

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Модуль діагностики телекомунікаційної
мережі для стандарту TMN

Назва теми

КвРТР.2019031.01.10 ПЗ

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Шифр, назва

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Шифр, назва

Освітня програма «Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології»

Шифр, назва

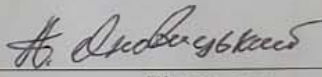
Виконав:

студент IV курсу, група ТР1с-19


Підпис

Дмитро ЧОРНОВАЛЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник


Підпис, дата

Олександр ЯНОВИЦЬКИЙ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих
технологій


Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 13 » червня 2022 р.

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Шифр, назва

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

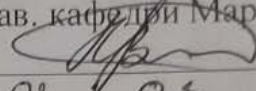
Шифр, назва

Освітня програма «Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології»

Шифр, назва

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Мартинюк В.В.


«02» 03 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дмитру ЧОРНОВАЛЮКУ

1 Тема проєкту Модуль діагностики телекомунікаційної мережі для стандарту TMN

керівник проєкту Олександр ЯНОВИЦЬКИЙ, кт.н., доцент

Затверджено наказом ректора університету від " 01 03 2022 р. № 18

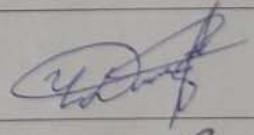
2 Строк подання студентом проєкту на кафедру « 1 » червня 2022 р.

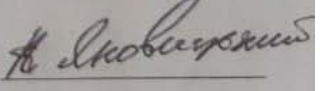
3 Вихідні дані до проєкту

Анотація. Вступ. Техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки. Аналіз існуючих методів та засобів. Розробка структурної схеми. Електричні розрахунки. Комп'ютерне моделювання. Розрахунок надійності пристрою. Висновки. Список літератури. Додатки.


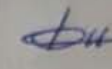

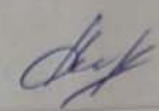
4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Вступ. 2. Розгляд тематики та економічне обґрунтування доцільності розробки блоку системи обмеження доступу. 3. Розробка структурної схеми пристрою. 4. Електричний розрахунок

Завдання отримав 

Науковий керівник 

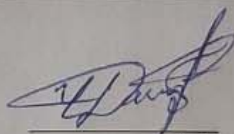
Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

| Розділ | Ім'я, ПРІЗВИЩЕ та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---------------|---------------------------------------|--|---|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| Антиплагіат | Микол ФЕДУЛА, к.т.н., доцент |  |  |
| Нормоконтроль | Людмила КОРЕЦЬКА, к.т.н., доцент |  |  |

ПЛАН ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ

| № п/п | Найменування виду роботи | Форма звітності, термін виконання | Відмітка наукового керівника |
|-------|--|-----------------------------------|------------------------------|
| 1 | Вступ | 15.02.2022 | Виконано |
| 2 | Огляд літератури, аналіз доцільності розробки | 15.03.2022 | Виконано |
| 3 | Методи виявлення цілісності мережі | 10.04.2022 | Виконано |
| 4 | Розробка схеми електричної принципової та розрахунки | 10.05.2022 | Виконано |
| 5 | Висновки | 15.05.2022 | Виконано |
| 6 | Оформлення пояснювальної записки до КРБ | 25.05.2022 | Виконано |
| 7 | Оформлення презентаційних матеріалів | 01.06.2022 | Виконано |

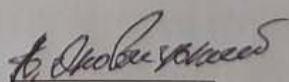
Студент



Дмитро ЧОРНОВАЛЮК

(підпис, дата)

Науковий керівник



Олександр ЯНОВИЦЬКИЙ

(підпис, дата)

Зміст

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 4 |
| 1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ TMN..... | 8 |
| 1.1 Загальні поняття і завдання комп'ютерних мереж | 8 |
| 1.2 Система управління мережею зв'язку | 11 |
| 1.3 Основні напрями стандартизації TMN | 12 |
| 1.4 Загальні принципи TMN..... | 14 |
| 1.5 Характеристика технології управління мережею TMN..... | 19 |
| 1.6 Склад і призначення основних елементів TMN..... | 20 |
| 1.7 Функціональні можливості TMN | 22 |
| 1.8 Архітектура TMN..... | 24 |
| 1.9 Доцільність і можливість об'єднання різних мереж..... | 25 |
| 1.10 Принципи побудови і структура ВСС | 26 |
| 1.11 Висновки до першого розділу..... | 28 |
| 2 СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЦІЛІСНОСТІ МЕРЕЖІ | 29 |
| 2.1 Система дистанційного контролю ОКІ цифрової мережі зв'язку | 29 |
| 2.2 Технологія TMN та xWDM | 30 |
| 2.3 Топологія "Кільце"..... | 32 |
| 2.4 Устаткування моніторингу цілісності..... | 33 |
| 2.5 Приклад імплементації TMN в існуючому обладнанні | 37 |
| 2.6 Висновки до другого розділу | 40 |
| 3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА ЕЛЕКТРИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРИСТРОЮ | 41 |
| 3.1 Принцип роботи виробу | 41 |
| 3.2 Визначення споживаної потужності | 46 |

КВРТР.2019031.01.10 ПЗ

| | | | | | | | | |
|----------|-----------------|--------------------|----------|--|--------|-------|--------|-------------------|
| | | | | | | | | |
| | | №до | | | | | | |
| Виконав | Ді Чорновалюк | <i>[Signature]</i> | 10.06.22 | Модуль діагностики телекомунікаційної мережі для стандарту TMN Пояснювальна записка | Літера | Аркуш | Аркуші | |
| Перевір. | О.К. Яновицький | <i>[Signature]</i> | | | у | 2 | | |
| Т.Контр. | | | | | | | | |
| Н.контр. | Л.О. Корсунка | <i>[Signature]</i> | 13.06.22 | | | | | |
| Затвер. | В.В. Мартинюк | <i>[Signature]</i> | 13.06.22 | | | | | ТР1с-19, ФІТ, ХНУ |

| | |
|--|----|
| 3.3 Аналіз елементної бази..... | 48 |
| 3.4 Розробка просторової структури виробу..... | 50 |
| 3.4.1 Виділення структурних рівнів конструкції..... | 50 |
| 3.4.2 Визначення форми виробу..... | 50 |
| 3.4.3 Визначення габаритних розмірів виробу..... | 53 |
| 3.4.4 Зовнішнє компонування пристрою..... | 56 |
| 3.4.5 Внутрішнє компонування приладу..... | 56 |
| 3.4.6 Аналіз ефективності компонування..... | 57 |
| 3.5 Обґрунтування вибору матеріалу основи плати..... | 65 |
| 3.5.1 Трасування провідників печатної плати..... | 66 |
| 3.5.2 Розміщення компонент на платі..... | 67 |
| 3.6 Висновки до третього розділу..... | 68 |
| ВИСНОВКИ..... | 69 |
| ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 70 |
| ДОДАТКИ..... | 72 |

ВСТУП

Однією з основних тенденцій у розвитку телекомунікацій є гостра конкуренція операторів, сервіс-провайдерів на ринку інфокомунікаційних послуг. У боротьбі за клієнта вони змушені надавати все більше і більше різноманітних послуг, гарантуючи їхню якість та знижуючи вартість. Конкурентною перевагою буде той оператор або сервіс-провайдер, у якого налагоджена взаємодія з клієнтами (через web, call-центр та інші способи), обробка клієнтських заяв автоматизована, так само як і підключення/відключення/налаштування сервісів (що скорочує час) реакції на заяву клієнта, і зменшує витрати оператора на обробку заяви і підключення послуг). Проте ефективна і наскрізна автоматизація процесів оператора можлива лише за умови наявності системи, що дозволяє управляти всією телекомунікаційною мережею оператора, незалежно від її технологій і послуг, що надаються на ній.

У роботі розглянуті різні архітектури управління телекомунікаційними мережами, проаналізовано їх можливості, відзначено основні недоліки. Одна з перспективних архітектур управління ґрунтується на застосуванні відкритого інтерфейсу MTNM для взаємодії систем рівнів EML та NML. У роботі досліджуються особливості застосування інтерфейсу управління гетерогенними мережами MTNM у системі підтримки експлуатаційних процесів операторської системи OSS. На основі інформаційної моделі інтерфейсу, була створена модель, що описує місце застосування MTNM в сучасній системі підтримки експлуатаційних процесів (OSS-системі); було розроблено алгоритми взаємодії через інтерфейс MTNM під час проходження основних бізнес-процесів оператора.

Важлива роль в процесі організації систем управління відводиться створенню якісних стандартів технологій управління мережами і послугами.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 4 |

Найбільш значимими із стандартів технологій управління мережами являються:

- концепція мережі управління телекомунікаціями TMN (Telecommunications Management Network), прийнята в середині 80-х років ІТУ, - Т;
- стандарт SNMP (Simple Network Management Protocol), призначений для адміністрування корпоративних мереж передачі даних;
- стандарт CMIP (Common Management Information Protocol) - загальний протокол інформації управління на основі моделі ВОС (Взаємодія Відкритих Систем - 7-ми рівнева еталонна модель);

Технологія TMN (Telecommunications Management Network) - мережа управління електров'язком, що з'явилася раніше інших, є системою управління електров'язком, що реалізується повністю або частково автономно від інформаційної мережі. При цьому це відділення здійснюється як на фізичному, так і на логічному рівнях. Завдання ж управління вирішуються через відповідні інтерфейси у ряді точок інформаційної мережі.

У концепції TMN закладена стратегія централізованого управління. Для підключення об'єкту (мережевого застосування, елементу) до мережі TMN використовується принцип агент/менеджер. Агент і менеджер є програмами, які, з одного боку, управляються застосуванням (об'єктом, мережевим елементом) і отримують/передають застосуванню команди управління розподіленими об'єктами мережі. З іншого боку, агент і менеджер формують вихід в мережу через ієрархічний набір протоколів (стік). Таким чином, агент і менеджер (програми-посередники) перетворюють структурні запити застосування на мові високого рівня в потік передаваних по мережі даних і виконують зворотне перетворення.

Стандарт SNMP призначений для роботи в мережах розподіленого обміну, це - простий протокол мережевого управління. Він використовується як комунікаційний протокол (і як альтернатива масштабнішим, та зате і дорожчим

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 5 |

рішенням CMIP) отримав особливо широке поширення, як метод управління мережами TCP/IP, включаючи індивідуальні і групові мережеві засоби. Нині існують дві версії протоколу SNMP : SNMP Version 1 (SNMP) і SNMP Version 2 (SNMP).

Протокол SNMP і тісно пов'язана з ним концепція SNMP MIB були розроблені для управління маршрутизаторами Internet як тимчасове рішення. Проте, простота і ефективність рішення забезпечили успіх цього протоколу, і сьогодні він використовується при управлінні практично будь-якими видами устаткування і програмного забезпечення мереж. Агенти SNMP вбудовуються в аналогові модеми, модеми ADSL, комутатори ATM і т. д.

Протокол управління SNMP відносяться до протоколів прикладного рівня семирівневої моделі взаємодії відкритих систем. Основне призначення цього протоколу полягає в передачі дії, що управляє, від менеджера до агента, а також передача повідомлення/підтвердження про результати, до яких привела дія, що управляє. По своїй структурі і принципам організації протокол SNMP простіше для реалізації і практичного використання, чим протокол CMIP.

