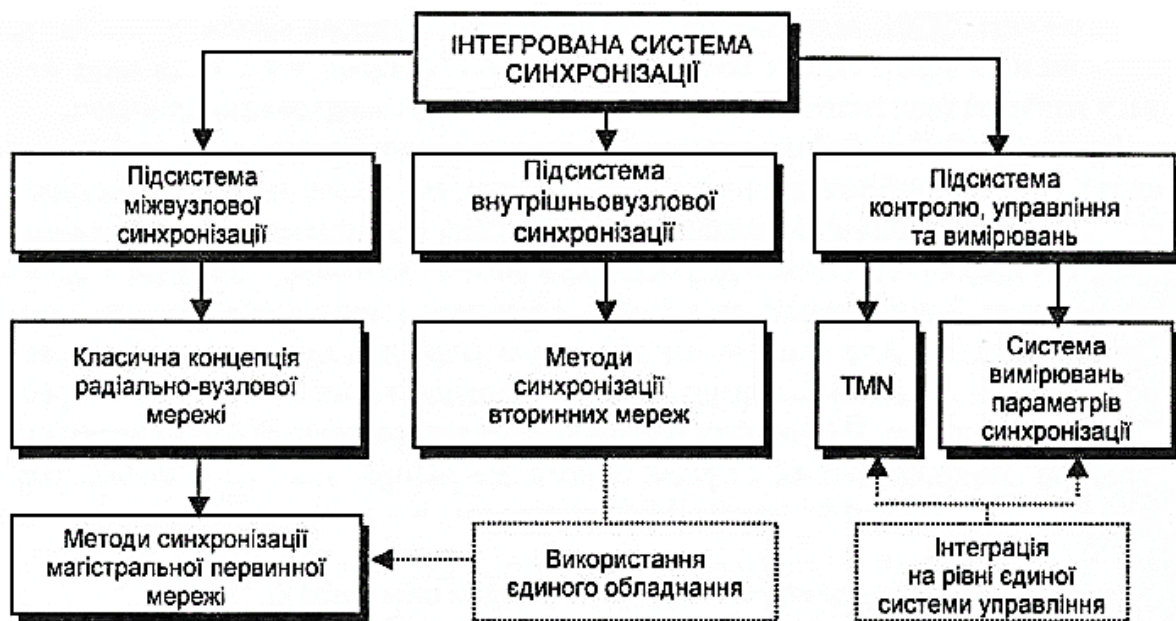


Рисунок 1.7 – Концепція побудови інтегрованої системи синхронізації

Ураховуючи те, що в останній час значно підвищились вимоги до надійності та якості системи синхронізації, до складу сучасної системи синхронізації входить підсистема контролю та керування якістю системи синхронізації ПКУ. Основним призначенням цієї підсистеми є керування, діагностика та контроль якості сигналів синхронізації.

Внаслідок високого рівня вимог до параметрів якості та надійності національної інтегрованої системи синхронізації оператори мережі зв'язку повинні постійно контролювати її стан. Для реалізації керування і контролю параметрів сигналів синхронізації створюється система керування, інтегрована в загальну платформу TMN, тому оператор має можливість контролювати стан системи синхронізації та виконувати її реконфігурування в режимі реального часу. Особливо важливі функції виконує система керування мережею синхронізації (СУМО) в процесі реконфігурування мережі синхронізації. Для цього на цифрових мережах, створених на базі технологій SDH, використовуються сигнали, що відображають інформацію про якість сигналів синхронізації (SSM).

Важливою особливістю інтегрованої системи синхронізації є необхідність регулярних вимірювань якості сигналів синхронізації. Досвід показує, що точний розрахунок параметрів сигналів синхронізації для мережі з кількістю вузлів 20-30 з урахуванням резервування каналів є дуже складною задачею, вирішення якої без сучасної системи автоматичного проектування (САПР) практично неможливе. Разом з тим донині системи САПР, які мають використовуватися при проектуванні мережі синхронізації, не знайшли широкого застосування на практиці через те, що самі перебувають у стадії формування. В результаті проектувальники мережі синхронізації та системні фахівці, як правило, використовують оціночні методи аналізу параметрів сигналів синхронізації в конкретній мережі телекомунікацій. Використання таких методів не дає точного значення параметрів сигналів синхронізації і впевненості в тому, що вибір топології мережі синхронізації є оптимальним. У цьому разі при створенні інтегрованої системи синхронізації має застосовуватись метод ітерацій. Спочатку створюється ISS як накладена на існуючу мережу телекомунікацій. Топологія цієї системи вибирається на базі існуючих рекомендацій ІТУ, параметри сигналів синхронізації розраховуються оціночно. Потім виконується вимірювання параметрів сигналів синхронізації в найбільш ключових точках. На основі одержаних результатів вимірювань коригуються раніше прийняті технічні рішення щодо створення мережі синхронізації. Таким чином, вимірювання стають дуже важливим компонентом інтегрованої системи синхронізації, яка динамічно розвивається. Для вирішення більшості проблем, що виникають при проектуванні, експлуатації та розвитку системи синхронізації потрібно створити єдину систему контролю та керування, яка виконуватиме функції контролю за якістю сигналів синхронізації, а також функції діагностики та тестування параметрів системи з використанням відповідних спеціалізованих вимірювальних компонентів.

1.7 Проблеми побудови систем керування мережею синхронізації та контролю її якості

Національна система синхронізації, що створюється, призначена для встановлення та підтримання середньої частоти цифрових сигналів, які піддаються цифровій комутації, цифровому транзиту та синхронному об'єднанню в цифровій мережі телекомунікацій загального користування. Це потрібно для того, щоб часові співвідношення між сигналами не виходили за певні межі, а частота проскакувань в цифровій мережі не перевищувала б значень, встановлених для міжнародного цифрового з'єднання.

Система синхронізації складається з таких компонентів:

- мережі розподілу сигналів синхронізації;
- пристроїв синхронізації (першого, другого, третього та четвертого рівнів ієрархії);
- об'єктів синхронізації (ведених пристроїв синхронізації цифрових комутаційних станцій, апаратури систем передавання, апаратури мультиплексування синхронної ієрархії, апаратури оперативного перемикавання основного цифрового каналу (ОЦК), а також канало-утворюючої апаратури, що використовується для організації цифрового транзиту ОЦК або групи ОЦК);
- технічних засобів звірення опорних частот пристрою синхронізації першого рівня ієрархії;
- технічних засобів керування мережею синхронізації з програмним забезпеченням;
- технічних засобів забезпечення експлуатації (комплектів змінних частин, комплектів запасних частин, інструментів та приладдя, матеріалів, спеціалізованих комплектів вимірювальних приладів);
- технічного персоналу, який виконує поточне обслуговування апаратури синхронізації, технічних засобів керування та звірення опорних частот (включаючи організацію перевірки контрольно-вимірювальних приладів).

Із світової практики створення цифрових мереж відомо, що керування синхронізацією має такі особливості:

- керування синхронізацією кілець SDH виконується за допомогою штатних робочих станцій компанії-постачальника обладнання SDH;
- керування виділеними пристроями синхронізації виконується за допомогою окремих технічних засобів та програмного забезпечення й окремої виділеної мережі передавання даних.

Керування синхронізацією кілець SDH виконується за допомогою елемент- менеджера (EM) або вузлового менеджера в такому порядку:

- визначаються джерела, що можуть використовуватись як опорні; визначаються пріоритети щодо вибору опорних джерел;
- визначаються рівні якості переданих сигналів 2 Мбіт/с і відповідних їм сигналів синхронізації частотою 2 МГц;
- для кожного інтерфейсу STM-N вибирається фіксований рівень якості або можливість використання повідомлення про статус синхронізації SSM.

Через те, що на діючій мережі телекомунікацій загального користування на сьогоднішній день сигнали 2 Мбіт/с та вхідні сигнали синхронізації 2 МГц не несуть повідомлень SSM, оператор за допомогою EM може встановити цим сигналам бажаний рівень якості аж до рівня первинного пристрою синхронізації PRC (Primary Reference Clock), якщо вхідний сигнал 2 МГц був взятий від джерела високого рівня.

EM може використовувати три режими роботи системи синхронізації:

- використання списку пріоритетів для вибору найкращого можливого джерел синхронізації як опорного зі списку, сформованого відповідно до пріоритетів:
 - ручного вибору джерела синхронізації;
 - утримання синхронізації.

Слід зазначити, що з розвитком цифрової мережі телекомунікацій проблема створення підсистеми керування виділеними пристроями синхронізації типів первинного пристрою синхронізації PRC та

автономного веденого пристрою синхронізації SASE (Stand Alone Synchronization Equipment) стає все більш актуальною. Потрібно розробити нормативний документ, який регламентуватиме створення підсистем керування виділеними пристроями синхронізації. Цей документ має визначити: архітектуру підсистем керування виділеними пристроями синхронізації; вимоги до інтерфейсів технічних засобів; вимоги до мережі передавання даних; вимоги до програмного забезпечення; вимоги безпеки та конфіденційності.

1.8 Висновки до розділу

Проведено аналіз існуючих систем керування телекомунікаційними мережами. Визначені основні задачі, що виконуються з допомогою системи керування та основні функції що вони виконують. Наведена структура мережі керування зв'язком. Показано, що основними функціями на рівні керування елементами мережі є: виявлення помилок і непридатності телекомунікаційного обладнання; вимірювання потужності, що споживається окремими елементами та їх температури; реєстрація статистичних даних.

Визначені функції керування на рівні керування мережею та на рівні керування послугами.

Проведено аналіз існуючих систем керування мережею синхронізації та розглянуто особливості побудови систем контролю та керування мережею синхронізації.

2 МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МЕРЕЖЕЮ СИНХРОНІЗАЦІЇ

2.1 Системи керування мережами синхронізації цифрової ієрархії

Згідно з міжнародною моделлю *система керування мережею зв'язку* будується ієрархічно і має такі рівні (рисунок 2.1):

- мережних елементів;
- керування елементами;
- керування власне мережею;
- керування обслуговуванням;
- адміністративного керування.

Найнижчий рівень являє собою саму мережу зв'язку, тобто об'єкт керування. Мережними елементами тут можуть розглядатися комутаційні станції, системи передавання, мультиплексори, комплекти обладнання для тестування тощо.

Кожен наступний рівень має вищий від попереднього рівня ступінь узагальнення. Інформація про стан рівня надходить угору, а згори донизу йдуть керуючі впливи. Ступінь автоматизації керування може бути різним і зазвичай поєднуються автоматизовані та ручні процедури. Як правило, чим вищий рівень ієрархії керування, тим нижчий ступінь його автоматизації.

Рівень керування елементами охоплює контроль, відображення робочих параметрів, технічне обслуговування, тестування, керування окремими елементами або деякими їх підмножинами.

Рівень мережного керування дає змогу охопити єдиним поглядом усю мережу, контролюючи підмножини мережних елементів у взаємозв'язку між собою і керуючи всіма мережними ресурсами.

Рівень керування обслуговуванням, на відміну від нижчих рівнів, безпосередньо зв'язаних з мережею (з технічними засобами), “звернений обличчям” до користувача, тобто на цьому рівні приймаються рішення щодо

надання та припинення послуг, здійснюється планування та облік і т. ін. Ключовим тут є забезпечення якості обслуговування.

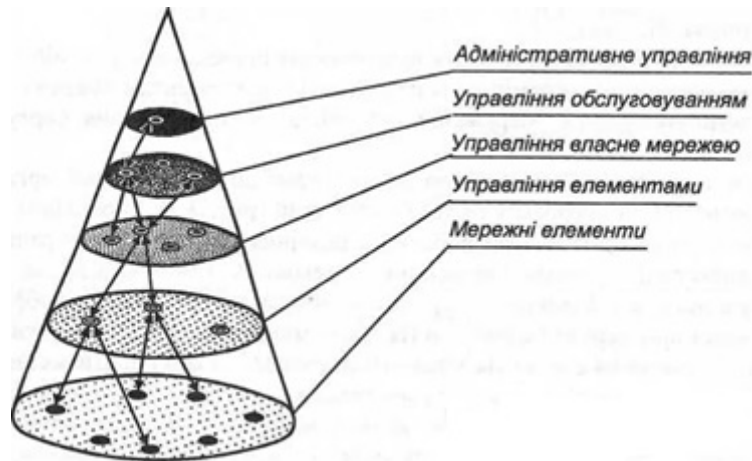


Рисунок 2.1 – Рівні керування мережею зв'язку

Рівень адміністративного керування забезпечує функціонування компанії-оператора мережі зв'язку. Тут розв'язуються організаційні й фінансові питання та здійснюється взаємодія з компаніями-операторами інших мереж зв'язку.

На сьогодні розроблені системи керування, які доходять до рівнів керування елементами або керування мережею, в окремих випадках - до керування обслуговуванням [3, 4].

Функції, пов'язані з керуванням, можна поділити на дві частини: загальні та прикладні.

Загальні функції забезпечують підтримання прикладних функцій і передбачають, наприклад, переміщення інформації між елементами мережі зв'язку та системи керування, збереження інформації, її відображення, сортування, пошук тощо.

Прикладні функції, відповідно до класифікації Міжнародної організації стандартизації, поділяються на п'ять категорій (рис. 2.2): керування конфігурацією; керування якістю роботи; керування усуненням несправностей; керування розрахунками; керування безпекою. Розглянемо їх докладніше.



Рисунок 2.2 – Класифікація функцій мережного керування

Керування конфігурацією передбачає збирання, введення і відображення інформації про мережні елементи (їх типи, місцезнаходження, ідентифікатори тощо); введення елементів у роботу та виведення їх з роботи; встановлення і зміну фізичних з'єднань між елементами.

Керування якістю роботи має за мету контроль і підтримання на потрібному рівні основних характеристик мережі. Сюди входять збирання, оброблення, реєстрація, збереження і відображення статистичних даних про роботу мережі та її елементів, а також виявлення тенденцій у поведінці елементів та попередження про можливі порушення в роботі.

Керування усуненням несправностей забезпечує виявлення, визначення місця розташування і реєстрацію несправностей та видачу рекомендацій щодо їх усунення.

Керування розрахунками передбачає контроль за ступенем використання мережних ресурсів і підтримання функцій нарахування плати за їх використання.

Керування безпекою потрібне для захисту мережі від несанкціонованого доступу. Сюди входить обмеження доступу за допомогою паролів, видача

сигналів тривоги у разі спроби несанкціонованого доступу, від'єднання небажаних користувачів і навіть криптографічний захист інформації.

У ряді рекомендацій Міжнародного союзу електрозв'язку розвинуто концепцію мережі керування зв'язком TMN, взаємозв'язок між якою та мережею зв'язку показаний на рис. 2.3. Операційні системи здійснюють оброблення інформації, необхідної для виконання функцій керування. Робочі станції забезпечують користувальницький інтерфейс, за допомогою якого обслуговуючий персонал взаємодіє з мережею керування. Мережа передавання даних призначена для зв'язку між мережними елементами, операційними системами та іншими компонентами TMN [5, 6].



Рисунок 2.3 – Взаємозв'язок між мережею керування та мережею зв'язку

Спрощена фізична архітектура мережі керування (рисунок 2.4), крім згаданих компонентів, має у своєму складі проміжні пристрої (медіатори), інтерфейси, призначені для взаємодії між компонентами, та (2-адаптери для взаємодії з мережними елементами або операційними системами, які мають непередбачені в TMN інтерфейси.

Медіатори використовуються для проміжного оброблення та збереження даних і перетворення протоколів. Вони не є необхідним компонентом, тому що їхні функції можуть виконуватися безпосередньо в мережних елементах.

Інтерфейс F служить для зв'язку робочих станцій з іншими компонентами.

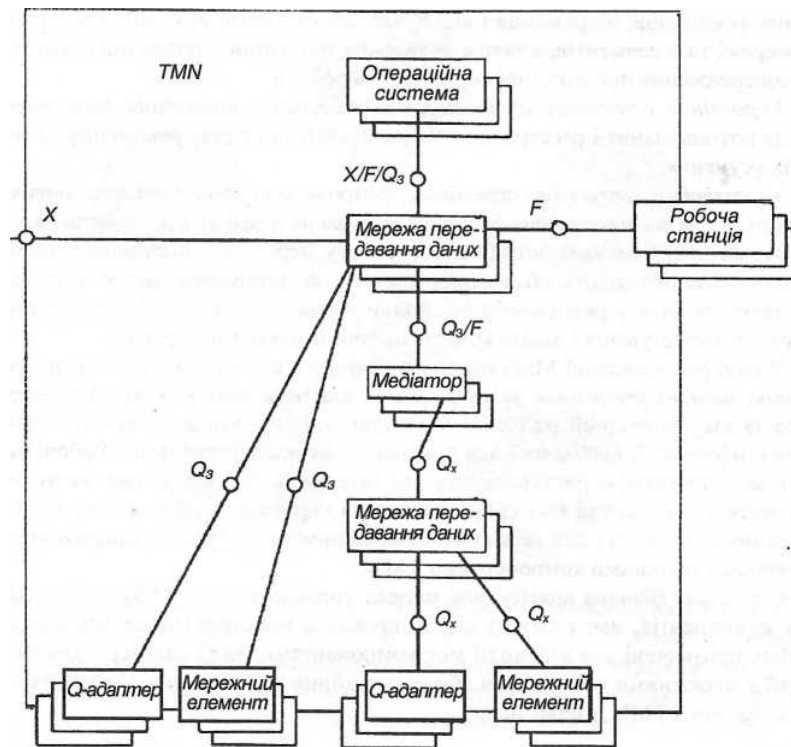


Рисунок 2.4 – Спрощена фізична архітектура мережі керування

Інтерфейс X призначений для взаємодії з іншими мережами, яка здійснюється через мережу передавання даних.

Інтерфейси Q забезпечують взаємодію мережних елементів, операційних систем і медіаторів через мережу передавання даних.

Інтерфейс Q_3 , який відіграє центральну роль у TMN, служить для стикування мережі передавання даних з операційними системами, медіаторами та мережними елементами, які виконують функції медіатора.

Інтерфейс Q_x використовується для приєднання мережних елементів до медіатора.

Багато розглянутих можливостей синхронної цифрової ієрархії можуть бути реалізовані лише за наявності досить розвиненої системи керування. Тому фірми, які виробляють обладнання для мереж синхронної цифрової ієрархії, пропонують і свої системи керування, реалізовані як апаратно- програмні комплекси. Ці системи якнайповніше відповідають сучасним завданням контролю та керування мережею. У разі створення загальномережної системи керування, яка побудована відповідно до принципів TMN і охоплює всі

елементи мережі (комутаційні станції, аналогові системи передавання, системи передавання плезіохронної цифрової ієрархії), система керування мережею синхронної цифрової ієрархії стає її підсистемою.

Фізичну основу системи керування мережею синхронної цифрової ієрархії становлять мікропроцесорні контрольні-керуючі пристрої, інтерфейси, програмне забезпечення, влаштовані в цикли канали передавання даних і службові канали. Ці системи найкраще відповідають завданням контролю та керування мережею.

2.2 Особливості побудови та розробка системи керування мережею синхронізації

Обладнання яке розробляється для мереж синхронної цифрової ієрархії, доцільно реалізовувати як апаратно-програмні комплекси. У випадку створенні загальномережної система керування, яка створена відповідно до принципів TMN і охоплює всі елементи мережі, система керування мережею синхронної цифрової ієрархії стає її підсистемою.

Фізичну основу системи керування мережею синхронної цифрової ієрархіїє мікропроцесорні контрольні-керуючі пристрої, інтерфейси, програмне забезпечення, влаштовані в цикли канали передавання даних і службові канали [7].

Щоб зрозуміти, як утворюються влаштовані канали, потрібно детальніше розглянути структуру секційного заголовка в циклі STM1. Байти, що входять до складу заголовка регенераційної та мультиплексної секцій (відповідно RSOH і MSOH), призначення яких стандартизоване й пов'язане з функціями контролю та керування, показано на рисунку 2.5.

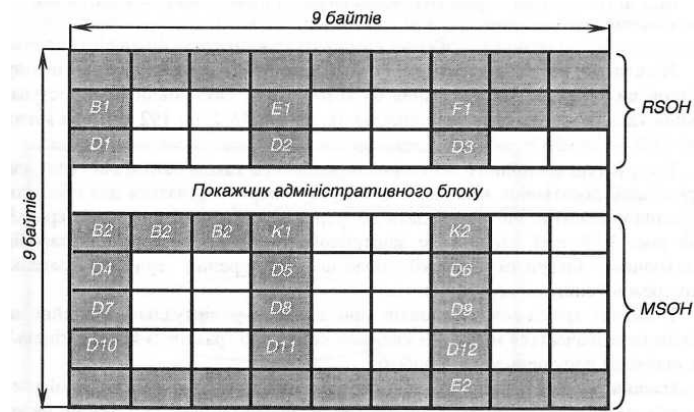


Рисунок 2.5 – Структура секційного заголовка

B1 - контроль помилок регенераційної секції; *B2* - контроль помилок мультиплексної секції; *D1-D3* - канал передавання даних для регенераційної секції; *D4-D12* - канал передавання даних для мультиплексної секції; *E1, E2* - службові канали для мультиплексної секції; *F1* - користувальний канал, який дає змогу утворювати тимчасові телефонні з'єднання та передавати дані для спеціальних експлуатаційних потреб; *K1, K2* - канали сигналізації для автоматичного перемикавання на резерв

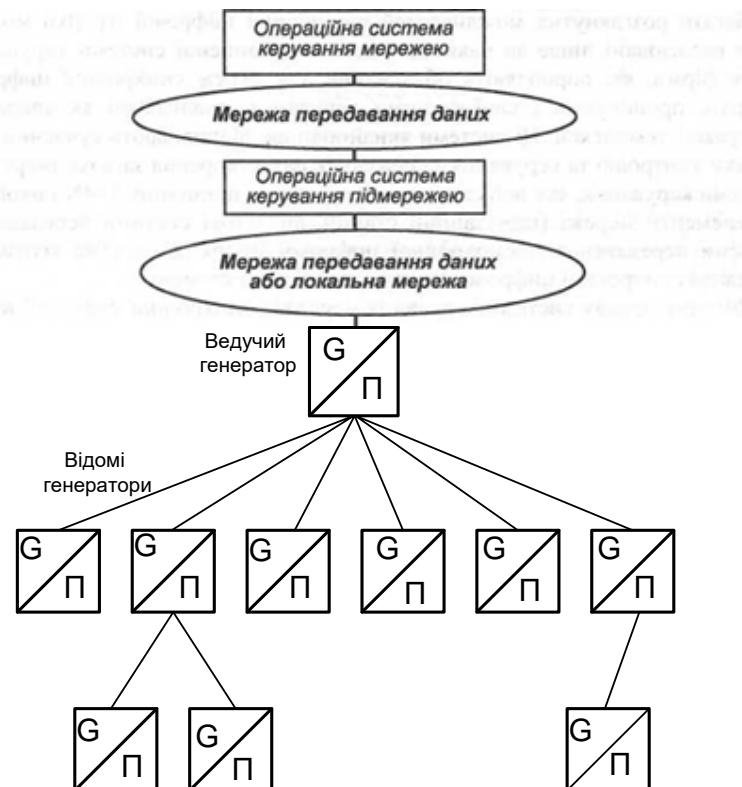


Рисунок 2.6 – Схема організації керуючих зв'язків у підмережі синхронної цифрової ієрархії

Нагадаємо, що кожна клітинка (тобто кожен байт) у таблицях цього типу відповідає швидкості передавання 64 кбіт/с. Тому службовий та користуваельний канали мають саме таку швидкість, канал $D1-D3$ - 192 кбіт/с, а канал $D4-D12$ - 176 кбіт/с.

У структурі секційного заголовка передбачено також байти, доступні для організації додаткових каналів, які можуть використовуватися для обслуговування елементів, що не входять до мережі синхронної цифрової ієрархії (на рис. 2.5 такі клітини не заштриховані). Отже, розгортання засобів синхронної цифрової ієрархії полегшує створення сучасної загальномережної системи керування.

У складі трактових заголовків, що входять у віртуальні контейнери, також передбачається місце для сигналів контролю трактів “з кінця в кінець” та індикації порушень у їхній роботі.

Наявність влаштованих каналів передавання даних дає змогу організувати зв’язок деякої групи мережних елементів з операційною системою через один з мережних елементів, який називається шлюзовим. Приклад схеми організації такої взаємодії наведено на рис. 2.6. У разі розташування кількох мережних елементів у тому приміщенні, де знаходиться і шлюзовий елемент, можна організувати передавання керуючої інформації між цими елементами через локальну мережу (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 – Схема організації керуючих зв’язків через локальну мережу
(товста лінія - тракт синхронної цифрової ієрархії;
тонка - влаштований канал передавання даних)

Серед систем керування мережами синхронної цифрової ієрархії, розроблених провідними зарубіжними фірмами, можна виділити ITM-2000 (з підсистемою 1-2000), 1300NX, EMOS, PHAMOS, TMS та ін.

Міжнародна спілка електрозв'язку стандартизувала лише нижні апаратні рівні системи керування (формати заголовків, протоколи обміну службовими каналами та інтерфейсами). Верхні рівні системи (процедури та команди керування) не стандартизовані. Тому кожна фірма, створюючи свою систему керування, розробляє ці рівні самостійно. Це призводить до відмінностей у рішеннях різних фірм та несумісності рівнів системи.

Найбільш типові можливості різних систем керування і тенденції їх реалізації виявлені на основі аналізу й узагальнення даних, наведених у матеріалах фірм-розробників систем керування. Основний тип операційної системи- UNIX, перевагами якої є універсальність програм, орієнтація на діалоговий режим роботи, відкритість для розширення.

Всі системи забезпечені товарицьким інтерфейсом користувача. Загальним правилом є відображення мережі та її елементів, що обумовлює використання кольорових графічних дисплеїв з високим ступенем розрізнення. Широко використовується графічне операційне середовище X-Windows, що надає набір можливостей WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointer - вікна, меню, покажчик).

Загально визнаним стандартом стало використання для підтримання основних функцій керування платформи OpenView. Користувачеві надається можливість багаторівневого доступу. Основними рівнями є карта місцевості, топологія мережі, мережний елемент, окремі пристрої, модулі та блоки мережного елемента.

Для контролю роботи окремих мережних елементів використовуються місцеві термінали, в ролі яких зазвичай використовуються ІВМ-сумісні персональні комп'ютери. Вони приєднуються до елементів за допомогою інтерфейсу *F*. Можливе також їх дистанційне приєднання з використанням

інтерфейсу Q . Місцеві термінали дають змогу на місці виконувати, наприклад, функції встановлення, технічного обслуговування та експлуатації елемента, а також контролювати його робочі функції. З санкції системи керування мережею або в разі втрати зв'язку з центром керування з місцевого терміналу можуть здійснюватись і функції керування.

Найважливішими можливостями систем керування мережами синхронної цифрової ієрархії є керування конфігурацією, встановлення автоматичного резервування для секцій і трактів, вибір критеріїв перемикачів на резерв, призначення синхротрас, встановлення пріоритетів для джерел хронувальних сигналів.

Великі можливості надаються в керуванні усуненням пошкоджень. Стан елементів може відображатися кольором (зелений - нормальна робота; жовтий - несуттєві пошкодження; червоний - суттєві несправності). Крім цього, повідомлення про несправності видаються на дисплей і фіксуються на папері за допомогою принтера; вони можуть супроводжуватись і спеціальними звуковими сигналами. Критерії отримання тих чи інших повідомлень встановлюються оператором і можуть змінюватись. Керування операціями відбувається дистанційно з єдиного центру. Час, потрібний для реалізації операцій, становить кілька секунд, а інколи - й частки секунди.

2.3 Аналіз впливу систем керування мережами синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації

Стрімке зростання швидкостей обміну даних у сучасних цифрових системах передачі призводить до необхідності підвищення вимог до якості підсистем синхронізації для збереження високої завадостійкості передачі інформації. Однак при цьому сучасні проекти не достатньо враховують вплив підсистеми синхронізації на показники якості цифрових систем передачі при організації окремого каналу синхронізації.

Завадостійкість, як найбільш важливий показник якості, можна охарактеризувати ймовірністю бітової помилки (BER) у цифровій системі передачі інформації p_{BER} , що залежить не тільки від схеми прийняття рішення про інформаційний символ, але й від схем утримання тактової синхронізації в смузі утримання, схем циклової і надциклової синхронізації [6, 7].

Тобто в загальному випадку p_{BER} є суміщенням усіх зазначених подій, обумовлених відповідно ймовірністю помилкового прийняття рішення про інформаційний символ ($p_{пом}$), імовірностями зриву тактової (p_{τ}), циклової ($p_{\text{цс}}$), зверхциклової ($p_{\text{зцс}}$) синхронізації і ймовірністю відмови ЦСП ($p_{\text{в}}$):

$$p_{BER}=1-(1-p_{пом})(1-p_{\tau})(1-p_{\text{цс}})(1-p_{\text{зцс}})(1-p_{\text{в}}) \quad (2.1)$$

Ймовірність помилки приймання символу у схемі прийняття рішень $p_{пом}$ відома й повинна відповідати критерію ідеального спостерігача.

Спростимо модель і оцінимо ймовірність зриву тактової синхронізації тільки за рахунок каналу тактової синхронізації.

При розрахунку середньоквадратичної похибки каналу тактової синхронізації σ_{γ} будемо виходити з відомих вимог до системи синхронізації. З практичної точки зору правильної роботи схеми прийняття рішень вважається допустимим, якщо середньоквадратична похибка тремтіння (джитера) фази гармоніки тактової частоти не перевищує 15-20% тривалості інформаційного імпульсу. При перевищенні такої норми зростає взаємна завада і помилки BER в інформаційному каналі. Таке відхилення фази будемо називати смугою утримання часу або фази у схемі тактової синхронізації.

У каналах кабельного зв'язку, де нормовані рівні сигналу на всіх сегментах лінії зв'язку, найбільші завади спостерігаються за рахунок взаємного впливу скручених пар у кабелі або за рахунок наведення суміжних полів. Захист від суміжних полів нормується захисним відношенням у межах 30-40 дБелл.

Оцінимо дисперсію σ_{τ}^2 джитера часу або фази тактової частоти. Відповідно до зазначеного вище середньоквадратичне значення джитера фази мале порівняно з тривалістю такту $\frac{\sigma_r}{t_i}$. Припускаючи зв'язок досить надійним, будемо вважати, що згасання сигналу і його дисперсія знаходиться в межах відомої норми і взаємні завади сусіднім каналам малі.

Система синхронізації – це система автоматичного регулювання, де є вимірювач розладнання синхронізації, схема регулювання і об'єкт регулювання.

Для правильної роботи інерційність системи регулювання синхронізації (стала часу T) не повинна перевищувати значення [7]

$$T \leq \frac{\Delta\tau(t)}{\Delta\tau'_{max}e^2} \quad (2.2)$$

де $\Delta\tau'(t)$ – похідна розладнання синхронізації.

Вимірювач може бути різних типів за часом розладнання $\Delta\tau(t)$ або за фазою розладнання $w\Delta\tau(t)$ при тактовій частоті w .

Якщо брати прямий функціональний вимірювач розстройки за часом, то згідно теорії радіовимірювань [4, 6] можна скористатися виразом для оцінювання дисперсії зсуву фронту сигналу σ_{τ}^2 :

$$\sigma_{\tau}^2 = \frac{\sigma_3^2}{[U_t^1(t)]^2} \quad (2.3)$$

де σ_3^2 - дисперсія або потужність нормально розподіленої суми завад;

$U_p^1(t)$ – крутість, похідна фронту сигналу в точці порога, де відбувається відлік його положення. Якщо вимірювачем є фазометр, то принципова (метрологічна) характеристика фазометра для перетворення значення зсуву фази у відповідну напругу відповідає виразу

$$u_{\varphi} = U_m \sin \varphi \quad (2.4)$$

Розрахуємо значення крутості фронту імпульсу в точці відліку на рівні порога:

$$U_t^1(t_0) = U_m [1 - \exp(-wt)]_{t_0}^1 = U_m w \exp(-wt_0), \quad (2.5)$$

де t_0 – точка відліку фази гармоніки тактових імпульсів;

w – колова тактова частота зрізу, або смуга пропускання фільтра НЧ чи відеоприймача.

При відліку фази на початку відфільтрованого сигналу приймальної системи можна вважати, що $t_0=0$. Підстановкою формули (2.5) перетворимо формулу (2.3):

$$\sigma_{\tau}^2 = \frac{\sigma_3^2}{U_m^2 w^2} = \frac{1}{w^2 q_1} \quad (2.6)$$

де $a \leq 2$ – відносний діапазон утримання процесу синхронізації

q_1 – відношення потужностей сигналу до шуму, яке може досягати 30 дБ;

w – тактова частота вхідного сигналу після фільтрації.

Уявімо фізичну модель сумісного сигналу без шуму, який використовується в інформаційному каналі і каналі синхронізації (рис. 2.1).

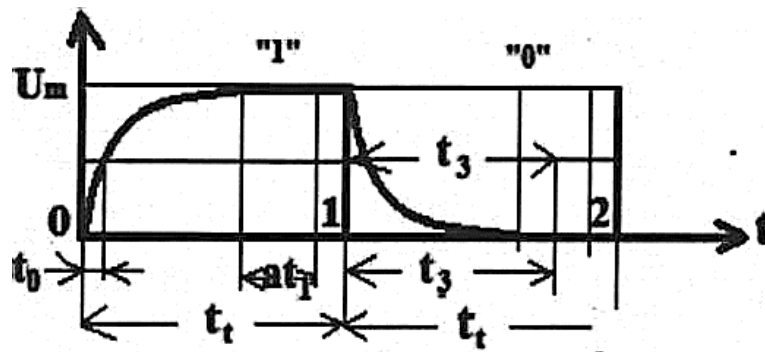


Рисунок 2.8 – Фізична модель сигнального символу 1

Для інформаційного каналу важливо, щоб символи 1 або 0 у моменти прийняття рішення при зсуві співпадали з інтервалами atx , коли потужність сигналу при символі 1 досягає максимуму, а вплив на сусідній канал - мінімальний.

Для каналу синхронізації потрібно визначити з достатньою точністю значущі точки 0, 1, 2, і т. ін. (рис. 2.1) для приймання та регенерації передаваного сигналу.

Фізична модель процесу враховує вплив зсуву фази або часу імпульсу з символом 1 за рахунок дії корельованої завади на рівні порога на надійність прийняття рішення. При дії корельованої завади імпульс відповідно до випадкового нормального закону піднімається або опускається. Тому фронти імпульсу на рівні порога в інтервалі часу atx прийняття рішень зсуваються у середньому також за нормальним законом у часі від імпульсу до імпульсу, а за рівнем у середньому за законом (2.3):

$$\sigma_t = \frac{\sigma_z}{(U')^2} \quad (2.7)$$

Вважається, що рівень сигналу значно падає за межами даного інтервалу і зростає як завада в сусідніх інтервалах при зсуві на $at/2$.

Оцінювання впливу волатильності, ненадійності енергетичного потенціалу інформаційного каналу від джитера фази синхронізації для плезіохронних ЦСП можливе при формулюванні сумісної ймовірності похибки при одночасній дії двох каналів. Буде показано, що для синхронних ЦСП незалежними каналами це також можливо з використанням цих же результатів.