Стандарт CMIP був розроблений на основі стандарту SNMP. CMIP є частиною великого і досить складного набору стандартів для управління системами на основі моделі ВОС. Цей протокол дозволяє здійснювати управління елементами усіх рівнів моделі ВОС, формує блоки даних протоколу PDU і здійснює обмін ними між однорівневими застосуваннями управління. Протокол CMIP використовується для забезпечення послуг управління операціями і послуг передачі повідомлень CMISE. В сукупності протоколи CMISE, ASCE і ROSE є стеком протоколу CMIP. Кожна послуга CMISE визначається за допомогою декількох CMIS -примитивов, які відображаються у вигляді відповідних PDU. Список примітивів і форматів повідомлень CMIP приведений в рекомендації МСЭ-Т X.710 (аналог рекомендації ISO/IEC 9595) і МСЭ-Т Рек. X.711 (аналог рекомендації ISO/IEC 9596-1).

Важливе значення в розумінні функціонування протоколу CMIP має

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 6 |

поняття протокольної машини CMIP (common management information protocol machine, CMIPM). Протокольна машина є логічною представлення основних функцій протоколу CMIP. На стороні менеджера, який видає команди, що управляють, протокольна машина приймає запити користувача CMIS на надання послуг управління. На підставі запитів в CMIPM ініціалізувалися ті або інші примітиви.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 7 |

1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ TMN

1.1 Загальні поняття і завдання комп'ютерних мереж

Управління мережею - цілеспрямована дія на мережу, здійснювана для організації її функціонування за заданою програмою : - включення і відключення системи, каналів передачі даних, терміналів; - діагностика несправностей; - збір статистики; - підготовка звітів і тому подібне

З точки зору моделі OSI управління мережею підрозділяється на: - управління конфігурацією; - управління відмовами; - управління безпекою; - управління трафіком; - управління обліком.

Управління комп'ютерною мережею — виконання безлічі функцій необхідних для контролю, планування, виділення, впровадження, координації і моніторингу ресурсів комп'ютерної мережі.

Існує три основні види комп'ютерних мереж :

- локальна обчислювальна мережа (ЛВС);
- регіональна обчислювальна мережа (РВС);
- глобальна обчислювальна мережа (Internet).

Типи комп'ютерних мереж міняються дуже повільно. З минулого століття використовуються мережі на основі двох способів побудови : 1. Мережа з приблизно однакових комп'ютерів, працюючих на однакових умовах. Така мережа називається одноранговою. 2. Мережа, де один комп'ютер є головним, а інші підключаються до нього. Основний комп'ютер зазвичай має більше продуктивність і називається сервером.

Однорангова мережа характеризується наступними ознаками: - приблизно однакова продуктивність усіх комп'ютерів, сполучених засобами зв'язку.

| | | | | | | | |
|----------|------------------------|-----|---|--|-------------------------------|-------|---------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | | |
| | | №до | І | | | | |
| Виконав | <i>Д.І. Чорновалюк</i> | | | <i>Модуль діагностики телекомунікаційної мережі для стандарту TMN Пояснювальна записка</i> | Літера | Аркуш | Аркушів |
| Перевір. | <i>О.К. Яновицький</i> | | | | у | 8 | |
| Т.Контр. | | | | | <i>ТР1с-19, ФІТ, ХНУ</i> | | |
| Н.контр. | | | | | | | |
| Затвер. | <i>В.В. Мартинюк</i> | | | | | | |

- управління окремим комп'ютером здійснюється самим користувачем; - немає комп'ютерів, на які покладені спеціальні функції, необхідні для роботи усієї мережі в цілому; - проста схема організації мережі, що не вимагає для свого створення значних витрат;

- робочі комп'ютери мають бути досить продуктивні і функціональні, щоб забезпечити комфортну роботу користувача, виконувати не лише основні завдання, але і ряд додаткових : антивірусний захист, адміністрування, доступ до мережевих пристроїв; - не пред'являється особливих вимог до можливостей операційної системи, встановленої на окремому комп'ютері, що входить в мережу.

Основний недолік мережі такого типу - управління комп'ютером, що входить в однорангову мережу, здійснюється самим користувачем. Тобто, людина повинна не просто працювати, але і уміти адмініструвати мережу, знати необхідні налаштування, щоб мережа знаходилася постійно в робочому режимі.

При виникненні складнощів, щоб він самостійно міг їх вирішити, захищав комп'ютер від вірусів. Некомпетентність одного користувача може привести до порушення роботи усієї мережі. Кількість комп'ютерів, підключених до однорангової мережі не обмежено. Але, оскільки зі збільшенням їх числа стабільність роботи мережі падає і ускладнюється усунення неполадок, об'єднувати в мережу більше десяти комп'ютерів не рекомендується.

Застосовувати однорангові мережі можна, коли не треба строго дотримуватися конфіденційності інформації, і якщо кількість робочих комп'ютерів невелика і не планується збільшення їх числа найближчим часом. Дуже зручно використати такий тип мережі в невеликій фірмі, комп'ютерному класі в учбовому закладі і іншому.

Але тільки мережа на основі сервера може забезпечити гнучкість управління, захист інформації і високу стабільність роботи. Головні її відмітні особливості наступні:

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 9 |

- спеціалізований комп'ютер (іноді декілька комп'ютерів) здійснює управління усіма робітниками місцями (чи певною групою);
- відмінність в продуктивності між сервером і робочим комп'ютером, велике;
- робочий комп'ютер може мати обмежену і, тому недорого, комплектацію;
- сервер оптимізується під безперервну обробку клієнтських запитів, на нім не виконуються ніяких інших робіт (у ідеалі);
- управління сервером здійснюється спеціальними операційними системами, що забезпечують надійний захист інформації і централізований контроль і управління мережевими ресурсами.

По суті, серверна мережа - це сучасніша і більше просунута система. Приміром, ніякого обмеження на розміри мережі в цьому випадку не накладається. Усе залежить лише від професіоналізму і грамотності системного адміністратора, від продуктивності сервера і від завдань.

Саме від поставлених завдань залежить спеціалізація сервера - буде він файл-сервером, принт-сервером, сервером бази даних або сервером застосувань. Зупинимося детальніше на кожному з них. Отже, найпростіший, це принт-сервер. Його завдання досить легке - забезпечити доступ до мережеских принтерів при їх використанні і обслуговуванні.

У зв'язку з тим, що навантаження на принт-сервер невелике, він робиться часто на базі файл-серверів. Файл-сервери призначені для того, щоб зберігати найрізноманітніші дані, від документів до мультимедіа - музики, фільмів і так далі. Часто на нім створюються теки користувачів, до яких вони мають доступ після введення імені і пароля. Такими серверами управляють зазвичай системи, аналогічні по продуктивності і функціями Windows NT 4.0.

Все більшого поширення набувають сервера, виконуючі завдання, які раніше покладалися на файлові сервера - сервера баз даних. Ці сервера

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | |

розвиваються, тому що програми управління базами даних отримують все більшу популярність.

Головне завдання такого сервера - висока продуктивність в обробці інформації. Тобто - пошук, запис, прийом і передача даних, виконання яких-небудь інших дій з даними. Тому ці сервера зазвичай найпотужніші, адже саме від їх роботи залежить швидкість роботи користувачів. У чомусь схожі завдання сервера застосувань.

Але тільки схожі тому, що сервер застосувань не працює з базами даних, він просто обробляє запити, які вимагають найбільшої швидкості обробки і при цьому не зачіпають ні комп'ютер користувача, ні бази даних. Звичайно, круг завдань серверів цими не обмежується, це лише найчастіше використовувані. Існують, наприклад, вирішальні більше вузькоспеціалізовані завдання - поштові сервера, сервер-шлюзи, комунікаційні і інші.

1.2 Система управління мережею зв'язку

Починаючи з середини 80-х років в розвинених країнах спостерігається неухильний ріст інтересу до питань управління мережами зв'язку. Ця тема активно обговорюється на усіх міжнародних конференціях із зв'язку, їй були присвячені цілий ряд спеціальних тематичних номерів провідних журналів. Такий значний інтерес до систем управління (СУ) мережами зв'язку обумовлений цілим комплексом причин :

1. Ускладнюються самі мережі зв'язку. На них впроваджуються нові технічні засоби, засновані на передових технологіях. В той же час продовжує використовуватися і старіше устаткування, тому на мережах співіснують аналогові і цифрові системи передачі, електронні і координатні комутаційні станції і тому подібне. Великого поширення набувають локальні (LAN) і міські (MAN) мережі, мережі зв'язку з рухливими об'єктами. Їм необхідно зв'язуватися між собою і виходити на регіональні і глобальні мережі зв'язку. Таким чином

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 11 |

мережі зв'язку стають усе більш неоднорідними, як по структурі, так і по використовуваних технічних засобах.

2. З кінця 80-х років у багатьох країнах почалася лібералізація і демонополізація ринку послуг електрозв'язку. Стали з'являтися приватні компанії, що надають різні послуги зв'язку. З одного боку, це збільшило число покупців СУ мережами зв'язку, а з іншою, різко посилило конкуренцію на ринку. Тому компанії, що надають послуги зв'язку, вимушена приділяти все більше уваги забезпеченню якості своїх послуг і зниженню їх вартості. Важливу роль в цьому грають СУ.

3. Сучасні телеінформаційні системи, засновані на спільному використанні засобів зв'язку і обчислювальної техніки, стали життєво необхідними для функціонування багатьох сфер діяльності (державне управління, фінанси, промисловість, транспорт, медицина). Це обумовлює необхідність забезпечення високої надійності систем зв'язку. За оцінками ряду фахівців збитки від відмов можуть досягати декількох мільйонів доларів в годину. Одним з важливих чинників в забезпеченні надійності мереж зв'язку служить ефективне управління їх ресурсами.

4. Багато організацій стали створювати для своїх потреб власні корпоративні мережі зв'язку. Широке поширення отримали гібридні мережі, які організації створюють на базі арендованих засобів зв'язку. Це також збільшує число покупців СУ, а у разі гібридних мереж вимагає координації діяльності користувачів і постачальників послуг зв'язку.

1.3 Основні напрями стандартизації TMN

Різноманіття типів інформаційних мереж, устаткування і СУ для них, вироблюваних різними виготівниками, і бажання користувачів одних мереж взаємодіяти з користувачами інших викликають потреба в організації спільної роботи цих мереж і відповідних СУ.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 12 |

Така сильна ринкова вимога є рушійною силою процесу стандартизації СУ, яка стала наполегливою необхідністю. Розробка стандартів СУ мережами зв'язку, вироблювана такими організаціями як Міжнародна організація стандартів (ISO), Сектор стандартизації електрозв'язку Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЭ-Т, раніше МККТТ) і Координаційна рада мережі Internet (Internet Activities Board - IAB), спиралася на розробки в цій області провідних фірм. Серед них можна назвати такі продукти, як NetView компанії IBM, OpenView - Hewlett - Packard, EMA (Enterprise Management Architecture) - DEC, UNMA (Unified Network Management Architecture) - AT&T.