Для цього при примусовій синхронізації існує два конкуруючих методи: 1) резонансний з контуром ударного збудження; 2) з використанням ФАПЧ.

Перевага резонансного методу – простота реалізації. Значущі точки отримуються за рахунок диференціювання сигналу, роботи блокунг-генератора і вузькосмугового фільтра. Недоліки - не всі удари кодованих тактових імпульсів

одиниць сфазовані з коливаннями контура ударного збудження, що ускладнює роботу схеми.

Перевага схем із ФАПЧ у тому, що є можливість звужувати смугу фільтра тактової частоти сигналу і тим самим підвищувати стабільність частоти і завадостійкість ЦСП. Недоліки - складність схеми і залежність від коду і спектра сигналу.

Далі показано також, що подолати цю залежність доцільно застосуванням манчестерського коду.

За будь-яким методом вимірювання процес похибки зсуву в часі синхронізації на виході ФАПЧ після осереднення (рис. 2.9), за центральною теоремою теорії ймовірності, є нормально розподіленим, стаціонарним процесом, функція кореляції якого досягає декількох циклів [5].

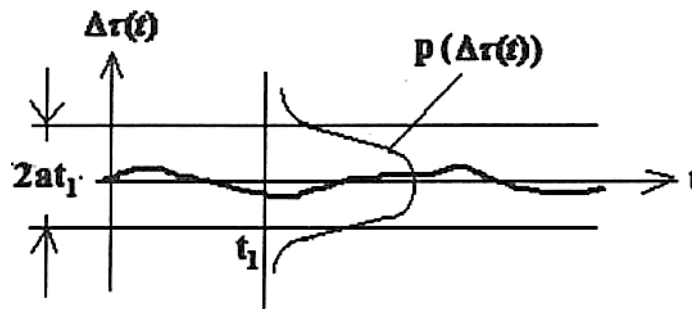


Рисунок 2.9 – Процес похибки синхронізації

За межами інтервалу $2at_1$ процес прийняття рішення про символ може спотворюватись за рахунок зменшення рівня сигналу і появи взаємних завад у сусідніх інтервалах часу. Оцінимо ймовірність незриву тактової синхронізації систем SDH та спотворення рішення самого каналу або сусідніх каналів від величини цього інтервалу. Інтервал часу при автоматичному супроводі розладнання, у якому приймається рішення про символ, як у системі ІКМ-30, має довжину $\tau_0 = at_i$. Тоді

$$F(at_1) = \int_{-at_1/2\sigma_\tau}^{at_1/2\sigma_\tau} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-x_3)^2}{2}\right] dx, \quad (2.8)$$

де $F(at_1)$ – інтеграл імовірності;

$$\frac{\Delta t}{\sigma_\tau} = x - \text{відносне розладнання в часі сигналів приймальної і передавальної}$$

систем синхронізації;

$$\frac{t_3}{\sigma_\tau} = x_0 - \text{зсув відносного інтервалу часу приймання рішень (рис. 2.8);}$$

σ_τ – середньоквадратична похибка системи синхронізації.

Оскільки реальні відносні розладнання сигналів є

$$x = \frac{0,15t_0\sqrt{q}}{t_0}$$

то з великою точністю можна застосувати формулу в першому наближенні для розрахунку ймовірності синхронізації або безпомилкового рішення про інформаційний символ за рахунок незриву тактової синхронізації:

$$F(x_0) = 1 - \left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2} \frac{(-x_0^2/2)}{x_0} \left(1 - \frac{1}{x_0^2}\right) + \dots$$

При $q=10^3$ і $x_0 = 5$ імовірність безпомилкового прийому інформації за рахунок незриву тактової синхронізації дорівнює $p_\tau + p_{ном} = 1-1,6 \cdot 10^{-7}$. Або ймовірність загальної помилки $p_{BER} = 1,6 \cdot 10^{-7}$.

Необхідна ймовірність помилки одного біта інформації повинна бути не гірше 10^{-9} для систем ЦСП [6, 7]. Це означає, що ймовірність зриву синхронізації по тактовій частоті майже на два порядки гірше, ніж власне потрібна ймовірність помилкового рішення про інформаційний символ, навіть без огляду на вплив циклової й надциклової синхронізації. Якщо врахувати також час відновлення синхронізму, то стане зрозумілою роль системи синхронізації на всіх етапах роботи систем SDH.

При постановці задачі оптимального розподілу енергетичного потенціалу між інформаційними й синхронізуючими каналами будемо припускати таке:

- інформаційні сигнали являють собою послідовності відеоімпульсів за кодом, що реєструються на приймальному боці на рівні (порога) $U_m/2$, де U_m - максимальний рівень напруги сигналу;
- система повинна бути економічною і здатною працювати з досить малими енергетичними потенціалами на вході приймача, що справедливо для радіорелейних, тропосферних, супутникових систем зв'язку, які працюють з одним передавачем для незалежних інформаційних і синхросигналів, тобто розглядається обмеження за піковою потужністю передавача;
- інформаційні сигнали й сигнали синхронізації передаються по окремих каналах, розподілених за частотою, або в часі;
- враховується примусова синхронізація суміщеним сигналом, але результати оптимізації придатні і для систем з окремим синхросигналом.

2.4 Оцінювання часу затримки сигналів у мережі керування синхронізацією за моделлю масового обслуговування

Проблеми черг виникають при дослідженні мереж з комутацією пакетів. Пакети, що надходять на вхід мережі або проміжного вузла на шляху до пункту призначення, нагромаджуються, обробляються з метою вибору відповідного каналу передавання до наступного вузла, а потім зчитуються каналом у визначений час їх передавання. Час, затрачений на очікування передавання в накопичуванні, є важливим показником, що характеризує роботу мережі, оскільки затримка передавання, тобто час очікування, входить як складова до однієї з основних характеристик, що безпосередньо відчуються користувачем. Час очікування звичайно залежить від часу оброблення у вузлі і довжини пакета, а також від пропускної здатності каналу передавання, який виражається кількістю пакетів, переданих за секунду, інтенсивністю надходження пакетів у вузол (кількість пакетів за секунду) і дисципліни обслуговування під час оброблення пакетів.

Теорія черг виникає також при дослідженнях мереж з комутацією каналів

і не тільки при вивченні оброблення викликів, але і з аналізу залежності між кількістю доступних каналів (кожний з яких одночасно може обробляти один виклик) і ймовірністю того, що виклик, який потребує встановлення з'єднання, буде заблокований або поставлений в чергу для очікування на обслуговування. Зазначимо, що історично велика частина сучасної теорії черг була розроблена під час дослідження телефонних повідомлень. Для процесу з'єднання потрібні дослідження інтегральних мереж, в яких задачі комутації пакетів і комутації каналів об'єднуються. Доцільно обговорення також застосування теорії черг.

Розглянемо найпростішу модель обслуговування, показану на рис. 2.10.

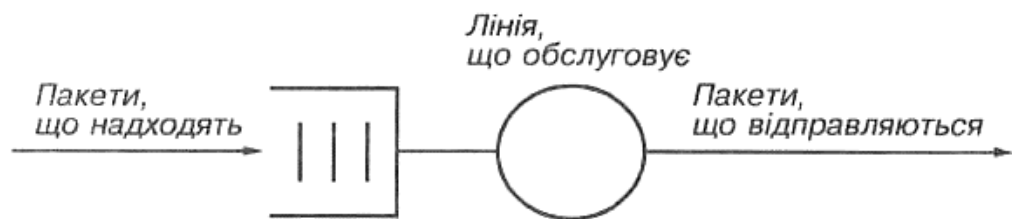


Рисунок 2.10 – Модель однолінійної системи обслуговування

Для більшої конкретності вважатимемо, що черга складається з пакетів даних. Цими пакетами можуть бути також виклики, що чекають обслуговування в системі з комутацією каналів.

Пакети надходять випадково з середньою швидкістю μ пакетів за одиницю часу (найчастіше - пакетів за секунду). Вони чекають обслуговування в накопичуванні, і обслуговуються відповідно до деякої конкретної дисципліни з середньою швидкістю C пакетів за одиницю часу.

У контексті мережі передавання даних обслуговуюча лінія - це засіб передавання (вихідний канал або лінія), який передає дані з вказаною швидкістю з блоків даних за одиницю часу. Частіше замість блоків даних вказуються символи або знаки, а швидкість передавання або пропускна здатність каналу - в бітах за секунду або в знаках за секунду. Наприклад, канал, який обробляє пакети завдовжки 1000 біт і передає зі швидкістю $C = 2400$ біт; передаватиме пакети з інтенсивністю $\mu=2,4$ пакети/с. У більш загальному випадку, якщо

середня довжина пакета в бітах дорівнює $1/\mu'$ біт і визначається в бітах; пакет, пропускна здатність у пакетах становить $\mu = \mu' C$ пакетів/с. У разі v ; кліків у мережі з комутацією каналів користувачем виклик і величина виклик/с, є інтенсивністю надходжень або середньою кількістю викликів, шс обробляються за секунду. Параметр $1/\mu$, с/виклик, називається середньо тривалістю зайняття.

Очевидно, якщо інтенсивність надходження пакетів λ наближається до швидкості оброблення пакетів μ , черга починає зростати. При накопичень: максимальної місткості (реальний випадок), якщо λ перевищить μ , черга досягне найбільшої допустимої величини і продовжуватиме зростати. Якщо накопичува- переповниться, надходження всіх наступних пакетів буде заблоковано. Для простоти передбачимо, що накопичувач є нескінченним (таке припущення будемо часто робити для спрощення аналізу), тоді черга при $\lambda \rightarrow \mu$ стає нестабільною.

Ми доведемо, що в аналізованій однолінійній системі обслуговування стабільність забезпечується при $\lambda < \mu$. Зокрема, знайдемо параметр $\rho = \lambda/\mu$, який відіграє вирішальну роль в аналізі черг. Параметр ρ часто називають *коефіцієнтом використання каналу або інтенсивністю навантаження*.

Зазначимо, що він визначається як відношення навантаження системи до її пропускної здатності. Для однолінійної системи обслуговування, коли ρ наближається до одиниці або перевершує її, виникає область перевантаження (скупченість), затримка починає швидко зростати, і пакети, що надходять, блокуються частіше.

Для кількісного обговорення часу затримки, характеристик блокування і пропускання пакетів (фактичної кількості пакетів, що проходять через систему за одиницю часу) і їх зв'язку як з пропускною здатністю μ , так і з місткістю накопичувана, зображеного на рис. 2.10, потрібна більш докладна модель системи обслуговування. Нарівні з деякими іншими будуть показані такі характеристики, що залежать від імовірностей стану черги, а стани визначаються кількістю пакетів у черзі (виключаючи і той, що на обслуговуванні). Для розрахунку ймовірностей треба знати деякі

характеристики процесу надходження пакетів: обслуговування в порядку надходження - ОПН; обслуговування в зворотному порядку - ОЗП; тобто першим обслуговується пакет, який прийшов останнім, і деякі дисципліни обслуговування з пріоритетами).

Для численних систем імовірність станів залежить від кількості обслуговуючих ліній (обслуговуючі лінії - канали або вихідні з'єднувальні лінії, що одночасно передають пакети або, у разі систем з комутацією каналів, обробляють виклики).

У більшості випадків прийнято моделювати процес надходження пакетів або викликів за допомогою *пуассонового процесу*, який найчастіше застосовується в теорії черг - це метод опису вхідного потоку.

Найпростіша система обслуговування, яка буде досліджена, так звана черга типу $M/M/1$, є системою з пуассоновим вхідним потоком і показовим розподілом часу обслуговування. Для такої системи досить легко отримати ймовірності станів як у разі скінченної, так і у разі нескінченної черги. Потім ми виводимо просту, але найбільш загальну залежність між середнім значенням часу затримки і середньою кількістю користувачів (пакетів або викликів) в черзі, названою формулою *Літтла*. Ця залежність є корисною при розрахунку характеристик мереж різного типу.

Слід узагальнити аналіз черги $M/M/1$.

У літературі [5] показано, як можна дослідити черги, що залежать від станів (це є найбільш корисним при обговоренні комутації каналів).

Далі доцільно розглянути чергу з розподілом обслуговування загального вигляду і пуассоновим вхідним потоком, так звану чергу $M/G/1$. Це дає можливість визначити як окремий випадок вплив фіксованої довжини пакета. У більш загальному випадку ми виводимо цікавий і дуже корисний вираз для середнього часу затримки в системі при довільній статистиці часу обслуговування (довжини пакета або тривалості зайняття). Цей результат виявляється простою видозміною виразу для часу затримки в системі $M/M/1$ (при показниковому розподілі часу обслуговування). За цим доцільно

обговорити черги з пріоритетами в однолінійній системі $M/G/1$.

Система з однією обслуговуючою лінією, пуассоновим вхідним потоком, показниковим розподілом часу обслуговування і дисципліною ОПН [8] – це $M/M/1$.

Позначення $M/M/1$ запропоноване британським статистиком Д.Дж.Кендаллом. У загальному вигляді позначення Кендалла для системи обслуговування має вигляд $A/B/C$, де символ A – означає розподіл потоку на вході, B – розподіл часу обслуговування, а C – кількість ліній, що обслуговуються. Зокрема, для позначення пуассонового процесу або еквівалентного йому показового розподілу застосовується символ M (марковський процес).

Таким чином, система обслуговування типу $M/M/m$ характеризується пуассоновим вхідним потоком M , показниковим розподілом часу обслуговування M і кількістю обслуговуючих ліній m . Система $M/G/1$ характеризується пуассоновим вхідним потоком M , довільним розподілом часу обслуговування G (від слова *general*) і однією обслуговуючою лінією – 1. В окремому випадку $M/D/1$ означає систему з фіксованим D (детермінований) або постійним часом обслуговування.

Як відомо з науково-технічної літератури [8], статистичні властивості системи $M/M/1$, наприклад, середній час зайняття, ймовірність блокування для скінченної черги, середня пропускна здатність тощо досить легко можна визначити, якщо знайдено ймовірність рп станів системи, або ймовірність того, що в системі знаходяться n пакетів у мережі КП або викликів у мережі з КК, включаючи користувача, якого обслуговують.

Передбачається, що система працює в сталому режимі, і тому вказані ймовірності не змінюються у часі. Можна сподіватися, що згодом ці ймовірності будуть наближені до сталих, стаціонарних, незмінних у часі значень, починаючи від деяких певних початкових значень, коли вхідний потік і розподіл часу обслуговування інваріантні у часі. Конкретно, вхідний потік в однолінійну систему обслуговування - пуассонів з параметром λ (що визначає

інтенсивність надходження вимог на обслуговування) (рис. 2.11). Нехай процес обслуговування (довжина пакета або тривалість з'єднання) описується показниковим розподілом з параметром μ (визначає швидкість оброблення вимог на обслуговування). Тоді ймовірність $p_n(t+\Delta t)$ того, що в момент $t + \Delta t$ в системі будуть n пакетів (викликів) легко можна отримати у вигляді функції відповідних імовірностей в момент часу t . Із діаграми зміни станів у часі (рис. 2.12) очевидно, якщо система в момент $t + \Delta t$ у стані n , тоді в момент t вона тільки в стані $n - 1$, n або $n + 1$ (при $n \geq 1$).



Рисунок 2.11 – Система обслуговування $M/M/1$

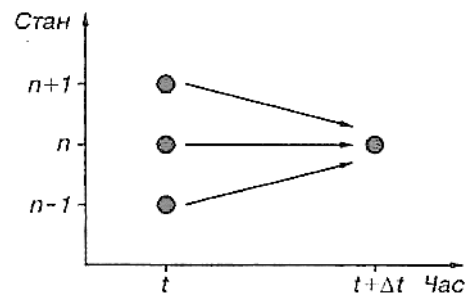


Рисунок 2.12 – Діаграма зміни станів у часі для системи $M/M/1$

Імовірність $p_n(t+\Delta t)$ того, що в момент часу $t+\Delta t$ система у стані n , і має бути сумою (що взаємно виключають) імовірностей станів $n - 1$, n або $n + 1$, в яких система могла бути в момент t , помножених відповідно на незалежні ймовірності надходження в стан n , що відбувається за Δt одиниць часу. Отже, отримаємо

$$p_n(t+\Delta t) = p_n(t)[(1-\lambda\Delta t)(1-\mu\Delta t) + \mu\Delta t \cdot \lambda\Delta t + 0(\Delta t)] + p_{n-1}(t)[\lambda\Delta t(1-\mu\Delta t) + 0(\Delta t)] +$$

$$+p_{n+1}(t)[(1-\lambda\Delta t)\mu\Delta t + o(\Delta t)] \quad (2.9)$$

Імовірності переходу з одного стану в інший отримані внаслідок розгляду шляхів, за якими відбуваються ці переходи, і розрахунку відповідних імовірностей з використанням властивостей потоку, що надходить, і розподілом часу обслуговування. Наприклад, якщо система залишилася в стані n , $n \geq 1$, то маємо один посыл і одне надходження з імовірністю $\mu\Delta t \cdot \lambda\Delta t$, або не маємо жодного посилу або надходження з імовірністю $(1 - \lambda\Delta t)(1 - \mu\Delta t)$.

Аналогічно отримуємо і інші члени рівності (2.9), оскільки $o(\Delta t)$ включає члени порядку $o(\Delta t)^2$ і вищі.

Після спрощення і об'єднання членів $o(\Delta t)$ знайдемо

$$p_n(t+\Delta t)=[1-(\lambda + \mu)\Delta t] p_n(t)+ \lambda\Delta t p_{n-1}(t)+ \mu\Delta t p_{n+1}(t) \quad (2.10)$$

Рівність (2.10) можна використати для дослідження перехідного (що залежить від часу) режиму роботи системи М/М/1 за умови, що ця робота починається в момент $t_0 = 0$ з деякого відомого стану або набору станів. Інакше розкладанням $p_n(t+\Delta t)$ в ряд Тейлора відносно t із збереженням лише перших двох членів можна знайти диференціальне рівняння, що описує зміну $p_n(t)$ у часі:

$$p_n(t+\Delta t)= p_n(t)+\frac{dp_n(t)}{dt} \Delta t \quad (2.11)$$

Використавши (2.10) і (2.11) та спростивши їх, легко отримати таке рівняння:

$$\frac{dp_n(t)}{dt}= -(\lambda + \mu) p_n(t)+ \lambda p_{n-1}(t)+ \mu p_{n+1}(t) \quad (2.12)$$

Це диференціальне рівняння, розв'язання якого дає такий результат: залежність $p_n(t)$ реального часу, тобто ймовірність $p_n(t)$ має наближатися до

постійного стаціонарного значення $p_n(t)$ із збільшенням часу. Виходячи з цього, в стаціонарному значенні $p_n(t)$ маємо $dp_n(t)/dt = 0$. Тоді рівняння (2.12) для випадку стаціонарних, незмінних у часі ймовірностей спрощується і набуває для системи $M/M/1$ вигляду

$$(\lambda + \mu) p_n(t) = \lambda p_{n-1}(t) + \mu p_{n+1}(t), n \geq 1 \quad (2.13)$$

Більш важливо розв'язувати подібні рівняння для загальних випадків систем обслуговування, що залежать від станів.

Далі доцільно дослідити більш складні системи обслуговування, що виникають в інтелектуальних мережах як у разі використання комутації пакетів, так і комутації каналів.

Розглянемо діаграму станів (див. рис. 2.11), на якій показано систему $M/M/1$. У зв'язку з припущеннями про пуассонів процес надходження пакетів, переходи мають місце тільки між сусідніми станами з інтенсивністю λ . З інтенсивністю λ відбувається перехід на один стан праворуч при надходженні користувача в систему, а з інтенсивністю μ – перехід на один стан ліворуч при завершенні обслуговування або при відходженні пакета. Інакше кажучи, якщо інтенсивність помножити на Δt , отримаємо ймовірність $\lambda \Delta t$ переходу на один стан праворуч за рахунок надходження, або ймовірність Δt переходу на один стан ліворуч за рахунок завершення обслуговування. (Якщо система в стані 0, тобто вільна, вона може перейти тільки праворуч в стан 1 за рахунок надходження пакета.)

Рівняння (2.13) для ймовірностей станів можна розв'язати декількома способами ми. Потік, що надходить в область, яка охоплює всю безліч точок від 0 до n , дорівнює μp_{n+1} , а потік, що виходить з неї $-\lambda p_n$. Прирівнюючи ці два потоки, отримуємо

$$\lambda p_n = \mu p_{n+1} \quad (2.14)$$

Рівновага інтенсивності відходження з деякого стану і надходження в цей стан не тільки дає можливість записати рівняння рівноваги (2.13), але й отримати його розв'язок:

$$p_n = \rho^n p_0; \rho = \lambda/\mu < 1 \quad (2.15)$$

Для того щоб знайти невідому ймовірність p_0 , слід урахувати умову для ймовірностей $\sum p_n = 1$.

Для нескінченної черги типу M/M/1 досить просто знайдемо $p_0 = (1 - \rho)$, при $\rho < 1$. Як результат для сталого режиму матимемо

$$p_n = (1 - \rho)\rho^n; \rho = \lambda/\mu < 1 \quad (2.16)$$

Зазначимо, що умова $\rho = \lambda/\mu < 1$ означає, що для існування рівноваги інтенсивності надходжень, або навантаження системи мають бути меншими, ніж її пропускна здатність μ . Цей висновок повністю збігається за значенням з теоремою Шеннона для каналу з перешкодами [7, 8].

Ймовірність того, що черга заповнена,

$$p_N^1 = (1 - \rho)\rho^N(1 - \rho^{N+1}) \quad (2.17)$$

Але ця ймовірність має бути такою ж, як і ймовірність блокування, тобто ймовірність того, що пакети або виклики не можуть бути прийняті системою. Запропонуємо припущення, яке доцільно використати, розраховуючи кількісні характеристики інтелектуальної мережі.

Розглянемо систему, зображену на рис. 2.13

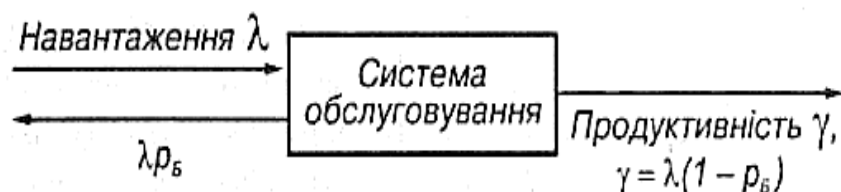


Рисунок 2.13 – Співвідношення між продуктивністю і навантаженням

Це не обов'язково система M/M/1 зі скінченною чергою. Вона може бути Зудь-якою традиційною системою, яка блокує пакети при їх надходженні. На рис. 2.13 показано навантаження λ , що визначається як середня кількість надходжень за секунду. При ймовірності блокування p_B чиста інтенсивність надходжень дорівнює $\lambda(1 - p_B)$. Але це не що інше, як пропускна здатність у ібо кількість пакетів, що обслуговуються за секунду стаціонарною системою.

Отже, маємо

$$\gamma = \lambda(1 - p_B) \quad (2.18)$$

як показано на рис. 2.13

У літературі [8] показано, що в скінченній системі M/M/1 імовірність блокування

$$p_B = p_N = (1 - \rho)\rho^N / (1 - \rho^{N+1}) \quad (2.19)$$

Цей вираз для ймовірності блокування можна використати в простих розрахунках під час проектування. Наприклад, слід дізнатися, якою має бути довжина черги, щоб забезпечити задане значення ймовірності блокування. Відповідно до (2.19) вона залежить від ρ . При невеликих значеннях імовірності блокування вираз (2.19) можна спростити.

При малих p_B імовірність того, що скінченна система в стані $n = N$ (N - це гранична кількість пакетів, яку вміщує черга), обчислимо в режимі нескінченної черги. При $\rho^N \ll 1$ обмеження нескінченної черги в точці $n = N$ помітно не впливає на статистику черги.

Наприклад, розраховуючи кількісні характеристики мережі з комутацією пакетів, що використовується в ІМ для забезпечення ймовірності блокування $p_B = 10^{-6}$ (в середньому одна відмова на мільйон користувачів), враховуючи $\rho = 0,5$, маємо $N \approx 19$. Збільшення затримки при зростанні навантаження веде до відповідного збільшення N . Наведемо простий приклад: концентратор у мережі з комутацією пакетів, який обробляє їх з середньою довжиною 1200 біт. При

наявності каналу зі швидкістю передавання 2400 біт/с його пропускна здатність становить в середньому $\mu=2$ пакети/с. Цю характеристику можна вважати прийнятною при взаємодії вузлів комутації послуг з вузлами керування послуг.

Доцільно розглянути приклад при $\rho < 1$. Нехай $E(n)$ – середня кількість користувачів (пакетів або викликів в черзі) в системі середнього значення випадкової величини. На основі визначення середнього значення випадкової величини отримаємо:

$$E(n) = \sum_{n=0}^{\infty} n p_n = \rho / (1 - \rho) \quad (2.20)$$

Коли навантаження системи відносно невелике (наприклад, $\rho = \lambda / \mu < 0,5$), середня кількість користувачів у системі відносно мала (при $\rho < 0,5$ воно менше одиниці). Коли ж ρ збільшується, наближаючись до 1, то середня кількість різко зростає завдяки члену $(1 - \rho)$ в знаменнику. В реальній системі обслуговування зі скінченною чергою ця кількість, очевидно, в області $\rho < 1$ зростає не так різко, але рівність (2.20) для нескінченної черги дає прийнятну модель. Середню довжину черги в системі М/М/1 (2.20) показано на рис. 2.14.

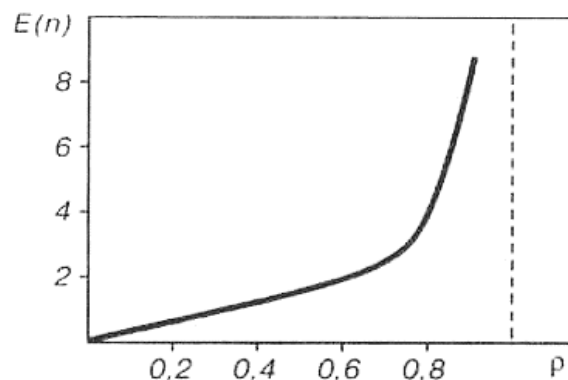


Рисунок 2.14 – Середня довжина черги в системі М/М/1

Під час зростання навантаження системи зростає і її продуктивність. Однак при цьому блокується все більша кількість користувачів, отже, швидко зростає середнє число $E(n)$ користувачів в черзі. Збільшення $E(n)$ призводить до збільшення часу затримки в черзі. Це типовий випадок обміну характеристик:

при збільшенні навантаження зростає продуктивність (важлива характеристика), але одночасно зростає блокування і час затримки.

В системі керування (СК) дуже важливо знайти загальний час затримки команд керування отримання послуги (включаючи час очікування в черзі і, крім того, час обслуговування або передавання). Зазначимо, що, аналізуючи СК, проблема затримки інформації може мати більш негативний вплив на характеристики ефективності мережі, оскільки йдеться не тільки про затримку в транспортній мережі, а й про затримку в мережі, що називається базою даних послуг (у структурній схемі СК ця мережа містить вузли комутації послуг, вузли керування отримання послуги (включаючи час очікування в черзі і, крім того, час обслуговування або передавання). Зазначимо, що, аналізуючи СК, проблема затримки інформації може мати більш негативний вплив на характеристики ефективності мережі, оскільки йдеться не тільки про затримку в транспортній мережі, а й про затримку в мережі, що називається базою даних послуг (у структурній схемі СК ця мережа містить вузли комутації послуг, вузли керування послугами і безпосередньо бази даних).

Для отримання наближених кількісних характеристик доцільно скористатися формулою Літгла, яка підтверджує те, що система обслуговування з середньою швидкістю надходжень λ і середнім часом затримки в системі $E(T)$ має середню довжину черги $E(n)$, тобто

$$\lambda E(T) = E(n) \quad (2.21)$$

Зазначимо, що це співвідношення є найбільш загальним і слушним для всіх систем обслуговування, включаючи і системи з пріоритетами. Параметр λ інтерпретується як інтенсивність надходжень в систему і відповідає продуктивності ν . Це очевидно, оскільки користувачі, які не попадають у систему, не можуть збільшити в ній загальну затримку.

Застосовуючи формулу (2.21) до системи M/M/1, отримуємо

$$E(T) = E(n)/\lambda = 1/\mu(1-\rho) \quad (2.22)$$

Вираз для середнього часу затримки в системі М/М/1 можна інтерпретувати так.

При $\rho \ll 1$ точне значення середнього часу обслуговування $E(T) = 1/\mu$.

Це випадок (2.20), коли в черзі в середньому знаходиться невелика кількість користувачів. Тому на очікування в черзі в середньому затрачується мало часу, і затримка майже завжди пояснюється лише обслуговуванням або часом передавання. Однак при збільшенні нормованого навантаження або інтенсивності тракту, звичайний вплив черги відчувається і $E(T)$ швидко зростає.

Однолінійна система має дотримуватися простого співвідношення між середнім часом очікування $E(W)$ і середньою затримкою $E(T)$ в системі:

$$E(T) = E(W) + 1/\mu \quad (2.23)$$

Теорема Літтла дає змогу знайти в реальному вигляді співвідношення для середньої кількості користувачів $E(q)$, які очікують в черзі:

$$E(q) = \lambda E(W) = \lambda E(T) - \lambda/\mu = E(\pi) - \rho. \quad (2.24)$$

Формула Літтла є загальною і її можна застосувати також до частини системи обслуговування.

У (2.24) ρ - це середня кількість користувачів, що обслуговуються.

2.5 Висновки до розділу

Розглянуто особливості системи керування мережами синхронізації синхронної цифрової ієрархії на рівні керування елементами мережі, керування мережею синхронізації та на рівні адміністративного керування. Наведено взаємний зв'язок між мережею керування та мережею зв'язку.

Проведено аналіз впливу системи керування мережею синхронізації та системи синхронізації. Отримано аналітичну залежність ймовірності помилкового прийняття рішення про інформаційний сигнал від ймовірності зриву тактової, циклової та зверх циклової синхронізації та ймовірністю відмови.

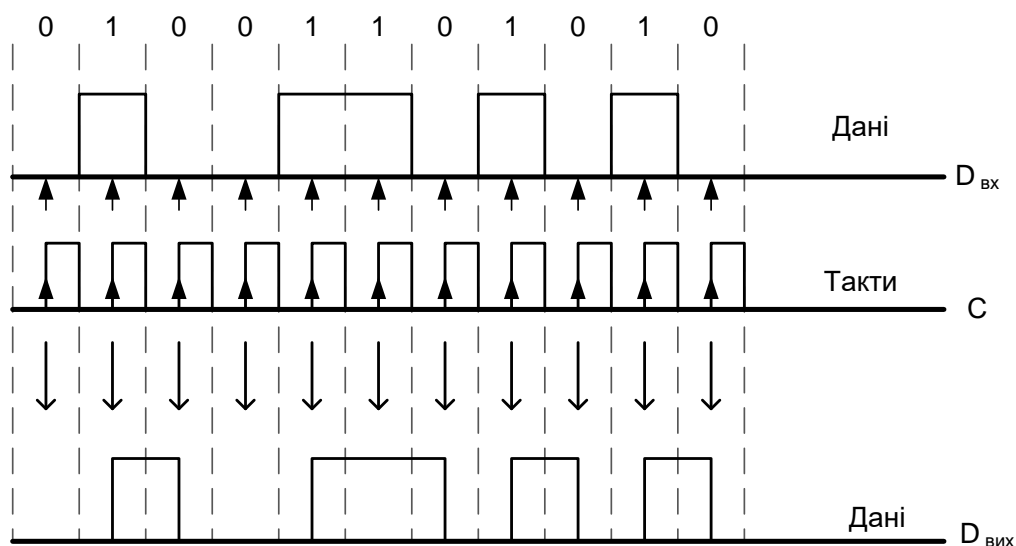
Оцінено час затримки сигналів у мережі керування синхронізацією за моделлю масового обслуговування.

Розглянуто особливості побудови системи керування мережею синхронізації в телекомунікаційних мережах.

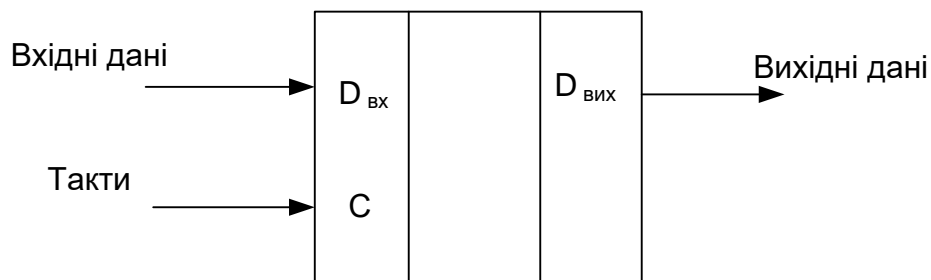
3 МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ СИГНАЛІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ ТА СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

3.1 Локальні схеми розподілу сигналів синхронізації

Мета даного розділу – показати значення часових співвідношень між тактовими сигналами (ТС) і сигналами даних (інформаційними) у процесі цифрової обробки. Для цього на прикладах показані схеми розподілу ТС, а потім один з основних принципів відстеження ТС за місцем, що носить назву принципу "самосинхронізації".



а) часові діаграми



б) спрощена схема пристрою перезапису

Рисунок 3.1 – Ілюстрація взаємодії сигналів даних і синхронізації (тактового сигналу) в пристрої перезапису

Тактова частота необхідна для узгодження роботи цифрових пристроїв прийому та обробки даних, тобто для встановлення моментів прийняття рішення (стробування) даних. Спрощено, як це показано на рис. 3.1, взаємодію цифрових пристроїв можна звести до процесів запису та зчитування даних за тактовим сигналом. Запис та зчитування даних проводиться у моменти часу (зазвичай у середині тактового інтервалу даних), що визначаються тактовими імпульсами (на часовій діаграмі рис. 3.1а схеми рис. 3.1б активується по передньому фронту тактової послідовності) [9].

Для правильного запису (зчитування) даних необхідно підтримувати певні часові співвідношення між тактовими імпульсами і імпульсами даних, тобто синхронізм. Це завдання легко вирішується в межах одного пристрою або локальної мережі.

Як зазначалося, розподіл синхросигналів робиться для підтримки необхідних часових співвідношень між сигналом даних і тактовим сигналом як, наприклад, показано на рис.3.1. Часто виявляється, що забезпечити необхідне фазове співвідношення між сигналами важко навіть у межах друкованої плати одного осередку.

Таким чином, можна бачити, що підтримання необхідних фазових співвідношень є проблематичним навіть при обмежених відстанях.

Спільним для наведених вище схем є наявність окремих виділених ланцюгів синхронізації. Ця обставина обмежує можливості застосування даного методу на довгих лініях, де виділення окремих кіл недоцільно.