При цьому кожна фірма прагне нав'язати міжнародним організаціям свої стандарти. Модель СУ, запропонована ISO, використовує модель взаємозв'язку відкритих систем і побудована на концепції розподілених процесів управління, що взаємодіють один з одним. Управління здійснюється процесами, що управляють, над керованими об'єктами. Керований об'єкт трактується як ресурс, яким потрібно управляти. Кожен керований об'єкт має свої атрибути.

Частиною визначення керованого об'єкту є набір операцій управління, які можуть бути виконані над цим об'єктом з певним впливом як на сам об'єкт, так і на його властивості. Для управління в мережі виділені п'ять функціональних областей: несправності, якість, конфігурація, безпека і фінансовий облік.

У рамках моделі розроблені два стандарти: CMIP (Common Management Information Protocol) і CMIS (Common Management Information Service), які визначають загальний набір протоколів і послуг, що забезпечують обмін інформацією, що управляє, при взаємодії між процесом, що управляє, і керованим ресурсом з використанням загального набору повідомлень. Інформаційна модель СУ спирається на об'єктно-орієнтований підхід, розвинений в мовах програмування. Іншим стандартом є простий протокол мережевого управління SNMP (Simple Network Management Protocol), розроблений IAB. У рекомендації МККТТ М.30, прийнятою в 1988 р., і в подальших випусках рекомендацій серії М, що розвивають її.3000, прийнятих в

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 13 |

1992 р., запропонована концепція організації СУ мережами електров'язку, ISO, що спирає на модель. Виклад суті цих рекомендації дано нижче.

1.4 Загальні принципи TMN

У Рекомендації МСЭ-T М.3010 викладаються загальні принципи планування, функціонування і технічного обслуговування системи управління електров'язком (TMN - Telecommunications Management Network). Метою TMN є надання допомоги компаніям-операторам в управлінні своїми мережами електров'язку. Основним принципом TMN є забезпечення організаційної структури для діставання можливості взаємозв'язку різних типів операційних систем*) і апаратури електров'язку з використанням стандартних протоколів і інтерфейсів. На рисунку 1.1 представлений взаємозв'язок між TMN і мережею електров'язку.

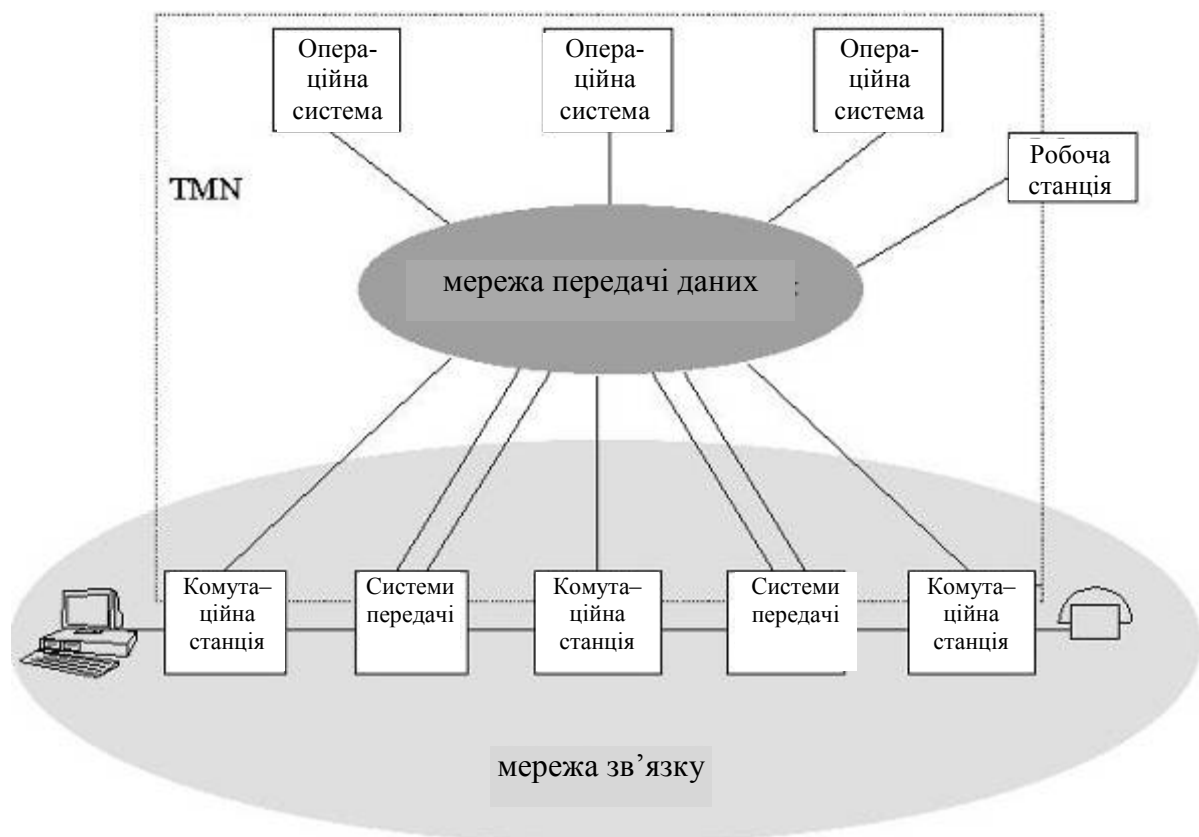


Рисунок 1.1 - Взаємозв'язок між системою управління і мережею зв'язку

| | | | | |
|-----|---------|--------|------|--|
| | | | | |
| Зм. | №докум. | Підпис | Дата | |

Операційні системи здійснюють обробку усієї інформації, необхідної для виконання функцій по управлінню. Робочі станції забезпечують призначений для користувача інтерфейс, за допомогою якого обслуговуючий персонал взаємодіє з мережею управління.

Мережа передачі даних призначена для зв'язку між мережевими елементами, операційними системами і іншими компонентами TMN. TMN може змінюватися від дуже простого з'єднання між операційною системою і окремим облаштуванням електрозв'язку до величезної мережі, що сполучає велику кількість операційних систем і апаратури електрозв'язку різних типів.

Необхідно відмітити, що TMN принципово є самостійною системою, яка забезпечує інтерфейси з мережею електрозв'язку в декількох різних точках для отримання інформації і управління роботою. Проте часто TMN використовує частину мережі електрозв'язку для забезпечення своїх з'єднань. Нижче наводяться приклади мереж і основних типів апаратури, для управління якими може застосовуватися TMN:

мережі загального і приватного користування, у тому числі узкополостные і широкополостные мережі з інтеграцією служб (ISDN), мережі рухливого зв'язку, інтелектуальні мережі;

- сама мережа TMN;
- крайова апаратура систем передачі (мультиплексори, апаратура кросової комутації, преобразовательная апаратура і так далі);
- цифрові і аналогові системи передачі (кабельні, волоконно-оптичні, радіо, супутникові і так далі);
- системи відновлення;
- цифрові і аналогові комутаційні станції;
- системи сигналізації;
- УАТС і крайове абонентське устаткування;
- термінали користувачів мереж з інтеграцією служб;

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 15 |

- програмні засоби, що забезпечують послуги зв'язку (програмні засоби комутації, каталоги, бази даних і так далі);

Згідно моделі ISO система управління мережею будується ієрархічно і має наступні рівні (рисунок 1.2) :

- мережевих елементів;
- управління елементами;
- управління мережею;
- управління обслуговуванням;
- адміністративного управління.

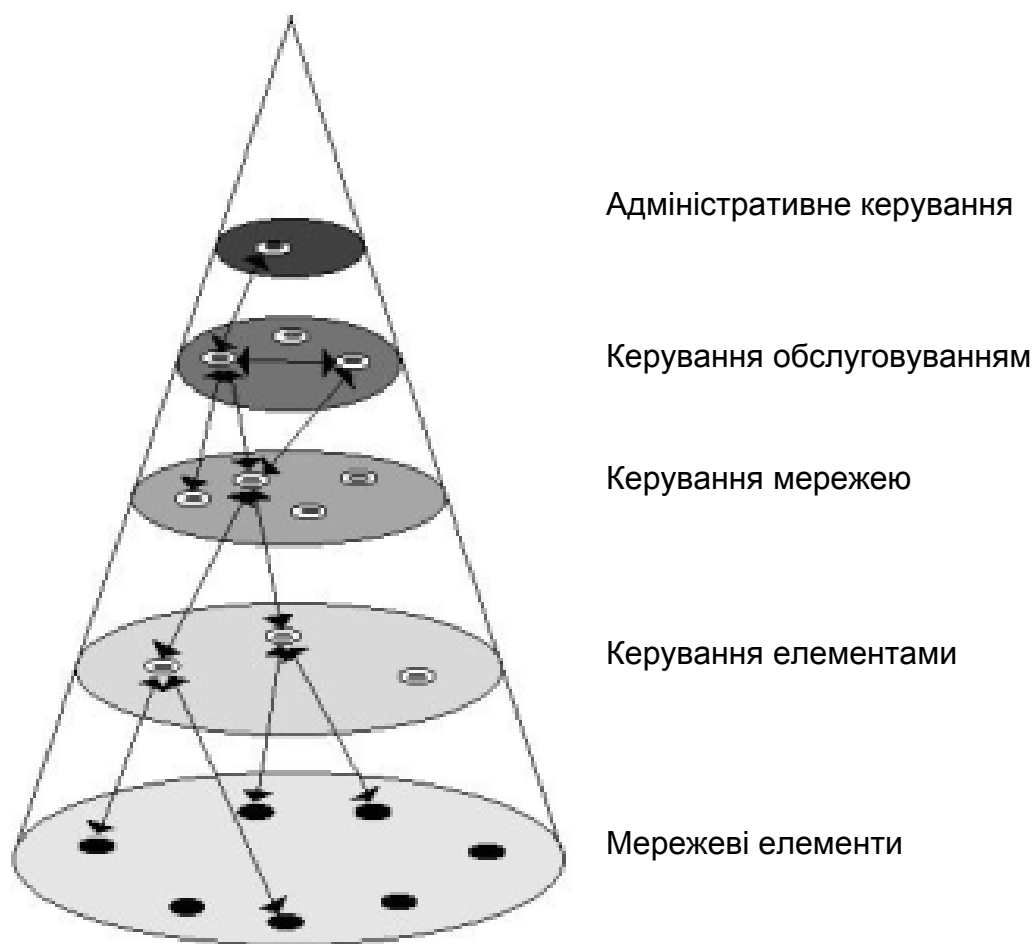


Рисунок 1.2 - Рівні управління мережею зв'язку

Самий нижній рівень є самою мережею зв'язку, тобто об'єкт управління. В якості мережевих елементів можуть розглядатися комутаційні станції,

системи передачі, мультиплексори, комплекти тестового устаткування і так далі. Кожен наступний рівень має більш високу міру узагальнення, чим попередній. Інформація про стан рівня поступає вгору, а зверху вниз йдуть дії, що управляють. Міра автоматизації управління може бути різною, і зазвичай має місце поєднання автоматизованих і ручних процедур.