3.2 Розподіл сигналів тактової частоти в лініях керування цифрових систем передавання інформації

У цифрових транспортних системах ПЦІ, СЦІ як на довгих лініях між містами, так і всередині однієї будівлі або приміщення використовується метод, який можна назвати принцип самосинхронізації або автосинхронізації, що полягає в тому, що сигнал тактової частоти витягується з цифрового

інформаційного сигналу безпосередньо у точці прийому (місці прийняття рішення) та встановлюється з ним у необхідному фазовому співвідношенні.

Для цього в кожній точці прийому в залежності від довжини лінії встановлюється станційний або лінійний регенератор з виділенням сигналу тактової частоти. Основні компоненти цифрового регенератора лінії показано на рис. 3.2. Після проходження лінії передачі, спотворений сигнал подається на вхід регенератора, який виконує так звані функції посилення та корекції форми (Reshaping, іноді говорять Reamplifying), відновлення/виділення сигналу тактової частоти (Retiming) і власне регенерації відновлення форми і часового положення сигналу (Regeneration) [10].

Звернемо увагу на пристрій регулювання фази сигналу у видільнику тактової частоти (ВТЧ) для підстроювання значних моментів тактової частоти та сигналу даних відносно один одного, приблизно в таку позицію, як показано на рис. 3.1а.

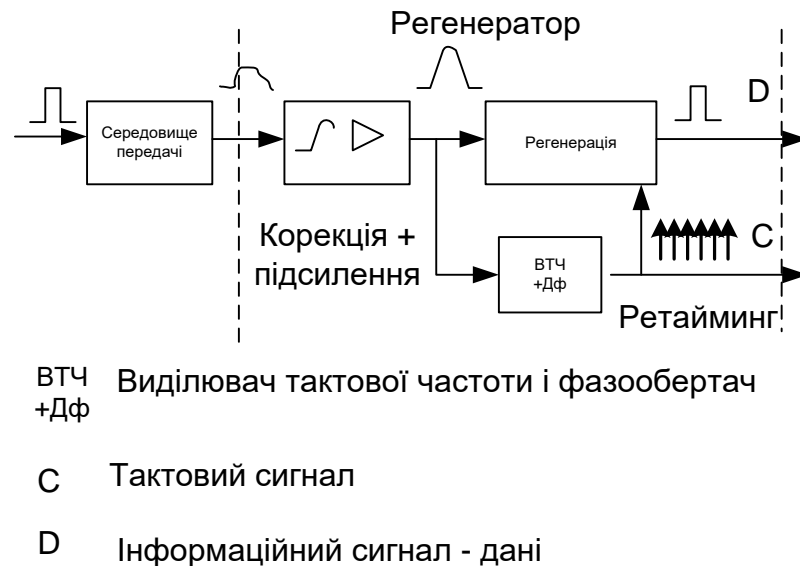


Рисунок 3.2 – Схема пристрою регенерації цифрового сигналу з видільником частоти сигналу тактової синхронізації

У наочному вигляді принцип самосинхронізації представлений на рисунку 3.3. З рисунка можна бачити, що кожен напрямок передачі зліва

направо від станції А до станції Б і в протилежному напрямку синхронізуються окремим незалежним генераторним обладнанням G1 і G2.

На кожній станції генератор задає тактову послідовність всього обладнання одного напрямку. Якщо обладнання рознесено по різних блоках, то, як правило, для відновлення в кожній точці сигналу тактової частоти використовуються станційні регенератори, показані на станціях А і Б. Для відновлення сигналів при проходженні по лінії використовуються лінійні регенератори, часто не обслуговуються - НРП. Робота регенераторів синхронізується за тактовим сигналом, що виділяється з робочого, лінійного сигналу даних. Видільник регенератора на станції Б грає роль тактового генератора, що задає, всієї приймальної частини обладнання: власне регенератора і демультиплексора. З погляду поширення сигналу синхронізації в цифрових лініях нагадаємо, що в демультиплексорі відновлюється сигнал, який був поданий на вхід мультиплексора на протилежній станції. На рис. 3.3 ці сигнали для кожного напрямку позначені як E_a та E_b .

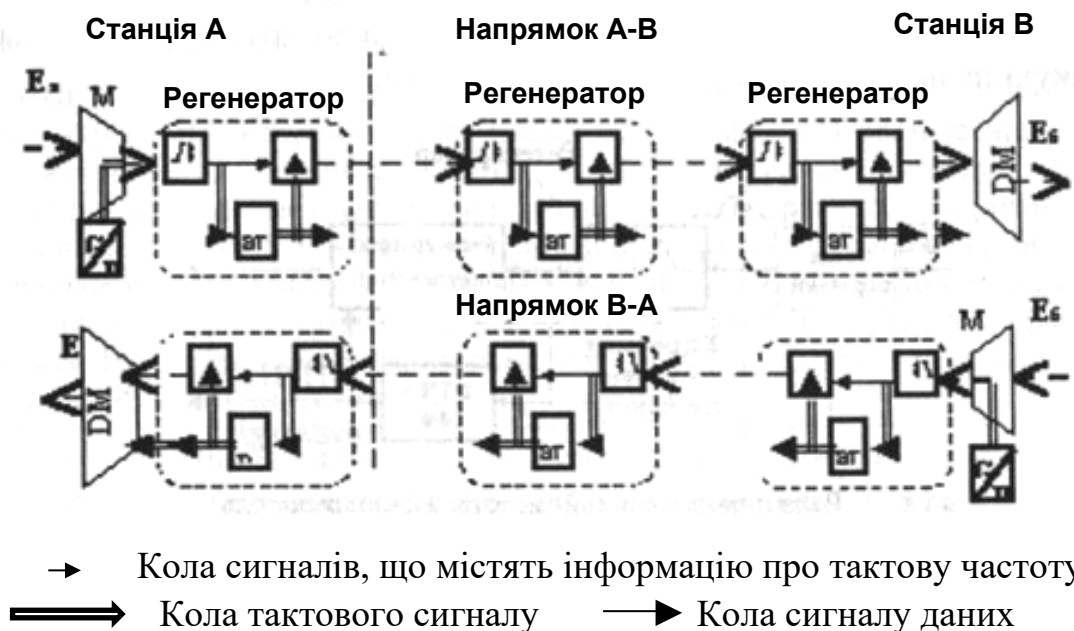


Рисунок 3.3 – Принцип самосинхронізації по тактовій частоті в лінії ІКМ

У цілому нині розглянуту схему синхронізації цифрової лінії можна охарактеризувати як двонаправлену, тобто. передача ведеться двома

цифровими каналами, кожен із яких здійснює незалежну односпрямовану цифрову передачу між двома точками. Розглянемо варіанти синхронізації таких трактів за схемою "крапка-крапка". Відмінність тактових частот генераторів G_1 і G_2 не робить істотного впливу на роботу кожного напрямку, так як в ній використовується принцип самосинхронізації, а кожен пристрій ланцюга відіграє роль веденого для попереднього пристрою і роль ведучого для подальшого. З іншого погляду провідний генератор, що задає, тільки один, а всі інші пристрої відіграють роль ведених. У будь-якому разі якість тактового сигналу залежить від параметрів пристроїв виділення тактової частоти - ВТЧ.

3.3 Імітаційне моделювання мережі керування системою фазової синхронізації

При дослідженні складних цифрових систем синхронізації та елементів мережі керування нею ефективним інструментом є імітаційне моделювання, яке відобрадає процес імітування поведінки системи та моделі з метою одержання інформації про неї. В залежності від факторів, що впливають, модель може бути детермінованою або статистичною. Частіше використовують детерміновану статистичну модель. Якщо впливом випадкових факторів неможливо нехтувати, розробляють статистичну модель. При моделюванні систем синхронізації та елементів мережі керування використовують моделі на рівні логічних елементів. В цьому випадку систему керування мережею синхронізації та саму цифрову систему синхронізації розглядають як сукупність цифрових логічних елементів [11].

Основна мета такого імітаційного моделювання полягає в тому, щоб виконати функції та визначити характеристики системи синхронізації та мережі керування нею, без її фізичної реалізації. Оскільки які-небудь зміни в схемі системи, після її виготовлення, зробити не легко, імітаційне моделювання є ефективним інструментом для перевірки правильності функціонування системи при різних впливах, близьких до реальних.

Базову структурну схему цифрової системи фазової синхронізації (СФС), за якою можна одержати нові структури наведено на рис. 3.4. Опорний генератор (ОГ), пристрій додавання – виключення імпульсів (ПДВІ) і подільник (П) з коефіцієнтом розподілу M у сукупності утворюють цифровий підстроювальний генератор (ЦПГ). Робота системи (рис. 3.4) досить докладно описана в літературі [9].

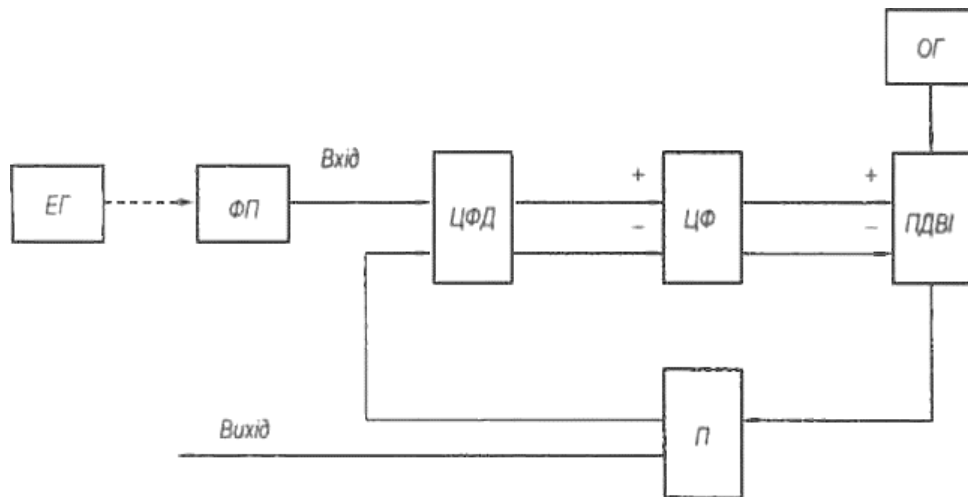


Рисунок 3.4 – Базова структурна схема цифрової системи фазової синхронізації

Для побудови імітаційної моделі цієї і більш складних СФС необхідно розробити алгоритми моделювання їхніх основних елементів, до яких належать цифровий фазовий дискримінатор (ЦФД), цифрові фільтри (ЦФ) і ЦПГ. Крім того, до структурної схеми належать також еталонний генератор (ЕГ) та формувальний пристрій (ФП).

Розглянемо алгоритми моделювання цифрових фазових дискримінаторів. Цифровий фазовий дискримінатор — основний вузол будь-якої цифрової СФС. Він виконує в системі роль елемента порівняння, що залежно ні и величини фазової неузгодженості (похибки) $\Delta\varphi(n)$ у моменти часу $t_n=nT$, $n = 0, 1 \dots$ видає в закодованому вигляді сигнал похибки [10].

На практиці використовують різні схемні варіанти реалізації ЦФД [10]. Фазові детектори мають обмежений набір статичних характеристик. Розглянемо алгоритм моделювання ЦФД з релейною характеристикою

$$F(\Delta\varphi) = F[\Delta\varphi(n)] = \begin{cases} +1, 0 \leq \Delta\varphi(n) < \pi; \\ -1, \pi \leq \Delta\varphi(n) < 2\pi. \end{cases} \quad (3.1)$$

Можливий варіант ЦФД з релейною характеристикою показано на рис.3.5, а. На перший і третій входи ЦФД надходить еталонний вхідний сигнал у вигляді послідовності коротких імпульсів (стробів) з частотою $f_{\text{вх}}=1/T_{\text{ЕГ}}$. На два інших входи подають дві зсунуті один відносно одного на 180° імпульсні послідовності з виходу подільника П.

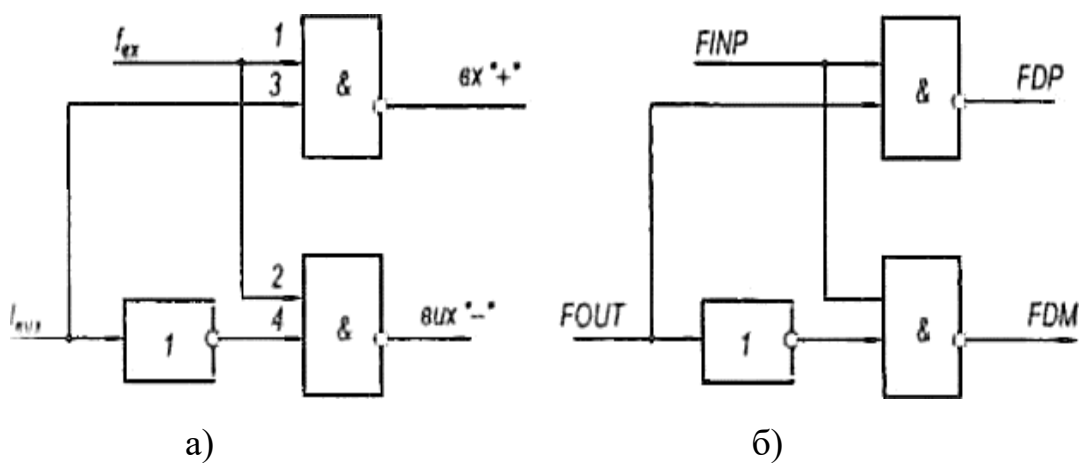


Рисунок 3.5 – Цифровий фазовий дискримінатор з релейною характеристикою

Складемо модель детектора на рівні логічних вентилів. Уведемо імінні $FINP$ і $FOUT$, що описують вхідну і вихідну послідовності імпульсів, а також змінні FDP і FDM для опису входу «+» і виходу «-» відповідно. Одержимо імітаційну модель ЦФД (див. рис. 3.5, б). На підставі моделі запишемо співвідношення для визначення вихідних і ні палів детектора [7, 8]:

$$FDP = FINP \& FOUT, FDM = FINP \& \overline{FOUT}. \quad (3.2)$$

Розглянемо приклад визначення сигналом FDP і FDM відповідно по виразу (3.4).

$$W_p(z) = \frac{c_{11}z^{-1}}{1-az^{-1}} + \frac{c_{12}z^{-1}}{1-z^{-1}} \quad (3.4)$$

Уведемо дискретний час $t = nT_{ог}$, $n = 0, 1, 2, \dots$. Нехай подільник Π має коефіцієнт розподілу $M = f_{ог}/f_{вих} = 8$. З урахуванням виразу (3.4) і часових діаграм знайдемо значення FDP і FDM при $n = 0, 1, \dots, 8$ (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

n	$FINP$	$FOUT$	\overline{FOUT}	FDP	FDM
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1
2	0	0	1	0	1
3	0	0	1	0	1
4	0	1	0	0	1
5	0	1	0	0	1
6	0	1	0	0	1
7	0	1	0	0	1
8	1	0	1	0	0

Як випливає з таблиці, $FDP = 0$ при $n = 0$, а $FDM = 0$ при $n = 8$. При інших значеннях n вихідні сигнали дисциплінатора дорівнюють 1.

Розглянемо алгоритми моделювання цифрових підстроювальних генераторів.

Застосовують два різновиди цифрових СФС: із синтезатором, керованим кодом, і з пристроєм додавання — виключення імпульсів [8, 9]. Ці системи відрізняються способом управління частотою підстроювання генератора.

При невеликому діапазоні зміни частоти вхідного сигналу звичайно використовують ЦПГ, основним елементом яких є дискретний фазообертач. Прикладом такого фазообертача є ПДВІ, доповнений лічильником-подільником Π . На вхід ПДВІ надходить послідовність імпульсів $u_{ог}(t)$ від опорного генератора й імпульсів управління u_- і u_+ від цифрового фільтра (рис. 3.5). При надходженні імпульсу управління u_+ до опорної послідовності додають один імпульс. При надходженні керуючого імпульсу u_- найближчий за часом імпульс опорної послідовності виключається. Часові діаграми роботи пристрою

додавання-виключення імпульсів показано на рис. 3.7. Додавання або виключення імпульсу спричинює зсув фази імпульсної послідовності на виході ПДВІ на $\pm 360^\circ$. Для зменшення зсуву за пристроєм додавання-виключення імпульсів застосовують лічильник-подільник з коефіцієнтом поділу M . Тоді зсув фази імпульсної послідовності $u_{\text{вих}}(t)$, формований на виході Π , при додаванні або виключенні одного імпульсу послідовності $u_{\text{ОГ}}(t)$ дорівнює $\pm 360^\circ/M$.

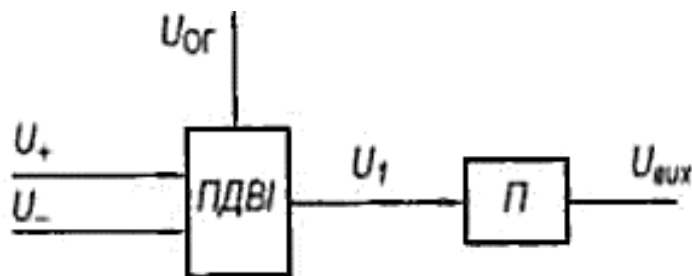


Рисунок 3.6 – Пристрій додавання-виключення імпульсів
з лічильником-подільником

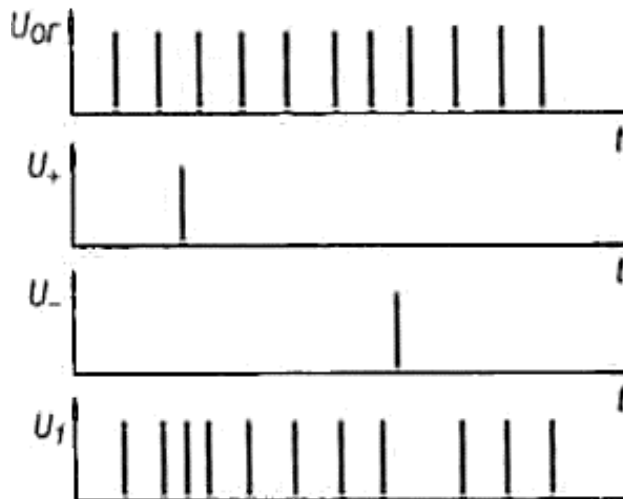


Рисунок 3.6 – Часові діаграми роботи пристрою
додавання-виключення імпульсів

Модель ЦПГ містить алгоритми моделювання ОГ (рис. 3.4), ПДВІ (рис. 3.8) і вихідного сигналу на виході подільника Π (рис. 3.6).

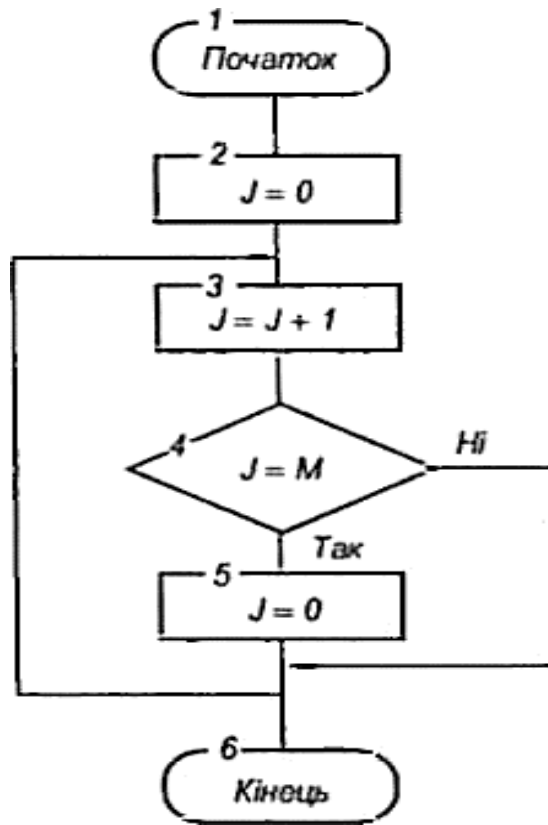


Рисунок 3.8 – Алгоритм моделювання опорного генератора

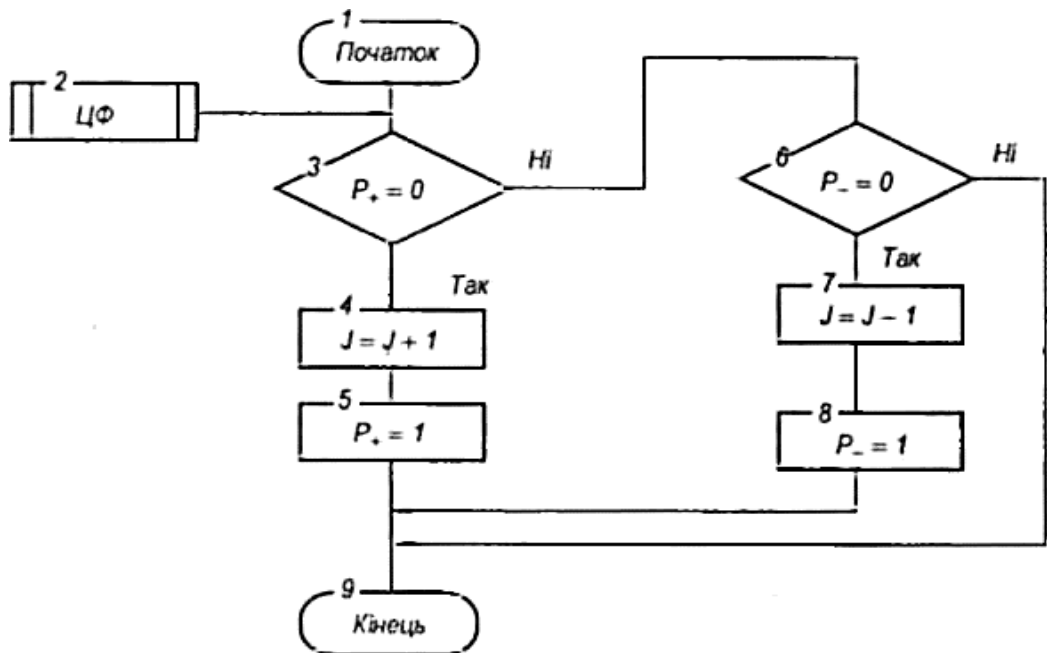


Рисунок 3.9 – Вихідного сигналу на виході подільника II

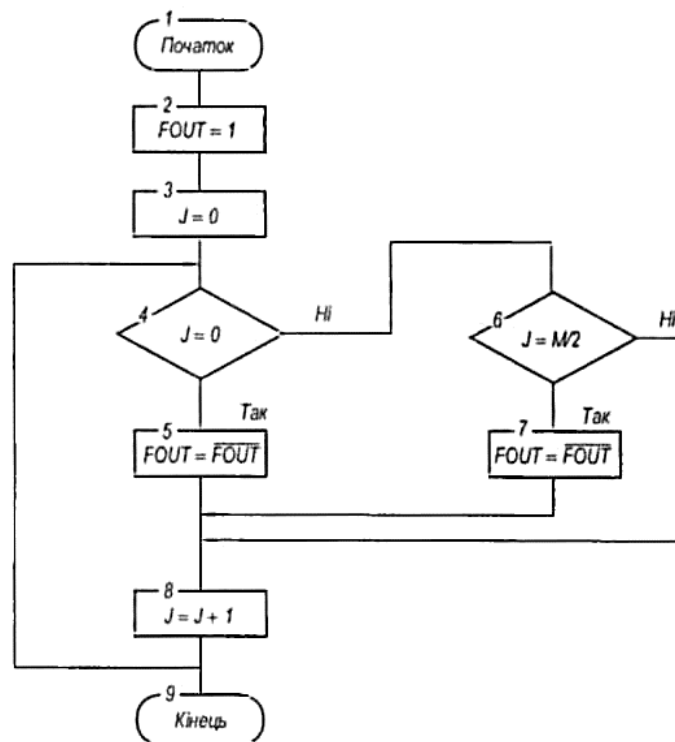


Рисунок 3.10 – Впорядкований набір моделей її елементів

Таким чином побудовано алгоритми моделювання всіх основних елементів цифрової СФС (див. рис. 3.8). Імітаційна модель усієї системи — це впорядкований набір моделей її елементів (рис. 3.10).

3.4 Висновки до розділу

Наведено схему розподілу тактових сигналів в процесі запису та зчитування даних показано, що спрощену взаємодію цифрових примтроїв системи синхронізації та мережі керування нею можна звести до процесів запису та считування даних.

Наведено розподіл сигналів тактової частоти в лініях керування мережею цифрових систем передачі інформації.

Наведено схему пристрою регенерації цифрового сигналу з виділенням частоти сигналу тактової синхронізації.

Наведено алгоритм імітаційного моделювання окремих вузлів системи синхронізації та елементів керування нею.

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 «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації» 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 «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації» 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	62	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	54	0	59
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		58,3		

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 (ПБ, 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	63	62	60
Розробка способу (алгоритму, програми), пристрою, отримання нової речовини	0	0	0
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	61,7		

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 [11]:

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

де $k_{нов}$, $k_{теор}$ - показники ступеня новизни та рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи, $k_{нов} = 58,3$, $k_{теор} = 61,7$ балів;

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

$$E_{нау} = 0,6 \cdot k_{нов} + 0,4 \cdot k_{теор} = 0,6 \cdot 58,3 + 0,4 \cdot 61,67 = 59,67 \text{ балів.}$$

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 «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації», даний рівень становить 59,67 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 «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації», 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 [11]:

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

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, $T_p=21$ дні.

$$Z_o = 15450,00 \cdot 32 / 21 = 23542,86 \text{ грн.}$$

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 проекту	15450,00	735,71	32	23542,86
Інженер-розробник телекомунікаційних систем	15300,00	728,57	26	18942,86
Інженер-дослідник телекомунікаційних мереж	15350,00	730,95	26	19004,76
Консультант	16000,00	761,90	3	2285,71
Технік	7500,00	357,14	30	10714,29
Всього				74490,48

Основна заробітна плата робітників

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) за відповідними найменуваннями робіт НДР на тему «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації» 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) [11];

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 $T_p = 21$ дн;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$$C_1 = 6700,00 \cdot 1,10 \cdot 1,65 / (21 \cdot 8) = 72,38 \text{ грн.}$$

$$Z_{p1} = 72,38 \cdot 8,22 = 595,00 \text{ грн.}$$

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
Установка обладнання для моделювання та проектування телекомунікаційної мережі	8,22	2	1,10	72,38	595,00
Підготовка робочого місця розробника	4,75	3	1,35	88,83	421,97

телекомунікаційних систем					
Підготовка серверного обладнання	3,26	4	1,50	98,71	321,78
Інсталяція програмного забезпечення для моделювання та розробки системи	6,25	4	1,50	98,71	616,91
Компіляція програмних блоків	8,10	5	1,70	111,87	906,12
Налагодження програмних блоків	4,70	6	2,00	131,61	618,55
Тестування системи	11,00	2	1,10	72,38	796,22
Всього					4276,54

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 11%.

$$Z_{\text{дод}} = (74490,48 + 4276,54) \cdot 11 / 100\% = 8664,37 \text{ грн.}$$

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:

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

де $H_{\text{зн}}$ – норма нарахування на заробітну плату. Приймаємо 22%.

$$Z_n = (74490,48 + 4276,54 + 8664,37) \cdot 22 / 100\% = 19234,91 \text{ грн.}$$

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 «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації».

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:

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

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;

$C_{\epsilon j}$ – вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

$$M_1 = 3,0 \cdot 290,00 \cdot 1,11 - 0 \cdot 0 = 965,70 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці 4.6.

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
Офісний папір Cristal A4 500	290,00	3,0	0	0	965,70
Папір для записів Cristal LightPapers 65 A5	160,00	4,0	0	0	710,40
Органайзер офісний Cristal	194,00	4,0	0	0	861,36
Набір офісний Cristal Base	201,00	3,0	0	0	669,33
Картридж для принтера Canon LBP5000	1426,00	1,0	0	0	1582,86
Диск оптичний CD-R	22,60	2,0	0	0	50,17
Flesh-пам'ять Kingston 32 GB	415,00	1,0	0	0	460,65
Всього					5300,47

4.2.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі (K_6), які використовують при проведенні НДР на тему «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації», розраховуємо, згідно з їхньою номенклатурою, за формулою:

$$K_6 = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j \quad (4.8)$$

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

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

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

$$K_6 = 1 \cdot 4600,00 \cdot 1,12 = 5152,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн	Сума, грн
Задаючий генератор	1	4600,00	5152,00
Фазовий детектор	1	5300,00	5936,00
Фільтр низької частоти	1	1260,00	1411,20
Підстроємий генератор	1	1680,00	1881,60
Всього			14380,80

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.

Балансову вартість спецустаткування розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{спец}} = \sum_{i=1}^k C_i \cdot C_{\text{пр.}i} \cdot K_i, \quad (4.9)$$

де C_i – ціна придбання одиниці спецустаткування даного виду, марки, грн;

$C_{\text{пр.}i}$ – кількість одиниць устаткування відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує доставку, монтаж, налагодження устаткування тощо, ($K_i = 1, 10 \dots 1, 12$);

k – кількість найменувань устаткування.

$$V_{\text{спец}} = 32160,00 \cdot 1 \cdot 1,12 = 36019,20 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Витрати на придбання спецустаткування по кожному виду

Найменування устаткування	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Серверне обладнання на основі EOM VINGA F43-A71BC	1	32160,00	36019,20
Всього			36019,20

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:

$$B_{\text{прог}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{инрг}} \cdot C_{\text{прог.і}} \cdot K_i, \quad (4.10)$$

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

$C_{\text{прог.і}}$ – 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.

$$B_{\text{прог}} = 7890,00 \cdot 1 \cdot 1,1 = 8679,00 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Витрати на придбання програмних засобів по кожному виду

Найменування засобу	програмного	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Прикладне забезпечення моделей MATLAB 12	програмне розрахунку	1	7890,00	8679,00
Всього				8679,00

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:

$$A_{обл} = \frac{Ц_{б}}{T_{е}} \cdot \frac{t_{вик}}{12}, \quad (4.11)$$

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;

$T_{е}$ – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

$$A_{обл} = (25800,00 \cdot 2) / (4 \cdot 12) = 1075,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Персональний комп'ютер проведення інженерних досліджень	25800,00	4	2	1075,00
Обчислювально-аналітична система аналізу моделей систем керування мережею	26870,00	4	2	1119,58

синхронізації				
Робоче місце інженера-розробника	8500,00	5	2	283,33
Робоче місце інженера-дослідника	8800,00	5	2	293,33
Пристрій виводу інформації HP-2100	6600,00	4	2	275,00
Оргтехніка	9350,00	5	2	311,67
Приміщення лабораторії	780000,00	20	2	6500,00
ОС Windows 11	8450,00	2	2	704,17
Прикладний пакет Microsoft Office 2019	7620,00	2	2	635,00
Прикладний пакет ПЗ розробки технічних моделей	8420,00	2	2	701,67
Всього				11898,75

4.2.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховуємо за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{eni}}{\eta_i}, \quad (4.12)$$

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 $C_e = 6,15$ грн;

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

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

$$B_e = 0,06 \cdot 200,0 \cdot 6,15 \cdot 0,95 / 0,97 = 73,80 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Сума, грн
Обладнання забезпечення синхронізації (генератор, детектор, фільтр)	0,06	200,0	73,80
Серверне обладнання на основі EOM VINGA F43-A71BC	0,54	200,0	664,20
Персональний комп'ютер проведення інженерних досліджень	0,25	240,0	369,00
Обчислювально-аналітична система аналізу моделей систем керування мережею синхронізації	0,34	200,0	418,20
Робоче місце інженера-розробника	0,08	240,0	118,08
Робоче місце інженера-дослідника	0,08	200,0	98,40
Пристрій виводу інформації HP-2100	0,09	3,0	1,66
Оргтехніка	0,65	2,0	8,00
Всього			1751,34

4.2.9 Службові відрядження

До статті «Службові відрядження» дослідної роботи на тему «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації» 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:

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

де H_{cv} – норма нарахування за статтею «Службові відрядження», прийнемо $H_{cv}=23\%$.

$$B_{cv} = (74490,48 + 4276,54) \cdot 23 / 100\% = 18116,41 \text{ грн.}$$

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:

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

де H_{cn} – норма нарахування за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації», прийнемо $H_{cn}= 42\%$.

$$B_{cn} = (74490,48 + 4276,54) \cdot 42 / 100\% = 33082,15 \text{ грн.}$$

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:

$$I_{\epsilon} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{i\epsilon}}{100\%}, \quad (4.15)$$

де $H_{i\epsilon}$ – норма нарахування за статтею «Інші витрати», прийнемо $H_{i\epsilon} = 65\%$.

$$I_{\epsilon} = (74490,48 + 4276,54) \cdot 65 / 100\% = 51198,56 \text{ грн.}$$

4.2.12 Накладні (загальновиробничі) витрати

До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з керуванням 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:

$$B_{нзв} = (З_о + З_р) \cdot \frac{H_{нзв}}{100\%}, \quad (4.16)$$

де $H_{нзв}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати», прийmemo $H_{нзв} = 120\%$.

$$B_{нзв} = (74490,48 + 4276,54) \cdot 120 / 100\% = 94520,42 \text{ грн.}$$

ЇВитрати на проведення науково-дослідної роботи на тему «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації» розраховуємо як суму всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$B_{заг} = З_о + З_р + З_{дод} + З_н + М + К_в + B_{спец} + B_{прз} + A_{обл} + B_e + B_{св} + B_{сп} + I_в + B_{нзв}. \quad (4.17)$$

$$B_{заг} = 74490,48 + 4276,54 + 8664,37 + 19234,90565 + 5300,47 + 14380,80 + 36019,20 + 8679,00 + 11898,75 + 1751,34 + 18116,41 + 33082,15 + 51198,56 + 94520,42 = 381613,40 \text{ грн.}$$

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

$$ЗВ = \frac{B_{заг}}{\eta}, \quad (4.18)$$

де η - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, прийmemo $\eta=0,9$.

$$3B = 381613,40 / 0,9 = 424014,88 \text{ грн.}$$

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 «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації» 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:

$$K_p = \frac{I^n \cdot T_c \cdot R}{B \cdot t}, \quad (4.19)$$

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. Прийmemo $n=3$;

T_c – коефіцієнт складності роботи. Прийmemo $T_c = 2$;

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 $R = 1$. Прийmemo $R = 3$;

B – вартість науково-дослідної роботи, тис. грн. Прийmemo $B = 424014,88$ 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 [11].

$$K_p = \frac{I^n \cdot T_c \cdot R}{B \cdot t} = 4^3 \cdot 2 \cdot 3 / 424,0 \cdot 0,17 = 5,43.$$

Якщо $K_p > 1$, то науково-дослідну роботу на тему «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації» можна вважати ефективною з високим науковим, технічним і економічним рівнем.

4.4 Висновок до розділу

Витрати на проведення науково-дослідної роботи на тему «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації» складають 424014,88 грн. Відповідно до проведеного аналізу та розрахунків рівень наукового ефекту проведеної науково-дослідної роботи на тему «Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації» 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

Під час дослідження підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації на працівника, згідно ГОСТ 12.0.003-74 [12], могли мати вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1. Фізичні: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена чи понижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищений рівень електромагнітного випромінювання; підвищена чи понижена іонізація повітря; пряма і відбита блискіть; підвищення яскравість; недостатня освітленість робочої зони.