Як правило, чим вище рівень ієрархії управління, тим нижче його міра автоматизації. Рівень управління елементами охоплює контроль, відображення параметрів роботи, технічне обслуговування, тестування, конфігурація стосовно окремих елементів або деяких їх підмножин. Рівень мережевого управління дозволяє охопити єдиним поглядом усю мережу, контролюючи підмножини мережевих елементів в їх взаємозв'язку між собою і управляючи усіма мережевими ресурсами.

Рівень управління обслуговуванням, на відміну від усіх рівнів, що пролягають нижче, які безпосередньо пов'язані з мережею, тобто з технічними засобами, "обернений лицем" до користувача. Тут приймаються рішення по наданню і припиненню послуг, здійснюється ведення відповідного планування і обліку і тому подібне.

Ключовим чинником тут є забезпечення якості обслуговування. Рівень адміністративного управління забезпечує функціонування компанії-оператора мережі зв'язку. Тут вирішуються організаційні і фінансові питання, здійснюється взаємодія з компаніями-операторами інших мереж зв'язку. На сьогодні розроблені і пропонувані провідними фірмами СУ мережами зв'язку реалізують функції рівнів не вище, ніж управління елементами або управління мережею, в окремих випадках - управління обслуговуванням.

Усі функції, пов'язані з управлінням, можна розбити на дві частини: загальні і прикладні. Загальні функції забезпечують підтримку прикладних і включають, наприклад, переміщення інформації між елементами мережі зв'язку і системи управління, зберігання інформації, її відображення, сортування, пошук і тому подібне.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 17 |



Рисунок 1.3 - Класифікація функцій мережевого управління

Прикладні функції відповідно до класифікації ISO розділяються на п'ять категорій (рисунок 1.3) :

- керування конфігурацією;
- керування якістю роботи;
- керування усуненням несправностей;
- керування розрахунками;
- керування безпекою.

Розглянемо їх детальніше.

Керування конфігурацією забезпечує інвентаризацію мережевих елементів (їх типи, місцезнаходження, ідентифікатори і тому подібне); включення елементів в роботу, їх конфігурацію і вивід з роботи; встановлення і зміна фізичних з'єднань між елементами. Управління якістю роботи має на меті

контроль і підтримка на необхідному рівні основних характеристик мережі. Воно включає збір, обробку, реєстрацію, зберігання і відображення статистичних даних про роботу мережі і її елементів; виявлення тенденцій в їх поведінці і попередження про можливі порушення в роботі.

Керування усушенням несправностей забезпечує можливості виявлення, визначення місця розташування несправностей в мережі, їх реєстрацію; доведення відповідної інформації до обслуговуючого персоналу; видачу рекомендацій по усуненню несправностей. Управління розрахунками здійснює контроль за мірою використання мережевих ресурсів і підтримує функції по нарахуванню плати за це використання.

Керування безпекою потрібне для захисту мережі від несанкціонованого доступу. Воно може включати обмеження доступу за допомогою паролів, видачу сигналів тривоги при спробах несанкціонованого доступу, відключення небажаних користувачів, або навіть криптографічний захист інформації.

Архітектура TMN повинна мати високу міру гнучкості, щоб задовольняти різним вимогам, що визначаються топологією самої мережі електрозв'язку і організацією управління. Прикладами вимог, що визначаються топологією мережі, можуть служити фізичне розміщення елементів мережі і їх число. Приклад організаційних вимог - міра централізації обслуговуючого персоналу.

1.5 Характеристика технології управління мережею TMN

Технологія TMN (Telecommunications Management Network) - мережа управління електрозв'язком. У концепції TMN закладена стратегія централізованого управління. Для підключення об'єкту (мережевого застосування, елементу) до мережі TMN використовується принцип агент/менеджер.

Агент і менеджер є програмами, які, з одного боку, управляються застосуванням (об'єктом, мережевим елементом) і отримують/передають застосуванню команди управління розподіленими об'єктами мережі. З іншого

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 19 |

боку, агент і менеджер формують вихід в мережу через ієрархічний набір протоколів (стэк).

Таким чином, агент і менеджер (програми-посередники) перетворюють структурні запити застосування на мові високого рівня в потік передаваних по мережі даних і виконують зворотне перетворення.

1.6 Склад і призначення основних елементів TMN

Мережа управління TMN є самостійною мережею. Вона забезпечує управління, оперативний контроль (моніторинг) і автоматизовану експлуатацію телекомунікаційного устаткування (див. рисунок 1.4). Використовується для управління послугами мереж зв'язку, для адміністрування мережевими пристроями в цілях забезпечення якості надання послуг зв'язку і безпеці зв'язку.

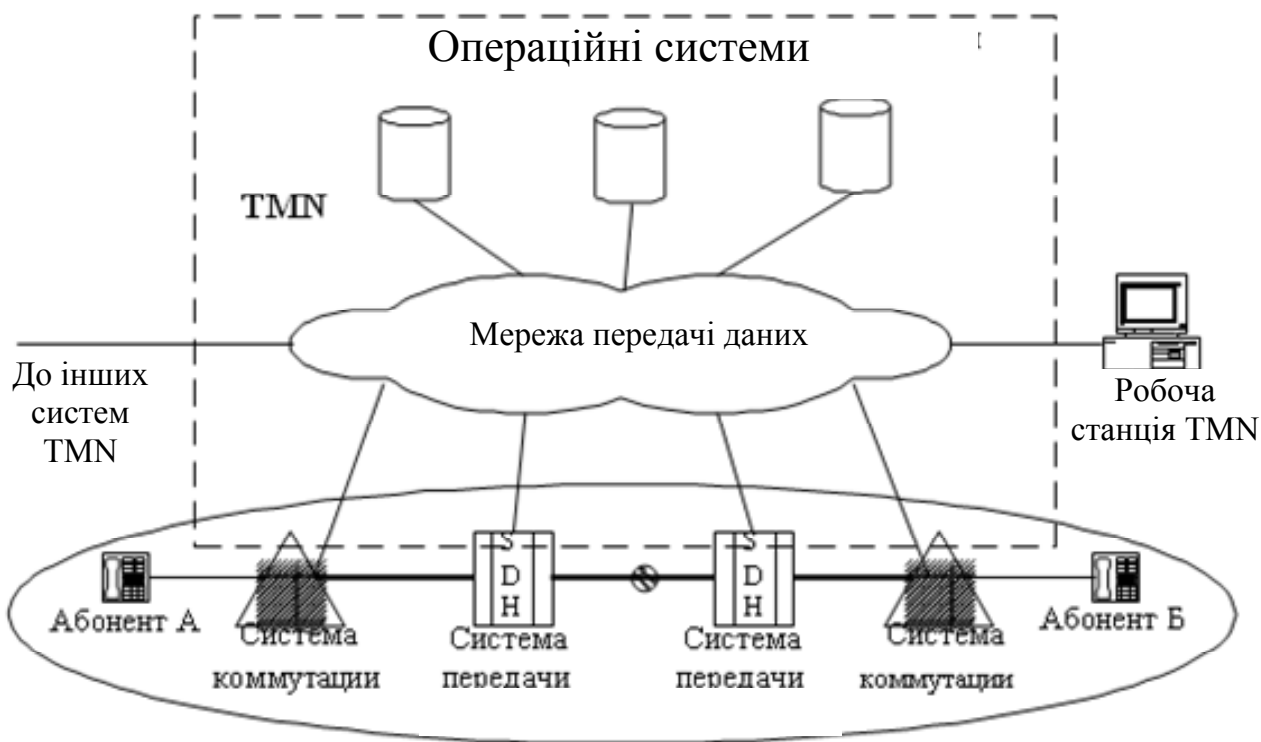


Рис 1.4. TMN і телекомунікаційна мережа

Об'єктом управління мережі TMN є телекомунікаційні або мережеві ресурси. Телекомунікаційні ресурси управління фізично є устаткуванням зв'язку - функціональні блоки, програмне забезпечення управління – на певні властивості і характеристики яких можна здійснювати цілеспрямована дія, що управляє.

Наприклад, можна за допомогою зміни станційних даних забороняти організацію обхідних напрямів зв'язку через певний вузол, підвищувати рівень допустимих втрат в напрямі, адміністративно блокувати доступ абонента до послуг зв'язку.

При управлінні за стандартами TMN устаткування зв'язку зазвичай називається елементом мережі (network element, NE) або мережевим елементом.

Мережа TMN надає операторові зв'язку безліч функцій управління телекомунікаційними мережами і послугами, забезпечуючи обмін інформацією в процесі управління. Обмін інформацією управління (management information) передбачає видачу команди виконання управління, команди, передачу в систему управління результатів виконання команди.

Обмін командами управління і іншою інформацією між TMN і устаткуванням зв'язку здійснюється через опорні точки, які реалізуються у вигляді стандартизованих або не стандартизованих МСЭ-Т інтерфейсів TMN.

Для передачі сигналів і команд управління, TMN підключається до устаткування електрозв'язку по мережі передачі даних (data communication network, DCN). Мережа DCN реалізує транспортні рівні мережі TMN згідно семирівневої еталонної моделі взаємозв'язку відкритих систем (ВОС). Функції прикладного рівня TMN реалізуються за допомогою однієї або декількох операційних або систем (operations systems, OS), що управляють.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 21 |

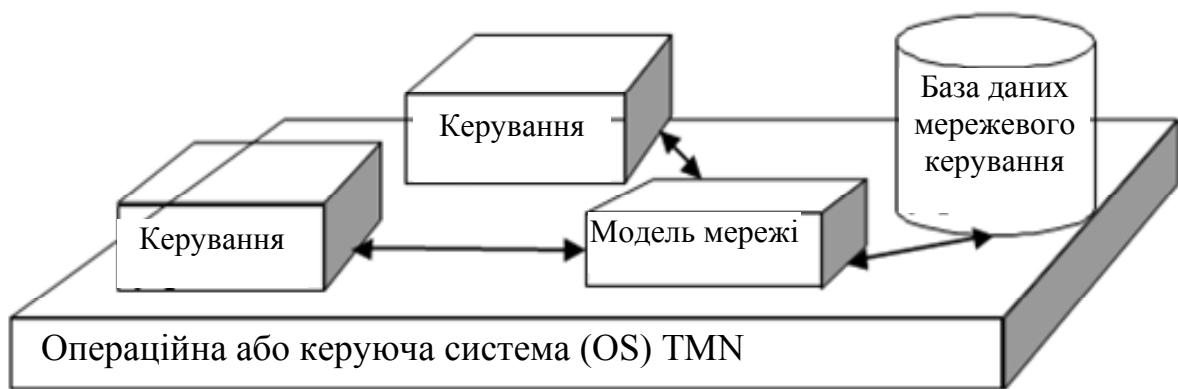


Рисунок 1.5. Операційна система в TMN

В першу чергу, операційні системи (рисунок 1.5) забезпечують підтримку обробки даних, що поступають від керованої мережі. Ця обробка здійснюється в цілях моніторингу і контролю функціонування телекомунікаційного устаткування, а також для забезпечення роботи власне мережі TMN.