2. Психофізіологічні: статичне перевантаження; розумове перевантаження; емоційні перевантаження.

Відповідно до наведених факторів здійснюємо планування щодо безпечного виконання роботи.

5.1. Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

Робоче місце і взаємне розташування усіх її елементів має відповідати антропометричним, фізичним і неординарним психологічним вимогам [13]. Важливе значення має також характеру роботи. Зокрема, з організацією робочого місця проектувальника мають бути дотримані такі основні умови:

- оптимальне розміщення устаткування, що до складу робочого місця;
- достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні руху, і переміщення;
- необхідне природне, і штучне висвітлення до виконання поставлених завдань;
- рівень акустичного шуму, який не перевищує допустимого значення;
- достатня вентиляція робочого місця;

Головними елементами робочого місця розробника є письмовий стіл і крісло. Основним робочим положенням є положення сидячи. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи організується відповідно до вимог [13].

Необхідно передбачити при проектуванні можливість різного розміщення документів: збоку від ПК, між монітором і клавіатурою і т.п. Крім того, у випадках, коли ПК має низьку якість зображення, наприклад, помітні миготіння, відстань від очей до екрана роблять більшою (близько 700 мм), ніж відстань від ока до документа (300...450 мм). В загальному випадку, при високій якості зображення на ПК відстань від очей користувача до екрана, документа і клавіатури може бути рівним.

Велике значення надається характеристикам робочого крісла [14]. При проектуванні крісла виходять з того, що при будь-якому робочому положенні дослідника його поза повинна бути фізіологічно правильно обгрунтованою, тобто положення частин тіла повинно бути оптимальним. Для задоволення вимог фізіології, що впливають з аналізу положення тіла людини в положенні сидячи, конструкція робочого сидіння повинна відповідати таким основним вимогам:

- допускати можливість зміни положення тіла, тобто забезпечити вільне переміщення корпусу і кінцівок тіла один щодо одного;
- допускати регулювання висоти в залежності від росту працюючої людини (в межах від 400 до 550 мм);
- мати злегка увігнуту поверхню, мати невеликий нахил, тому поверхню сидіння рекомендується робити м'якою, передній край закругленим, а кут нахилу спинки робочого крісла - регульованим.

Приміщення, де здійснювалася робота за небезпекою ураження електричним струмом можна віднести до 1 класу, тобто це приміщення без підвищеної небезпеки (сухе, мало заповишене, з нормальною температурою повітря, ізольованими підлогами і малим числом заземлених приладів) [15].

На робочому місці з усього обладнання металевим є лише корпус системного блоку комп'ютера, в якого крім робочої ізоляції передбачений

елемент для заземлення та провід з заземлюючий жилою для приєднання до джерела живлення.

Електротехнічне устаткування: апаратури, кабелі й керівництва, розподільні пристрої всіх видів і напруг по своїх номінальних параметрах задовольняє умовам роботи як при нормальних режимах, так і при коротких замиканнях, перенапругах, перевантаженнях.

Для забезпечення безпеки встановлюються наступні технічні рішення:

– Забезпечено недоступність струмопровідних частин (застосована схована проводка, кабель прокладений у спеціальних ринвах).

– Забезпечено ізолювання струмопровідних частин з використанням ізоляції, опір якої не нижче 1кОм/В , передбачені постійний контроль і профілактика ізоляції.

– Напруга освітлювальної мережі приймається 220 В із заземленою нейтраллю.

У випадку виникнення аварійної ситуації працівник зобов'язаний:

– у всіх випадках виявлення пошкодження проводів електричного живлення, несправності заземлення та інших пошкодженнях електрообладнання, виникненні запаху гарі, диму - негайно вимкнути електричне живлення і повідомити про аварійну ситуацію свого безпосереднього керівника й чергового електрика;

– при попаданні людини під електричну напругу негайно звільнити її від дії струму шляхом вимкнення електричного живлення, до прибуття лікаря надати потерпілому долікарську медичну допомогу;

– при будь-яких випадках порушень роботи технічного обладнання або програмного забезпечення негайно викликати представника технічної служби з питань експлуатації обчислювальної техніки;

– у випадку виникнення різі в очах, різкого погіршення зору, виникнення головного болю, больових відчуттів у пальцях та кистях рук, посилення серцебиття - негайно припинити роботу з використанням ЕОМ,

повідомити про те, що сталося, свого безпосереднього керівника й звернутися до медичної установи;

- при загорянні обладнання негайно відключити його від електромережі;

- про загорання повідомити свого безпосереднього керівника, оперативного чергового, пожежну службу; ужити заходів щодо ліквідації вогню за допомогою вуглекислотного або порошкового вогнегасника.

5.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1. Мікроклімат

Робота, яка виконується дослідником, згідно за енерговитратами відноситься до категорії I а (енерговитрати до 139Дж/с) [15]. Допустимі параметри мікроклімату для цієї категорії наведені в табл.5.2.1 (відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 [16]).

Таблиця 5.2.1 – 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 передбачено система опалення, система кондиціонування та систематичне вологе прибирання.

Вимірювання параметрів мікроклімату проводиться на робочому місці і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни. Вимірювання здійснюються не менше 2-х разів на рік (теплий та холодний періоди року) у порядку поточного санітарного нагляду, а також при прийманні до експлуатації нового технологічного устаткування, внесенні технічних змін в конструкцію діючого устаткування, організації нових робочих місць тощо.

5.2.2. Склад повітря робочої зони

У сучасній техніці застосовується безліч речовин, які можуть потрапляти в повітря і становити небезпеку здоров'ю людей. Для визначення небезпечності досліджується вплив цих речовин на організм людини і встановлюють безпечні для людини концентрації та дози, які можуть потрапити різними шляхами в організм людини.

Для створення здорових і безпечних умов праці потрібно мати гігієнічне нормування шкідливих речовин, надійні способи визначення їх концентрацій у повітрі і сучасне технічне та організаційне забезпечення їх знешкодження.

В приміщенні, де здійснюється робота можливими шкідливими речовинами у повітрі є пил та озон. Джерелами цих речовин є офісна техніка. Пил потрапляє у приміщення ззовні. ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в таблиці 5.2.2.

Таблиця 5.2.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	4

Параметри іонного складу повітря на робочому місці, що обладнане ПК, повинні відповідати допустимим нормам (табл.5.2.3).

Таблиця 5.2.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів в 1 см ³	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000

Для забезпечення комфортних умов використовуються як організаційні методи (раціональна організація проведення робіт залежно від пори року і доби, чергування праці і відпочинку), так і технічні засоби (вентиляція, кондиціонування повітря, опалювальна система).

5.2.3. Виробниче освітлення

Серед чинників зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, світло посідає одне з перших місць. Адже відомо, що майже 90 % усієї інформації про довкілля людина одержує через органи зору. Підчас здійснення будь-якої трудової діяльності втомлюваність очей, в основному, залежить від напруженості процесів, що супроводжують зорове сприйняття. До таких процесів належать адаптація, акомодация та конвергенція.

Світло впливає не лише на функцію органів зору, а й на діяльність організму в цілому. У разі поганого освітлення людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні, які необхідно забезпечити під час виконання роботи зазначені у таблиці 5.2.4 (відповідно ДБН В.2.5-28-2018 [17]):

Таблиця 5.2.4 - 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, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3	II	г	великий	світлий	1000	300	7	2,5	4,2	1,5

Для забезпечення достатнього освітлення передбачені такі заходи:

- 1) Систематичне очищення скла від бруду – не рідше двох разів на рік.
- 2) Система природного освітлення доповнюється загальним штучним освітленням, що створюється за допомогою люмінесцентних ламп.

5.2.4. Виробничий шум

Для робочих місць в приміщеннях із ПК характерна наявність механічних шумів (виникають внаслідок коливання деталей машин та їхнім взаємним переміщенням), аеродинамічних шумів (виникають в пружних конструкціях у газі або рідині) та шумів електричних машин.

Деякі ПК є потенційними джерелами цілого ряду звукових коливань як чутного, так і ультразвукового діапазону. Найчастіше рівні акустичного випромінювання, що виходить від ПК, охоплюють діапазон частот від 6,3 до 40 кГц.

Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку відображені в ДСН 3.3.6.037-99 [18]. Для умов виконання роботи допустимі рівні звукового тиску повинні наведені в таблиці 5.2.5.

Таблиця 5.2.5 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного широкополосного шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для забезпечення допустимих параметрів шуму доцільно використовувати комп'ютери з пасивним охолодженням та встановити пластикові вікна, які мають достатню звукоізоляцію.

5.2.5. Виробничі випромінювання

Під час дослідження існує ризик виникнення підвищеного рівня електромагнітного поля. Неприятливу дію на організм людини мають електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону, джерелами яких є телевізійні і радіомовні станції, пристрої стільникового радіозв'язку, апарати високочастотного нагрівання і навіть побутова апаратура.

Електромагнітні поля чинять термічний і морфологічний вплив на організм людини, викликаючи в ньому функціональні зміни.

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань від монітора комп'ютера представлені в табл. 5.2.6.

Таблиця 5.2.6 – Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань

Найменування параметра	Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні відеомонітора	10В / м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні відеомонітора	0,3 А / м
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати: для дорослих користувачів	20кВ / м
для дітей дошкільних установ і що вчаться середніх спеціальних і вищих навчальних закладів	15кВ / м

Для зниження дії цих видів випромінювання рекомендується застосовувати монітори із зниженим рівнем випромінювання (MPR-II, TCO-92, TCO-99, TCO-03), а також дотримувати регламентовані режими праці і відпочинку.

5.3. Пожежна безпека

Метою пожежної безпеки об'єкта є попередження виникнення пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а у випадку виникнення пожежі – обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

В приміщенні, де здійснювалося дослідження підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації використовуються тільки негорючі речовини та матеріали у холодному стані, тому за ступенем вибухопожежної та пожежної небезпеки приміщення відноситься до категорії «Д».

За вогнестійкістю приміщення відноситься до другої категорії [19]. Робоча зона розробника відноситься до класу вибухонебезпечності В-Па, оскільки вибухонебезпечна концентрація пилу і волокон може утворюватися лише внаслідок аварії або несправності.

5.3.1. Технічні рішення системи запобігання пожежі

Система попередження пожежі – це комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на усунення умов виникнення пожежі.

У дослідженому приміщенні є відповідальний за пожежну безпеку працівник. Меблі та обладнання розміщені таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення. Евакуаційні шляхи та виходи постійно утримуються вільними.

Документи, папір та інші горючі матеріали зберігаються на відстані не менше 1 м від електрощитів, електрозборок і електрокабелів, 0,5 м від світильників та 0,25 м від приладів опалення. Засоби протипожежного захисту (пожежні крани, пожежна та охороно - пожежна сигналізація, первинні засоби пожежегасіння тощо), які є у приміщенні утримуються у справному стані.

Можливі причини виникнення пожежі у приміщенні такі:

– несправна електропроводка (іскріння, перегрів провідників, пересихання електроізоляційних матеріалів);

- використання електропобутових пристроїв (електрочайники, обігрівачі); попадання вологи на працююче електрообладнання;

Для запобігання виникнення пожежі здійснюються такі заходи:

- щорічне проведення повторних протипожежних інструктажів та занять за програмою пожежно-технічного мінімуму з особами, що відповідальні за пожежну безпеку;
- утримання в справному стані засобів протипожежного захисту;
- своєчасне інформування про несправність пожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання тощо.

5.3.2. Технічні рішення системи протипожежного захисту

Система протипожежного захисту – це сукупність організаційних заходів, а також технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріальних збитків від неї

У приміщені на випадок виникнення пожежі для обмеження її розповсюдження знаходиться переносний вуглекислотний вогнегасник типу ОУ-5, що відповідає нормам. Підходи до засобів первинного пожежогасіння та відключення електросхем устаткування вільні.

З метою дотримання протипожежного захисту забороняється:

- влаштовувати тимчасові електромережі, застосовувати саморобні плавкі вставки в запобіжниках, прокладати електричні проводи безпосередньо по горючій основі, використовувати саморобні подовжувачі, які не відповідають вимогам Правил улаштування електроустановок;
- пристосовувати вимикачі, штепсельні розетки для підвішування одягу та інших предметів, обгортати електролампи й світильники, клеювати ділянки електропроводки горючою тканиною, папером;
- використовувати побутові електрокип'ятильники, чайники тощо, залишати без нагляду увімкненими в електромережу кондиціонери, комп'ютери, лічильні та друкарські машинки тощо;

- захарашувати підступи до засобів пожежегасіння, використовувати пожежні крани, рукави й пожежний інвентар не за призначенням, зберігати документи, різні матеріали, предмети та інвентар у шафах (нішах) інженерних комунікацій;

- палити (окрім спеціально відведених для цього адміністрацією місць, позначених написом «Місце для паління» та забезпечених урною чи попільницею з негорючого матеріалу), проводити зварювальні та інші вогневі роботи без оформлення відповідального дозволу, застосовувати легкозаймисті рідини.

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

Проведено оцінювання впливу системи синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації та затримка сигналів у колах системи керування мережею синхронізації, що дає можливість визначити шляхи зменшення впливу кіл синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації. Отримано аналітичну залежність ймовірності помилкового прийняття рішення про інформаційний сигнал від ймовірності зриву тактової, циклової та зверх циклової синхронізації та ймовірністю відмови.

Досліджено процеси перетворення інформаційних сигналів в колах керування мережею синхронізації.

Проведено аналіз існуючих систем керування мережею синхронізації та розглянуто особливості побудови систем контролю та керування мережею синхронізації.

В результаті проведених аналізів та порівнянь удосконалено математична модель оцінювання затримок сигналів у колах керування мережею синхронізації.

Оцінено час затримки сигналів у мережі керування синхронізацією за моделлю масового обслуговування.

Розглянуто особливості побудови системи керування мережею синхронізації в телекомунікаційних мережах.

В процесі запису та зчитування даних показано, що спрощену взаємодію цифрових примтроїв системи синхронізації та мережі керування нею можна звести до процесів запису та считування даних.

Відповідно до проведеного аналізу та розрахунків, техніко-економічного обґрунтування та аналізу економічної ефективності рівень наукового ефекту проведеної науково-дослідної роботи є середній, а дослідження актуальними, що свідчить про потенційну ефективність з високим науковим, технічним і економічним рівнем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Телекомунікаційні системи передачі : підручник / В. М. Кичак, ТЗІ О. М. Шинкарук, Г. Г. Бортник, І. І. Чесановський, О. В. Стальченко. – Хмельницький : Видавництво НАДГІСУ, 2016. – 424 с.
2. Телекомунікаційні системи Ільченко М. Є., Кравчук С. О. Видавництво: "Наукова думка", Київ. 2017р. 738 сторінок.
3. 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
4. В.К. Стеклов, Беркман Л.Н., Нові інформаційні технології: Транспортні мережі телекомунікацій. -К.: Техніка, 2003. -288 с.
5. Бирюков Н.Л., Стеклов В.К. Транспортные сети и системы электросвязи. Системы мультиплексирования Учебник для студентов по специальности "Телекоммуникации". Под.ред. В. К. Стеклова. -К. 2003 г. -352 с.
6. Сучасні системи управління в телекомунікаціях: За заг. ред / В. К. Стеклов, Б. Я. Костік, Л. Н. Беркман. - К. : Техніка, 2005. - 400 с.
7. Автоматизація проектування пристроїв систем та мереж зв'язку: Підручник для вузів / М.В. Захарченко, В.К. Стеклов, Н.О. Князев та ін.. - К. : Радіоаматор, 1996. - 268 с.
8. Кільчицький Є. В. Принципи побудови системи управління цифровими мережами електрозв'язку України I 36. наукових праць УНДІЗ // Спец. наук, дод. до журн. "Зв'язок". - 1998. - Вип. 1. - С. 28-32.
9. Кільчицький Є. В. Управління діяльністю в телекомунікаціях // Зв'язок. - 2000. -№ 6. -С. 17-21.
10. 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.
11. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с.

12. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml>

13. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання роботи положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=71028.

14. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. URL: http://sop.zp.ua/norm_праор_0_00-7_15-18_01_ua.php.

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

16. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->

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

18. ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/prirodne-i-shtuchne-osvitlennja-nor8425.html>

19. 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>

20. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf.

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
**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИТЕМ КЕРУВАННЯ МЕРЕЖЕЮ
СИНХРОНІЗАЦІЇ**
08-34.МКР.001.00.000 ТЗ

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

Виконавець: ст. гр. ТКС-21м
Базилишен Д.І.

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 цієї роботи є оцінювання впливу системи синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації та затримка сигналів у колах системи керування мережею синхронізації.

Задачами магістерської кваліфікаційної роботи є:

- визначити задачі та функції системи керування мережею синхронізації;
- провести аналіз існуючих систем керування зв'язку і мережею синхронізації;
- оцінити вплив мережі синхронізації та системи керування нею на завадостійкість цифрових систем передавання інформації;
- побудувати математичну модель для оцінювання часу затримки в колах керування мережею синхронізації.

Об'єктом дослідження є процеси перетворення інформаційних сигналів в колах керування мережею синхронізації

Предметом дослідження є мережа керування зв'язком та підсистемою керування мережею синхронізації.

Основними завданнями роботи є:

- техніко-економічне обґрунтування доцільності даної розробки;
- визначення задач та функції системи керування мережею синхронізації;
- проведення аналізу існуючих систем керування зв'язку і мережею синхронізації;
- дослідження аналізу впливу системи синхронізації та мережі керування

на завадостійкість цифрової системи передавання інформації;

- аналіз удосконаленої математичної моделі оцінювання затримок сигналів у колах керування мережею синхронізації;

- 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 проаналізувати впливу системи синхронізації та мережі керування нею на завадостійкість цифрової системи передавання інформації, що дає можливість визначити шляхи зменшення впливу кіл синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації та отримані аналітичні вирази для оцінювання затримок вказують на можливі шляхи підвищення швидкодії системи синхронізації.