Інформаційна модель мережі електрозв'язку є логічним описом фізичних об'єктів електрозв'язку з використанням прийнятої інформаційної технології і спеціальних програмних засобів, наприклад систем управління базами даних (СУБД).

Виконання деяких функцій управління може забезпечуватися декількома операційними системами. В цьому випадку мережа передачі DCN використовується для обміну інформацією між різними OS. С допомогою DCN ця система мережевого управління може взаємодіяти з іншими TMN.

Мережа DCN також використовується для з'єднання між робочими станціями (work stations, WS) і операційними системами, що дозволяє операторам і адміністраторам отримувати і інтерпретувати інформацію по управлінню за допомогою людино-машинних інтерфейсів.

1.7 Функціональні можливості TMN

Мережа TMN має наступні функціональні можливості

- здатність здійснювати обмін інформацією управління між

мережами зв'язку і TMN;

- здатність перетворювати інформацію управління для різних систем зв'язку в єдиний формат з метою забезпечення сумісності і узгодженості даних в мережі TMN;
- передавати інформацію управління між різними компонентами мережі TMN;
- аналізувати і реагувати на інформацію управління, що поступає;
- перетворювати інформацію управління у форму, яка зрозуміла користувачеві системи управління - операторові або адміністраторові;
- можливість забезпечення захищеного доступу до інформації управління.

Сеть TMN забезпечує можливості по управлінню в 5 функціональних областях.

1. Управління конфігурацією (configuration management), включає наступні функції управління :

- планування і проектування мереж, управління установкою устаткування, введення в експлуатацію;
- контроль наявності і функціонування устаткування систем і мереж зв'язку (відповідність паспортним даним, доступність устаткування для експлуатації);
- забезпечення запасними частинами і резервними комплектами устаткування.

2. Управління несправностями або наслідками відмов (fault management) :

- збір і обробка повідомлень про несправності;
- усунення ушкодження або несправності;
- тестування і повторне введення в експлуатацію;
- проведення планово-запобіжних заходів.

3. Управління розрахунками за послуги зв'язку (account management) :

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 23 |

- збір відомостей про зроблені послуги зв'язку (файли з даними про з'єднання);

- підтримка і збереження даних, що протарифікуються.

4. Управління надійністю і безпекою (security management) :

- розмежування і контроль доступу до елементів мережі і компонент TMN;

- аудит дій операторів;

- обробка повідомлень про ушкодження системи TMN;

- відновлення (програмне і апаратне) устаткування мереж і систем зв'язку.

5. Управління можливостями (робочими характеристиками) мереж зв'язку (performance management) :

- відстежування і збір даних про функціонування мережі;

- перемаршрутизація трафіку, динамічне управління;

- аналіз показників функціонування мережі в часі (trend analysis).

1.8 Архітектура TMN

У TMN опису властивостей відповідає опису архітектури мережі. Під архітектурою TMN розуміється сукупне позначення складу і структури мережі, опис взаємного розташування компонентів мережі, визначення способів взаємодії компонентів TMN між собою і із зовнішнім середовищем.

Види архітектури управління :

- функціональна архітектура TMN, яка описує функції управління;

- фізична архітектура TMN, яка визначає технічні і програмні засоби реалізації функцій управління;

- інформаційна архітектура TMN, яка описує поняття TMN на основі стандартів управління ISO у рамках об'єктно-орієнтованого підходу;

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 24 |

1.9 Доцільність і можливість об'єднання різних мереж

У історичному плані різні види електрозв'язку тривалий період часу розвивалися незалежно один від одного. Усі види елек-тросв'язи мають справу з різними за характером і параметрам електри-ческими сигналами, тому кожен вид у своєму розвитку ориентиро-вался на створення своїх каналів, систем і навіть своєї мережі.

Структура мережі вибиралася відповідно до особливостей розподілу пото-ков повідомлень, характерних для конкретного виду електрозв'язку. У ре-зультаті сформувалося декілька незалежних мереж. Засоби зв'язки, з яких створювалися мережі, виявилися розрізненими. Об'єм переда-ваемих повідомлень безперервно зростав, розвивалися і мережі, але ра-зобщенность технічних засобів гальмувала їх розвиток. Ефективність мереж виявилася недостатньою для потреб споживачів.

Враховуючи ситуацію, що створилася, деякі галузі промыш-ленности і транспорту стали створювати свої мережі, призначені для задоволення потреб галузі в передачі повідомлень. У результаті були створені нові ізолювані одна від однієї невеликі мережі зі своїм устаткуванням і обслуговуючим персоналом, наприклад теле-фонные і телеграфні мережі залізничників, металургів, нефтя-ников і так далі.

Здавалося б, виділяючи додаткові кошти для созда-ния таких мереж, кожне відомство вирішує задачу розвитку зв'язку. Насправді така технічна політика в області зв'язку привела до ще більшого відокремлення технічних засобів, а ефективність сово-купности мереж в масштабах країни залишалася як і раніше низькою. Вже на початку 60-х років стало ясно, що перспективним напрямом розвитку електрозв'язку повинне стати об'єднання мереж. У першу оче-редь вимагалася об'єднати однорідні мережі усередині кожного виду електрозв'язку, а потім ізолювані мережі окремих видів електро-св'язи.

Необхідність передачі електричних сигналів в співпадаючих напрямках, викликана тим, що найбільш інтенсивний обмін различ-ними повідомленнями

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 25 |

спостерігається між населеними пунктами, дозволила поставити питання про об'єднання окремих систем передачі в співпадаючих напрямках в єдину систему передачі. Система передачі - це сукупність технічних засобів, дозволяюча образувати незалежні електричні канали, по яких передаються сигнали електрозв'язку.

Нарешті, одна з найважливіших передумов, що ведуть до злиття се-тей, - схожість функцій, що виконуються різними системами комутації і шляхів передачі повідомлень, що полягають в організації, для їх доставки від посилача до одержувача.

Усе це і викликало необхідність побудови і розвитку різних мереж електрозв'язку з урахуванням перспективи злиття їх в єдину мережу зв'язку.

Враховуючи ці обставини, у кінці 60-х років було прийнято рішення про створення в країні Єдиної автоматизованої мережі зв'язку (ЕАСС), який би об'єднав усі мережі електрозв'язку незалежно від їх відомчої приналежності.

1.10 Принципи побудови і структура ВСС

Створення ЕАСС базувалося на об'єднанні розрізаних і мно-гочисленних дрібних мереж в загальнодержавні мережі кожного виду електрозв'язку, а потім в єдину мережу з метою спільного використання певних технічних засобів, і в першу чергу систем переда-чи і комутації.

Проте у кінці ХХ століття хід розвитку технічного прогресу, в частности, широке впровадження в мережу зв'язку країни сучасних телекомму-никационних технологій, зумовили створення новою кон-цепції побудови мережі зв'язку. Згідно прийнятої в сьогодення стратегії розвитку телекомунікацій створюється

Взаємопов'язана мережа зв'язку - комплекс технологічно сопря-жених мереж електрозв'язку загального користування і відомчих мереж електрозв'язку на території країни, забезпечених загальним централізованим управлінням, при

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 26 |

цьому до складу ВСС не входять выделенные мережі, а також внутрішньовиробничі і технологічні мережі.

У технічному плані функціонування ВСС базується на принципах і структурах тих, що виникли в ході створення ЕАСС, у відповідності з якими уся мережа зв'язку країни підрозділяється на дві взаємозв'язані складові: **первинну мережу і вторинну мережу.**

Організаційно-технічно первинна мережа представляє з себе сукупність окремих структурних елементів : мережевих станцій, се-тевых вузлів і ліній передачі їх, що сполучають.

Не вдаючись доки до подробиць характеристики названих елементів, відмітимо, що вони дозволяють організувати мережу каналів передачі і групових трактів. Кожен канал і груповий тракт забезпечують передачу сигналів електров'язку або в певній смузі частот, або в певний проміжок часу.

Місцеві первинні мережі утворені лініями передачі 1 і частиною устаткування СС або СУ. На території кожної зони показані три місцеві первинні мережі. Внутрішньозонові первинні мережі представлені СС, відповідним устаткуванням СУ і лініями передачі. Сукупність місцевих первинних мереж однієї зони і її внутрішньозонова мережа утворюють зону первинну мережу передачі. Елементи вторинних мереж ВСС (зона 1) виділені тонкими лініями. Вторинна телефонна мережа представлена сукупністю сільських і міських мереж (СТС і ГТС), розташованих на територіях сільських районів і міст, і каналів передачі первинної мережі, утворених устаткуванням СС, ліній передачі і СУ.

Аналогічно побудована вторинна телеграфна мережа, представляю-ща собою сукупність телеграфних мереж МС міст, телеграфних пунктів Т сільських районів і каналів, виділених для передачі сигналів з первинної мережі.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КВРТР.2019031.01.10 ПЗ | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 27 |

1.11 Висновки до першого розділу

Приведена вище структура мережі зв'язку сформувалася на базі застосування аналогових систем передачі сигналів електрозв'язку для організації стандартних каналів передачі і групових трактів і виявилася малоефективній для створення сучасній цифровій мережі зв'язку.

Мережа транспортна (transport network) - частина мережі зв'язку, охоплююча магістральні вузли, міжміські станції, а також соединяющие їх канали і вузли (національні, міжнародні).

Мережа доступу (access network) - сукупність абонентських ліній і станцій місцевої мережі, абонентських терміналів, що забезпечують доступ, до транспортної мережі, а також місцеву мережу без виходу на транспортну мережу.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 28 |

2 СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЦІЛІСНОСТІ МЕРЕЖІ

Мережа управління електрозв'язком (telecommunications management network (TMN)) - спеціальна мережа, що забезпечує управління мережами електрозв'язку і їх послугами шляхом організації взаємозв'язку з компонентами різних мереж електрозв'язку на основі єдиних інтерфейсів і протоколів, стандартизованих Міжнародним Союзом Електрозв'язку.

2.1 Система дистанційного контролю ОКІ цифрової мережі зв'язку

Проблема надійності ВОЛЗ охоплює широке коло питань і за своєю суттю є комплексною. Її рішення вимагає застосування відповідних методик оцінки, розрахунку і контролю різних параметрів оптичних кабелів і показників надійності ВОЛЗ.

Надійність ВОЛЗ залежить від різних конструктивно-виробничих і експлуатаційних чинників. До перших відносять чинники, пов'язані з розробкою, проектуванням і виготовленням ОКІ і інших допоміжних виробів і пристроїв, що входять до складу ВОЛЗ. До других - усі чинники, що впливають на надійність ОКІ в процесі його прокладення, монтажу і подальшої експлуатації.

Одним з основних експлуатаційних чинників, що дозволяють прогнозувати погіршення характеристик оптичних волокон і забезпечувати необхідний рівень надійності ВОЛЗ, є безперервний моніторинг ОКІ ВОЛЗ. При цьому системи моніторингу ОКІ ВОЛЗ повинні передбачатися вже на етапі планування і проектування сучасних цифрових мереж зв'язку.

Це особливо важливо і актуальне для ВОЛЗ на повітряних лініях електропередачі (ВОЛЗ-ВЛ), вживаних при створенні великих корпоративних мереж зв'язку великими енергокомпаніями. Такі ВОЛЗ-ВЛ мають дуже високу надійність, але при цьому у разі аварії вимагають значних витрат часу і матеріально-технічних ресурсів на проведення аварійно-відновних робіт.

| | | | | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 29 |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | КВРТР.2019031.01.10 ПЗ | | | | |

Нині ОКІ з одномодовими оптичними волокнами різного типу є найбільш досконалим середовищем для передачі інформації. По смузі пропускання (швидкість передачі понад 10 Гбіт/с), лінійним втратам (загасання 0,2-0,25 дБ/км) і дальності передачі (понад 150 км) ОКІ не мають собі рівних. Одне з найважливіших завдань - підтримка характеристик волокна на належному рівні. Саме тому системи безперервного моніторингу оптичних волокон в ОКІ ВОЛЗ придбавають особливу значущість при побудові сучасних цифрових мультисервісних мереж.

Такі системи - системи дистанційного тестування волокон RFTS (Remote Fiber Test System) - нині випускаються рядом зарубіжних компаній. Проте для практичного застосування подібних систем при побудові великих протяжних мереж зв'язку потрібно серйозний порівняльний аналіз можливостей різних систем RFTS і вивчення проблеми їх інтеграції з системами інформаційної підтримки і управління такими мережами.

Широке поширення сучасних цифрових мереж на основі ВОЛЗ привело до перегляду самих принципів їх обслуговування і експлуатації. Із-за великих об'ємів передаваної інформації в мережі, високої вартості втрати трафіку внаслідок ушкодження ОКІ і великої протяжності ВОЛЗ потрібно оперативне і кваліфіковане обслуговування і своєчасну діагностику ОКІ ВОЛЗ. Рішення цих завдань при побудові великих волоконно-оптичних мереж можливе на основі застосування автоматизованої системи безперервного моніторингу ОКІ мережі і переходу до принципу профілактичного обслуговування ВОЛЗ.

2.2 Технологія TMN та xWDM

У цьому проекті буде використана технологія CWDM (Грубе спектральне мультиплексування), оскільки вона оптимально підходить для поставленої мети як в грошовому еквіваленті так і в якості передачі інформації.

Технологія CWDM (Рисунок 2.2). Дуже ефективним є метод ущільнення оптичних, що несуть - WDM (Wavelength Division Multiplexing). Суть цього

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 30 |

методу полягає в тому, що ряд інформаційних потоків, переносимих кожен на своїй що оптичною, що несе, за допомогою спеціальних пристроїв - оптичних мультиплексорів - об'єднується в один оптичний сигнал, який вводиться в оптичне волокно. На приймальній стороні проводиться зворотна операція демультиплексування.

Переваги технології CWDM :

- передача 16-ти незалежних сервісів по двох парах ОВ;
- низька вартість в порівнянні з DWDM;
- гнучкість в реалізації різних топологій;
- передача даних на великі відстані;
- єдина система управління усіма вузлами CWDM мережі.

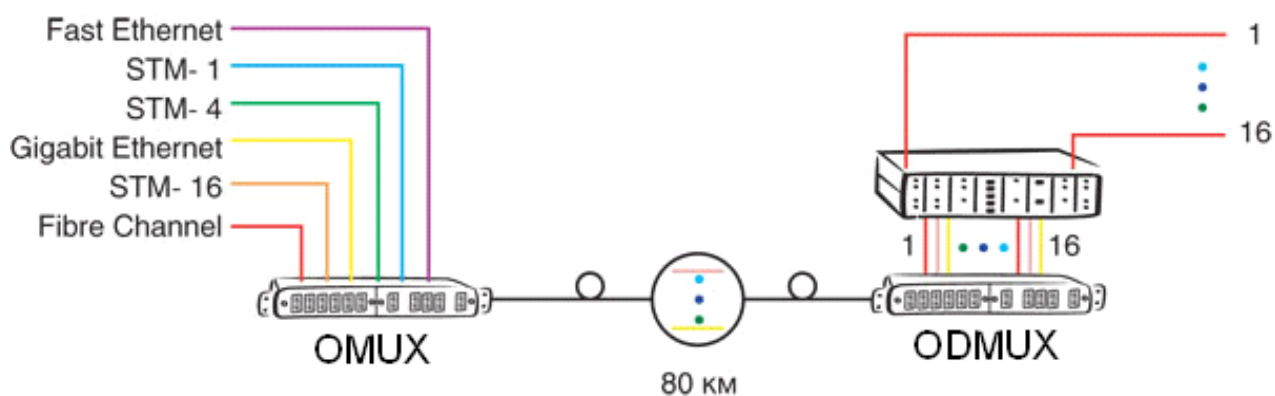


Рисунок 2.2 - Приклад системи CWDM

Що таке CWDM? Грубе спектральне мультиплексування - CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) - є технологією передачі даних, що дозволяє одночасну передачу різних протоколів по одній парі оптичних волокон. CWDM базується на використанні оптичних каналів, віддалених один від одного на відстані 20 нм. Ці оптичні канали, що лежать в діапазоні від 1310 до 1610 нм, специфіковані рекомендацією G - 694.2 Міжнародного телекомунікаційного союзу (ITU). При розширенні діапазону вниз до 1270 нм число можливих каналів передачі збільшується до 18. Проте в цьому випадку виникають дві проблеми. По-перше, на коротших довжинах хвиль втрати на випромінювання

майже удвічі більше, а тому максимально допустима відстань передачі помітно скорочується; по-друге, доводиться використати спеціальні волокна.

Тому на практиці число можливих каналів передачі не перевершує 16.

Чому CWDM? Технологія CWDM подовжує час «життя» існуючих волоконно-оптичних мереж шляхом використання сітки частот, не використовуваних традиційними приймачами. Технологія інваріантна до протоколів передачі інформації, що дозволяє організувати різні телекомунікаційні послуги в одному транспортному середовищі.

Збільшення частотної відстані між каналами призводить до помітного зниження вартості активних і пасивних компонентів в порівнянні з технологією DWDM - Dense Wavelength Division Multiplexing (щільне спектральне мультиплексування з відстанню між каналами 0,8 нм). Крім того, грубе спектральне мультиплексування забезпечує гнучкість системи передачі інформації і можливість реалізації різних топологій.

2.3 Топологія "Кільце"

Топологія "Кільце" - активна топологія. Усі комп'ютери в мережі пов'язані по замкнутому колу. Прокладення кабелів між робочими станціями може виявитися досить складним і дорогим якщо вони розташовані не по кільцю, а, наприклад, в лінію.

В якості носія в мережі використовується вита пара або оптоволокно. Повідомлення циркулюють по колу.

Робоча станція може передавати інформацію іншій робочій станції тільки після того, як отримає право на передачу (маркер), тому колізії виключені. Інформація передається по кільцю від однієї робочої станції до іншої, тому при виході з ладу одного комп'ютера, якщо не приймати спеціальних заходів вийде з ладу уся мережа.

Час передачі повідомлень зростає пропорційно збільшенню числа вузлів в мережі. Обмежень на діаметр кільця не існує, оскільки він визначається тільки відстанню між вузлами в мережі.

Окрім приведених вище за топологій мережі широко застосовуються т. н. гібридні топології: "зірка-шина", "зірка-кільце", "зірка-зірка".

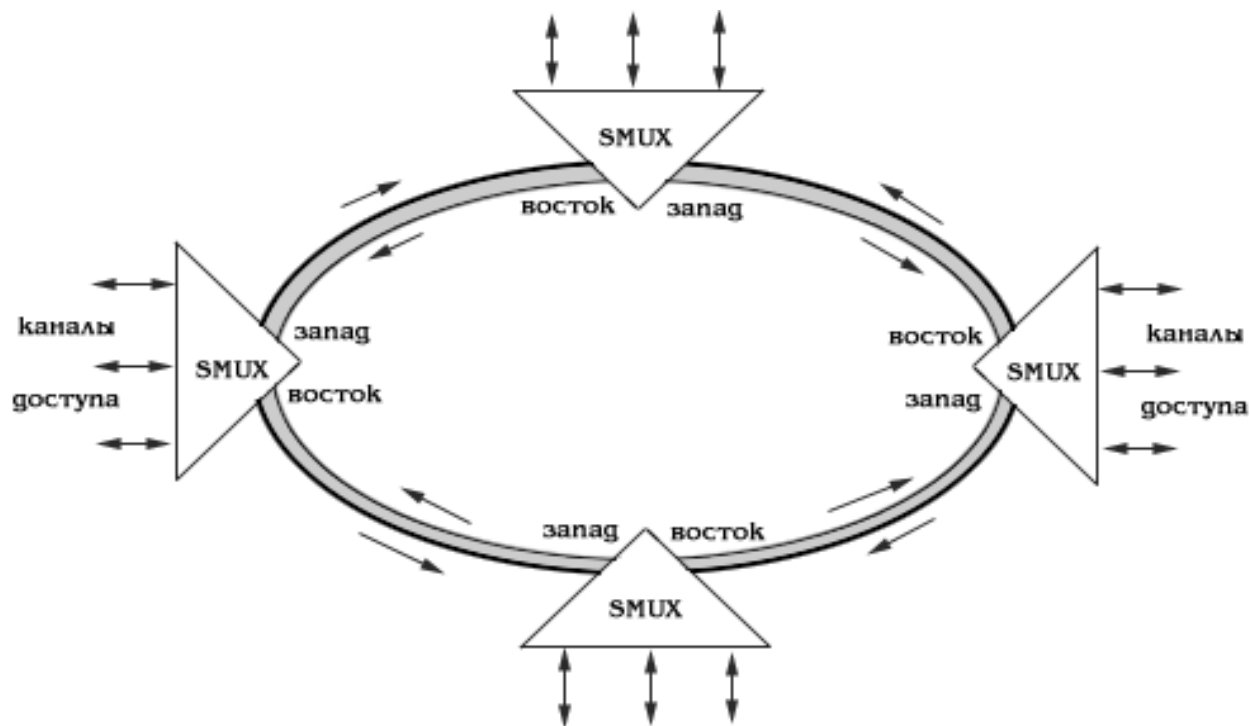


Рисунок 2.3 - Топологія "Кільце"

2.4 Устаткування моніторингу цілісності

Устаткування моніторингу цілісності ВОЛЗ з використанням пари «джерело випромінювання - приймач» (Transmission Monitoring або скорочено ТМ)

Система моніторингу, побудована на устаткуванні MLS (Рисунок 2.4) відповідає усім сучасним вимогам, маючи можливості видаленого управління і контролю через мережу Ethernet, організації декількох робітників місць для видаленого доступу на робочу станцію, системою сповіщення світлової і звукової сигналізації, видаленого сповіщення через розсилку поштових

повідомлень і відправки SMS на стільникові телефони відповідального персоналу.



Рисунок 2.4 - Приймально-передавальний модуль системи MLS

У системі ТМ моніторинг здійснюється за допомогою пари «джерело випромінювання - приймач», коли з одного боку ВОЛЗ до волокна підключається модуль передавача, з іншої - модуль приймача. Основою системи є модуль MLS 30х, який може включати до свого складу стабілізоване джерело лазерного випромінювання, оптичний приймач, комбінацію передавача і приймача і т.д... Модуль також може бути оснащений вбудованим рідкокристалічним 4-х рядковим дисплеєм, для здійснення моніторингу і контролю з передньої панелі устаткування.