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

21. Бірюков Н.Л., Стеклов В.К. Транспортные сети и системы электросвязи. Системы мультиплексирования Учебник для студентов по специальности "Телекоммуникации". Под. ред. В. К. Стеклова. -К. 2003 г. - 352 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 Базилишен Д.І.

5 ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ МКР

Пропонується виконати дослідження ефективності систем керування мережею синхронізації.

Технічні вимоги, яким повинна відповідати розробка, наступні:

- тактова, циклова синхронізації для плезіохронної цифрової ієрархії;
- синхронна цифрова ієрархія;
- частота генерації кварцевих генераторів 10,2 МГц;
- вихідна потужність 20 мВт;

- нестабільність частоти 6-10 %;
- кількість генераторів – 9

При аналізі існуючих систем керування мережею синхронізації використовувати загально визнані 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.	Аналіз існуючих систем керування мережами синхронізації	20.09.2022р.	07.10.2022р.	Проведений аналіз	Вступ Розділ 1
3.	Методи підвищення завадостійкості систем керування мережею синхронізації	08.10.2022р.	28.10.2022р.	Визначений найкращий метод	Розділ 2
4.	Моделювання розподілу сигналів синхронізації та систем керування	29.10.2022р.	18.11.2022р.	Характеристики і параметри	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:

- задачі та функції системи керування мережею синхронізації;
- аналіз існуючих систем керування зв'язку і мережею синхронізації;
- вплив мережі синхронізації та системи керування нею на завадостійкість цифрових систем передавання інформації;
- математичну модель для оцінювання часу затримки в колах керування мережею синхронізації
- економічна частина МКР;
- розділ ОП та БНС;
- рекомендації щодо подальшого використання дослідженого алгоритму.

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 систем керування мережею синхронізації.

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;
- схеми проведення досліджень;
- аналіз впливу систем керування мережами синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації;
- аналіз впливу систем керування мережами синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі інформації;
- модель розподіл сигналів тактової частоти в лініях керування цифрових систем передавання інформації
- 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: Підвищення ефективності систем керування мережею синхронізації

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

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


Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 91,06% Схожість 8,94 %

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 ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування добросовісних запозичень.

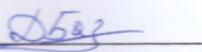
Особа відповідальна за перевірку


(підпис)

Васильківський М.В.
(прізвище, ініціали)

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

Автор роботи


(підпис)

Базилишен Д.І.
(прізвище, ініціали)

Виконавця роботи


(підпис)

Кичак В.М.
(прізвище, ініціали)

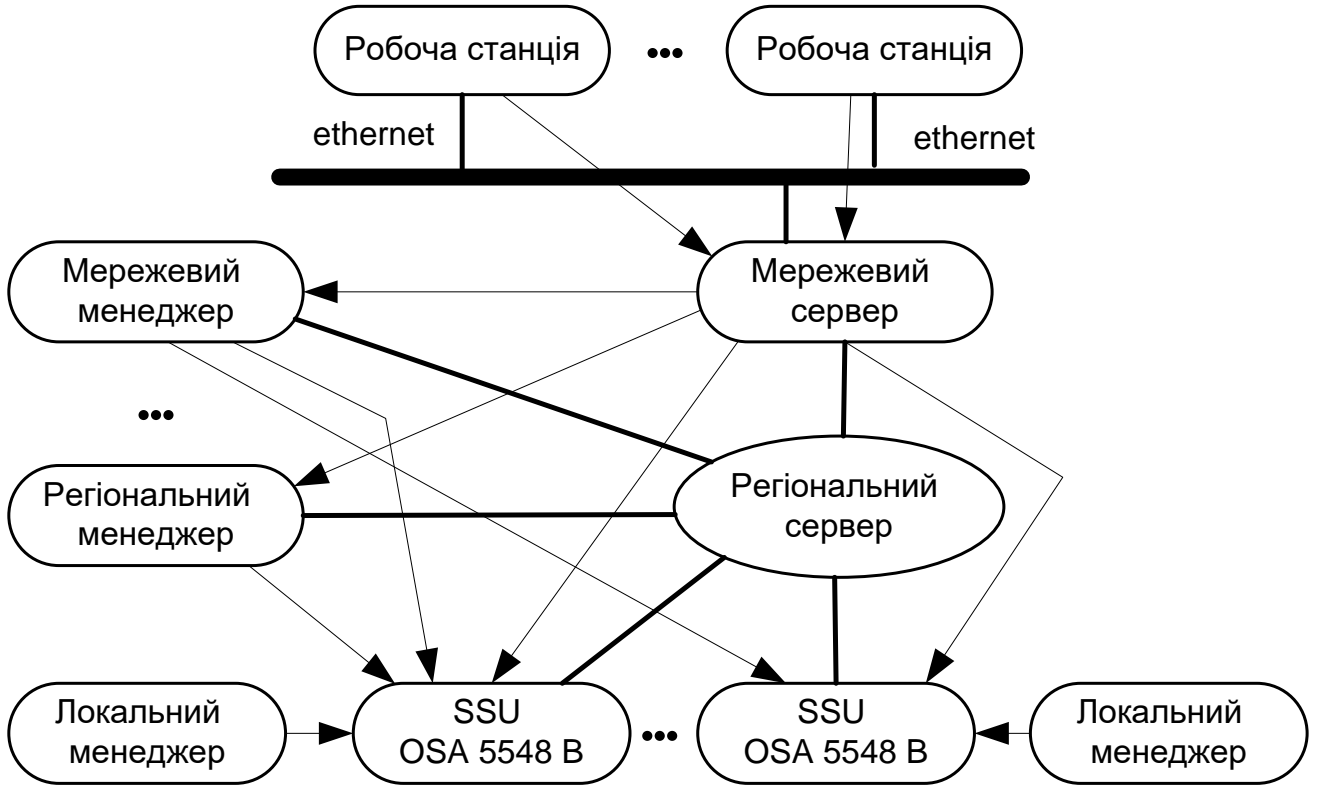
Додаток В

Складові функціональних груп завдань підтримки мережесих операцій з керування телекомунікаційною системою



Додаток Г

Архітектура системи керування Sync View



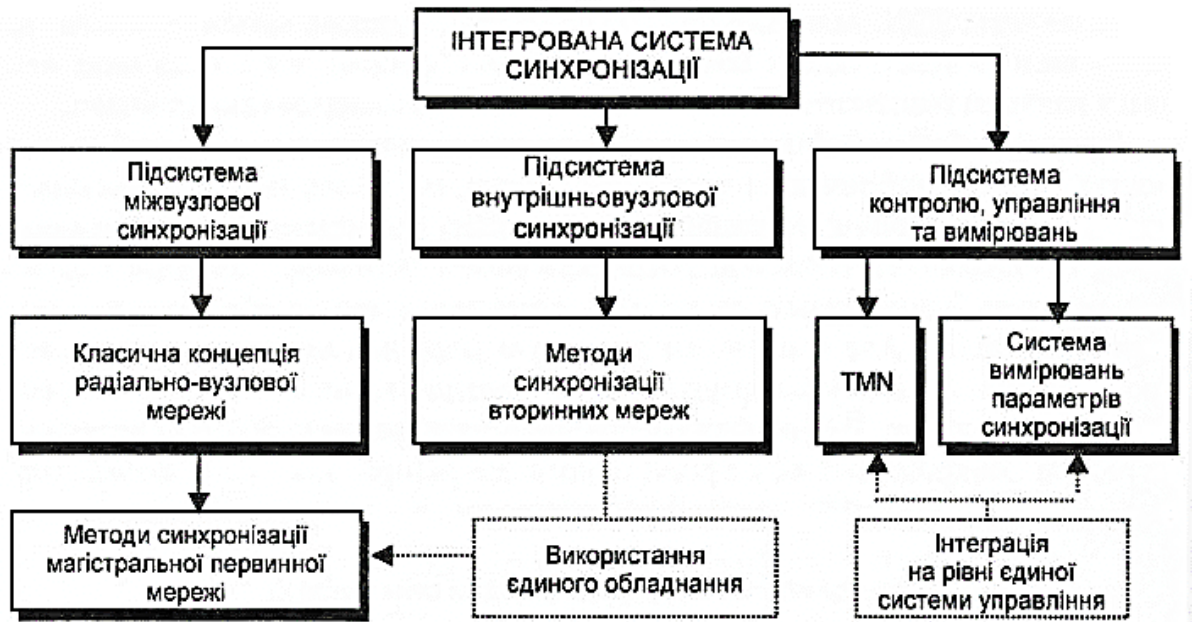
Додаток Д

Архітектура системи керування мережею синхронізації



Додаток Е

Концепція побудови інтегрованої системи синхронізації



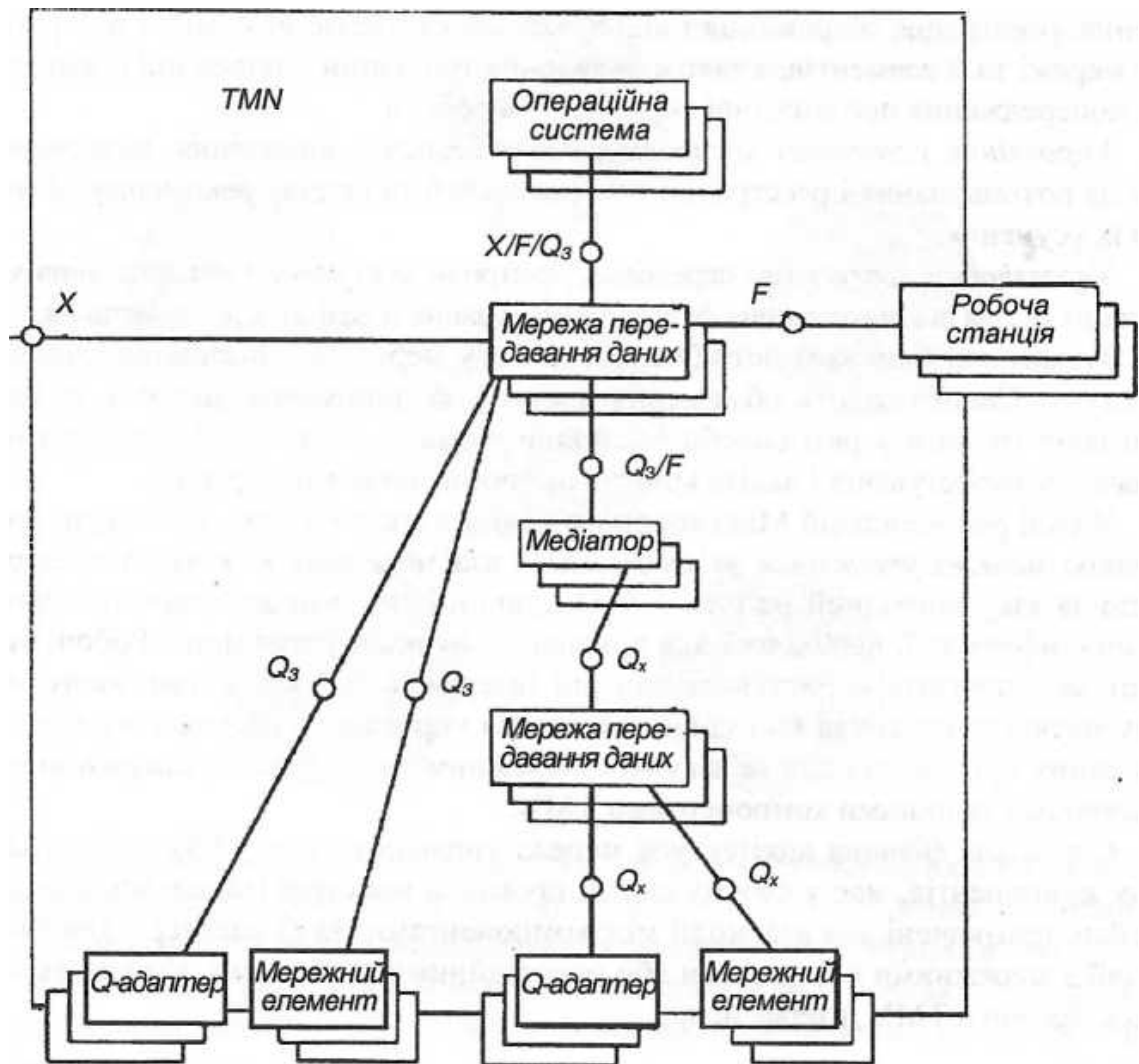
Додаток Ж

Класифікація функцій мережного керування



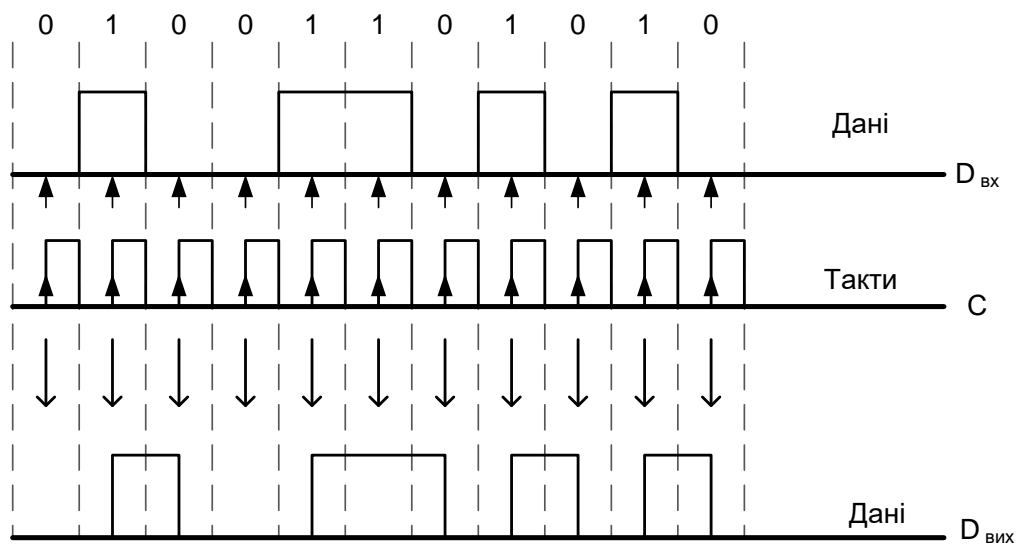
Додаток 3

Спрощена фізична архітектура мережі керування

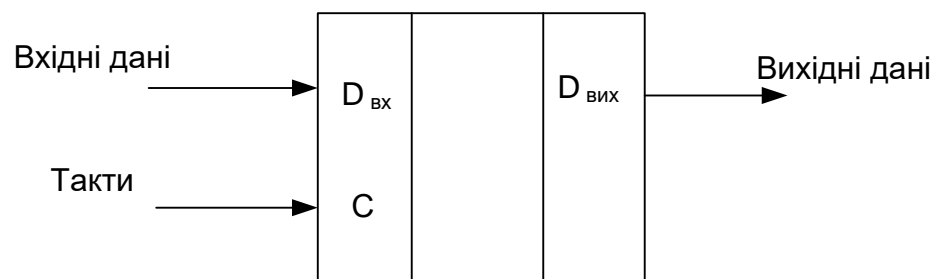


Додаток К

Ілюстрація взаємодії сигналів даних і синхронізації (тактового сигналу) в пристрої перезапису



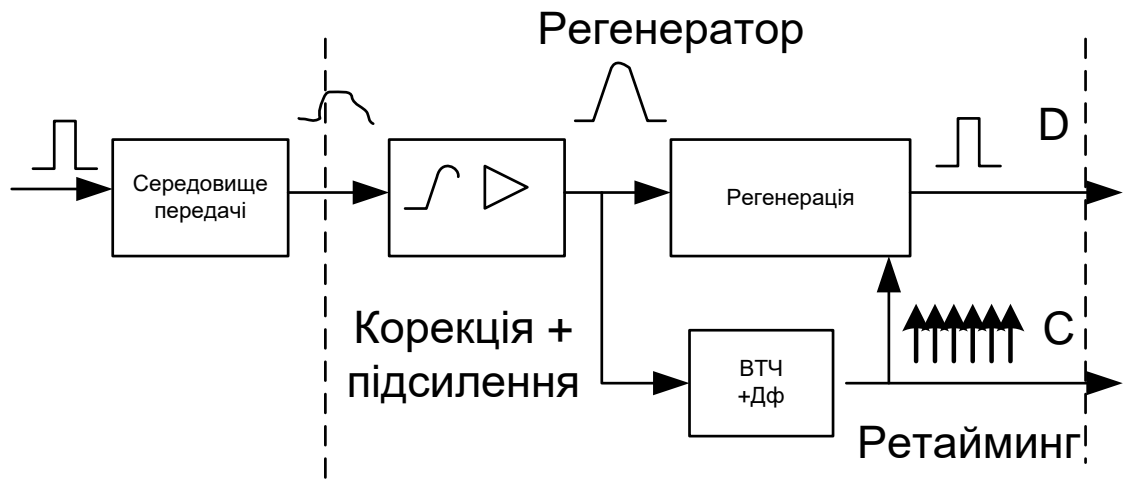
а) часові діаграми



б) спрощена схема пристрою перезапису

Додаток Л

Схема пристрою регенерації цифрового сигналу
з видільником частоти сигналу тактової синхронізації



ВТЧ +Дф Виділювач тактової частоти і фазообертач

С Тактовий сигнал

D Інформаційний сигнал - дані