На малюнку 2.5 приведена типова схема організації системи моніторингу цілісності ВОЛЗ з використанням устаткування MLS в наступній конфігурації:

- MLS 30T (Передавач з управлінням по інтерфейсу RS485);
- MLS 30R (Передавач з управлінням по інтерфейсу RS485);
- MLS 30R (MLS PC контроллер).

| | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата |

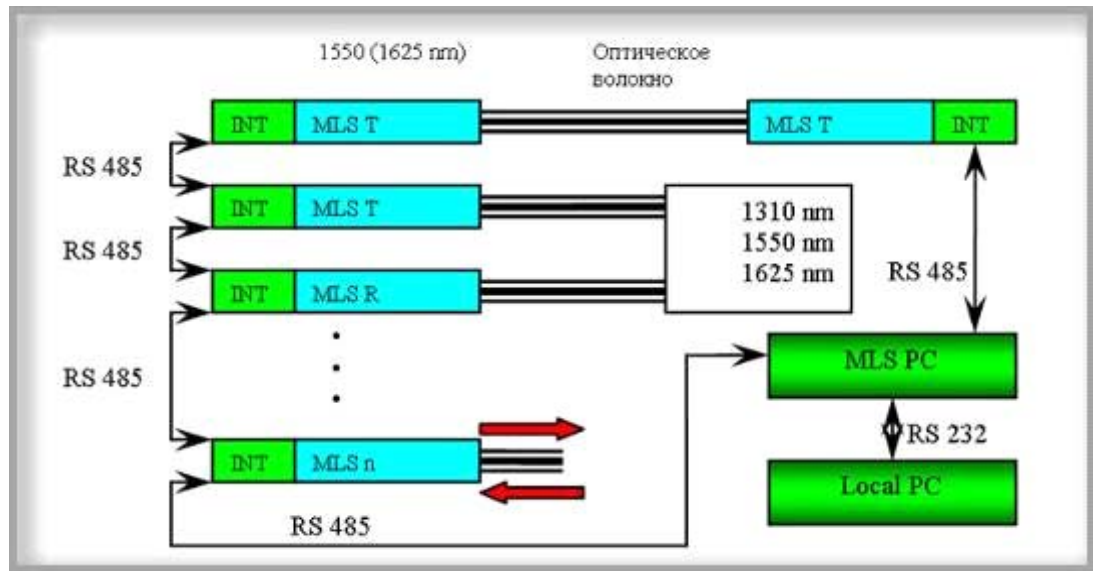


Рисунок 2.5 - Типова схема побудови системи моніторингу ТМ «темних» волокон для невеликого вузла.

Управління цією конфігурацією побудоване на основі зовнішньої шини з використанням протоколу обміну RS 485. Цей протокол підтримує одночасну роботу до 32 модулів (таких як MLS 30R, MLS 30T, MLS 30A), підключених до шини. Зазвичай обмін в шині відбувається між керованими модулями і «Мастер-модулем». Для збереження результатів вимірів може використовуватися зовнішній накопичувач. З'єднання з ПК відбувається через інтерфейс RS 232.

У разі, коли волокно не повертається на вузол, застосовується схема контролю із застосуванням зв'язку з видаленим вузлом за допомогою протоколу TCP/IP. Ця схема працює на складнішому комунікаційному рівні, у зв'язку з чим вимагає застосування модуля з Ethernet інтерфейсом MLS 50, інтерфейсу, що виступає конвертором, з RS 485 в TCP/IP для зв'язку із зовнішнім MLS PC сервером, що збирає статистику роботи видалених приймачів і передавачів, що аналізує інформацію, що поступає, і на її основі що видає сигналізацію про нормальний стан лінії або про аварію.

Вище розглядалася робота системи моніторингу по «темних» волокнах, але частенько доводиться стикатися з ситуаціями, коли немає можливості

використати «темне» волокно для організації моніторингу ВОЛЗ. Зазвичай для таких вимірів використовуються джерела випромінювання, працюючі на довжині хвилі, відмінної від робочої довжини хвилі сигналу в лінії.

Обидва сигнали (корисний і аналоговий вимірювальний сигнал) вводяться у волокно за допомогою WDM -мультиплексорів і розділяються на іншому кінці волокна за допомогою таких же пристроїв (Рисунок 2.6).

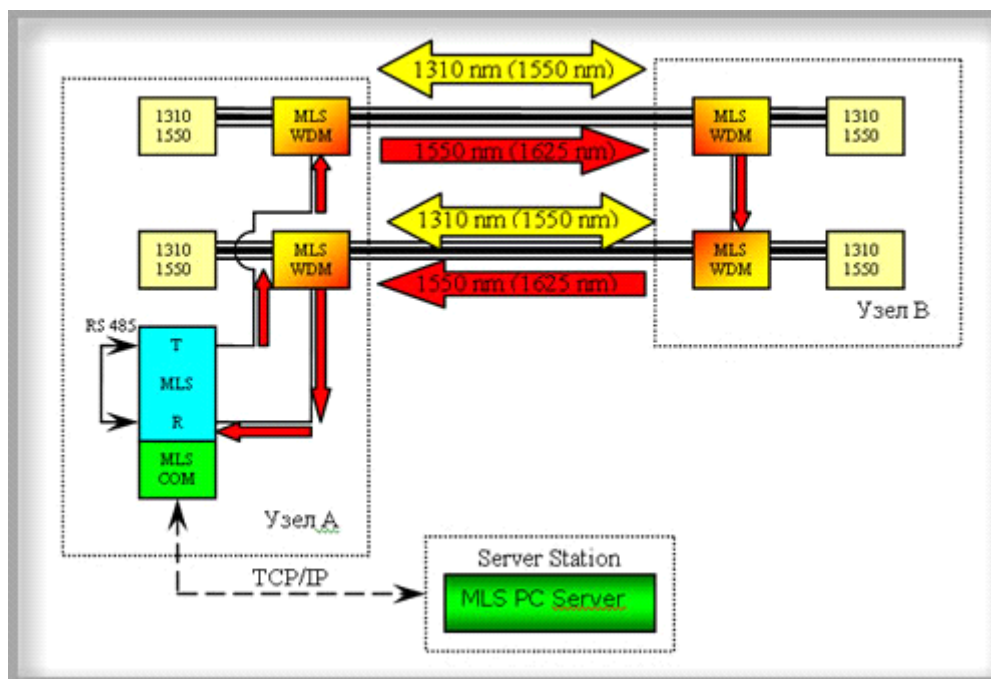


Рисунок 2.6 - Типова схема організації системи моніторингу ТМ «активних» волокон. Як приклад показаний один з варіантів організації одночасного моніторингу декількох волокон.

На приведеній нижче схемі передбачається, що каналообразующее устаткування працює на довжинах хвиль 1310 нм і/або 1550 нм, а передавачі MLS - на 1625 нм.

2.5 Приклад імплементації TMN в існуючому обладнанні

Система Harris 20-20 (Рисунок 2.7) є мережевою установською телефонною станцією з витікаючим зв'язком, який забезпечує різні функції при організації установської і транзитної мережі зв'язку, що входить.

Наявність деяких властивостей системи залежить від конкретної версії програмного забезпечення, а також вибирання факультативних програмних засобів, що придбавалися.

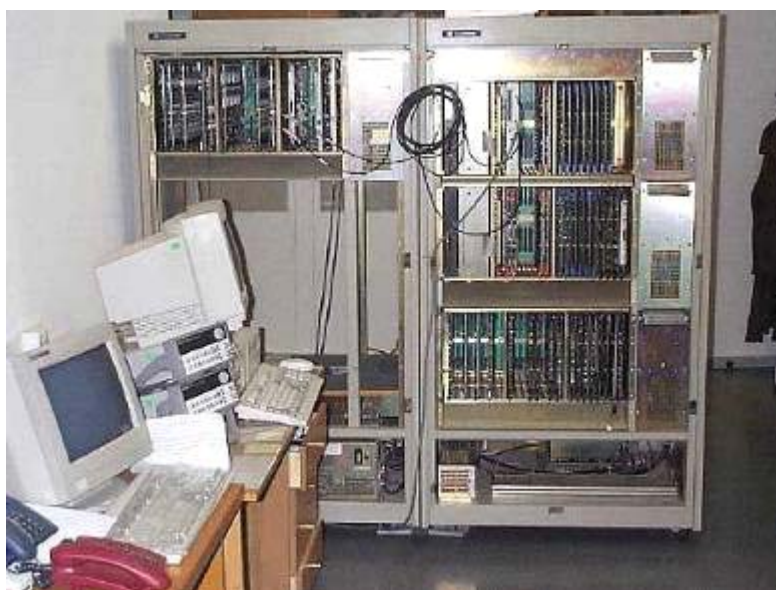


Рисунок 2.7 - АТС Harris 20-20 LN

Передача зовнішнього виклику на інший номер

Ця функція є частиною властивості функціональної прозорості, але може також використовуватися і в тих випадках, коли Harris 20-20 працює не в прозорій мережевій системі. Коли ця функція наводиться в дію для станції або телеустантування, що поступають на цю станцію/телеустантування виклики переадресовуватимуться на альтернативний зовнішній пункт призначення до тих пір, поки ця функція не буде скасована. Користувач станції/телеустантування вказує пункт призначення для переадресації нових викликів кожного разу, коли функція передачі виклику наводиться в дію для

цієї станції або телеустаткування. Як для внутрішніх, так і для зовнішніх зухвалих абонентів передбачаються наступні варіанти передачі виклику :

- передавати усі виклики;
- передавати виклики, коли номер зайнятий;
- передавати виклики, коли номер зайнятий або не відповідає;
- передавати виклики, коли номер не відповідає.

Властивість прозорості.

Прозора мережева система Harris забезпечує «прозорий» зв'язок комутаційних платформ Harris 20-20 між собою і дозволяє декільком встановленим в одному місці або розосередженим облаштуванням Harris 20-20 функціонувати в якості єдиної і уніфікованої комутаційної системи. Програмні засоби прозорої мережевої системи дозволяють надавати в прозорому режимі цілий комплекс різних послуг, у тому числі каталог оператора мережі, індикацію на дисплеї імені і номера зухвалою абонента, однакову схему привласнення номерів абонентам, а також такі функції установської телефонної станції як затримка викликів, передача зовнішніх викликів на інший номер і зворотний виклик по додатковому номеру.

Допомога в застосуванні прозорої мережевої системи або в організації прозорих систем можна отримати у вашого місцевого торгового представника.

Система цільового конференц-зв'язку (MCS).

Система цільового конференц-зв'язку забезпечує виконання функцій, які дозволяють учасникам використати широкий вибір варіантів організації конференцій.

Конференція-зустріч дозволяє багатьом абонентам, які провели відповідний виклик, активно брати участь в ній або тільки чути що на ній говориться. Система дозволяє вести до 99 таких конференцій. Користувачі функції конференції-зустрічі можуть підключитися до такої конференції, якщо категорія їх обслуговування передбачає доступ до неї і якщо схема набору номера дозволяє це зробити. При цьому число додаткових апаратів (пультів для

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 38 |

конференцій, аналогових абонентських станцій і телеустаткувань Optic) або магістралей, по яких можна слухати що відбувається на конференції, не обмежене. Активно брати участь в конференції можуть, залежно від типу телефонних апаратів і трактів зв'язку, до 150 абонентів одночасно.

Багатоканальний конференц-зв'язок дозволяє одному абонентові одночасно прослуховувати (контролювати) декілька розмов на власний розсуд. Абонент може прослуховувати хід семи конференцій або прослуховувати шість і активно брати участь в сьомій. При цьому активне з'єднання може бути реалізоване у вигляді двосторонньої розмови, поступальної, зустрічної або запланованої конференції. Усі контрольовані введення у багатоканальну конференцію повинні проходити по каналах конференції-зустрічі. Багатоканальні конференції можуть копіюватися на телеустаткування Optic або на пульти для проведення конференцій, що дозволяє абонентам таких апаратів контролювати конференцію і/або активно брати участь в ній. На аналогову абонентську станцію або магістраль копіювання може проводитися тільки при з'єднанні для активної участі або тільки для прослуховування.

Конференція в мережі забезпечує проведення багатоканальних конференцій в режимі використання багатьох вузлів мережі.

Пульт для проведення конференцій має рідкокристалічний дисплей на 40 алфавітно-цифрових символів, облаштування передачі повідомлень, мікрофон, можливості багатоканальної лінії або шлейфу і 19 функціональних клавiш. Інтегрована клавіатура для конференц-зв'язку є панеллю з 20 клавiшами, що дозволяє здійснювати доступ до заздалегідь заданих конференцій-зустрічей натисненням однієї клавiші. Одночасна передача мови і даних забезпечується за допомогою вбудованого гнізда інтерфейсу RS232.

Пристрій для запису конференцій дозволяє безперервно впродовж 24 годин записувати до 20 конференцій-зустрічей одночасно.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 39 |

2.6 Висновки до другого розділу

Проектування будь-якого пристрою чи вузла розпочинається з побудови його структурної схеми, яка має найповніше відповідати характеру роботи пристрою. Цифровий рефлектометр відноситься до області вимірювальної техніки і призначений для роботи в комплекті з ЕОМ.

Рефлектометри використовуються на практиці в багатьох областях науки і техніки. Области їх застосування надзвичайно широкі: від науково-дослідницьких лабораторій провідних наукових інститутів до навчальних лабораторій вузів та професійно-технічних училищ.

Широко застосовуються вони також в практиці вимірювань у ремонтних майстернях по обслуговуванню побутової електронної техніки. Виходячи з такої широкої області застосування та відповідно, широкого кола персоналу, який працює з рефлектометрами, постає необхідність спроектувати таких прилад, який би був зручний у користуванні і кваліфікованим фахівцям і непідготовленим учням.

Разом з тим постає задача підвищення точності вимірювання, зниження масо-габаритних показників та споживаної потужності.

Галузі застосування:

- прокладка кабельних ліній всіх типів;
- пошук місць пошкоджень в кабельних лініях всіх типів;
- експлуатація кабельних ліній сільських, міських та міжнародних телефонних станцій;
- кабельне телебачення та комп'ютерні мережі;
- паспортизація кабельних ліній;
- діагностика стану ліній.

Таким чином, для розв'язку нашої задачі потрібно застосувати саме такий вузел – рефлектометр.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 40 |

3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА ЕЛЕКТРИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРИСТРОЮ

3.1 Принцип роботи виробу

Проектування будь-якого пристрою чи вузла розпочинається з побудови його структурної схеми, яка має найповніше відповідати характеру роботи пристрою. Цифровий рефлектметр відноситься до області вимірювальної техніки і призначений для роботи в комплекті з ЕОМ.

Рефлектметри використовуються на практиці в багатьох областях науки і техніки. Области їх застосування надзвичайно широкі: від науково-дослідницьких лабораторій провідних наукових інститутів до навчальних лабораторій вузів та професійно-технічних училищ. Широко застосовуються вони також в практиці вимірювань у ремонтних майстернях по обслуговуванню побутової електронної техніки.

Виходячи з такої широкої області застосування та відповідно, широкого кола персоналу, який працює з рефлектметрами, постає необхідність спроектувати таких прилад, який би був зручний у користуванні і кваліфікованим фахівцям і непідготовленим учням. Разом з тим постає задача підвищення точності вимірювання, зниження масо-габаритних показників та споживаної потужності.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 41 |

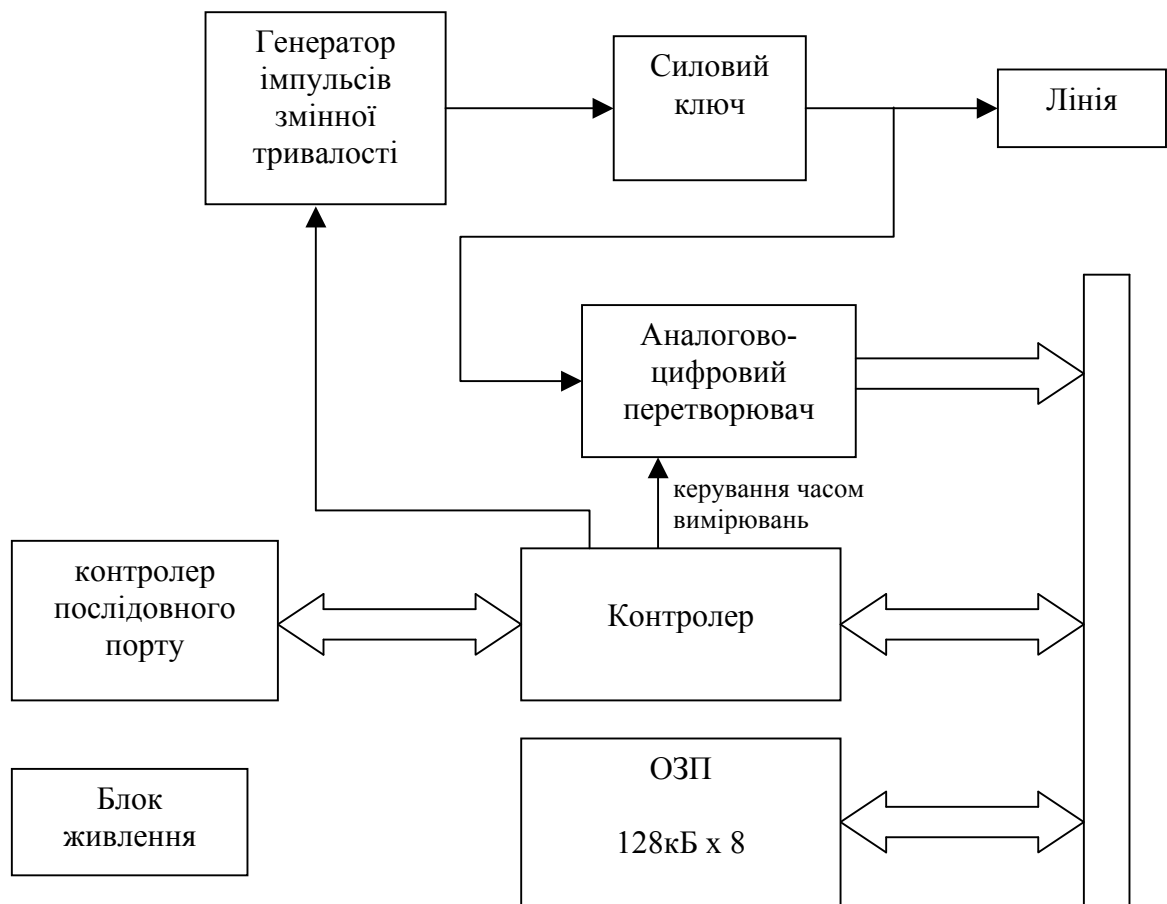


Рисунок 3.1 – Структурна схема імпульсного рефлектометра

Враховуючи все вище сказане розроблено структурну схему приладу для вимірювання частоти, що вільний від вище перерахованих недоліків (рис. 3.1). Схема електрична структурна пристрою для вимірювання частоти приведена на кресленні.

Рефлектометр складається з таких частин:

- генератора імпульсних сигналів змінної тривалості;
- силового ключа, який виконує функцію формування імпульсу відомого розмаху;
- аналогово-цифрового перетворювача;
- контролера системи та ОЗП;
- контролеру послідовного порту;
- блоку живлення.

Принцип роботи приладу полягає у формуванні короткотривалого імпульсу за допомогою генератора імпульсів. Створений імпульс подається на пристрій узгодження – силовий ключ, звідки потужний імпульс подається в лінію.

Як тактовий генератор використовується формувач точних імпульсів K1533AG1. Який виконано у типовому ввімкненні автогенератора із дозволом на запуск. Дозвіл на запуск формується тригером K1533TM2. Його вхід S керується контролером. При необхідності запустити генератор, на вхід S подається короткотривалий сигнал логічного рівня “0” від контролера (сигнал “GEN”).

Відповідно до цього, вихід тригера Q встановлюється в стан логічної “1” і генератор AG1 запускається. Тривалість тактових імпульсів при $C_{10} = 10$ нФ, $R_2 = 2,1$ кОм, складає 50 ± 3 нс.

Лічильник K555IE7 разом із другою половиною тригера K1533TM2 виконує роль формувача тривалості імпульсу. Одночасно із встановленням тригера DD4.1 у “1”, тригер DD4.2 встановлюється у “1”.

Встановлення тригера DD4.2 у “1” призводить до відкриття транзистора VT1 – початку формування імпульсу.

Керування тривалістю імпульсу залежить від часу, який лічильник K555IE7 має відрахувати від певного початкового значення до 15. Встановлення початку лічби виконується асинхронним завантаженням значень на інформаційні входи D0-D3 за сигналом від контролера по лінії “TL”.

Досягнення лічильником значення “15” (або “1111” у двійковому значенні) на виходах Q0-Q3 призводить до формування сигналу на виході “ ≥ 15 ” логічного рівня “0” який подається на входи R DD4.1 та DD4.2. Таким чином, відбувається вимикання генератора K1533AG1 та завершення імпульсу.

Тривалість імпульсу на виході генератора імпульсу визначається як:

$$T_{imp} = T_{AG1} \cdot (16 - N) \quad (3.1)$$

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КВРТР.2019031.01.10 ПЗ | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 43 |

де T_{AG1} – період генерування на виході генератора АГ1, $T_{AG1}=100$ нс;

N – цифровий код, який подається на вхід лічильника DD6.

Мінімальне значення коду $N=0$, максимальне $N=15$, що дає можливість отримати сигнали від 100 нс до 1600 нс тривалістю.

Одночасно із запуском генератора К1533АГ1, починається відлік для аналізу стану лінії. Для цього використовується АЦП.

У запропонованій схемі, АЦП реалізовано на базі струмового ЦАП DD2 – AD7250, який із операційним підсилювачем К544УД2 дозволяє встановлювати 10-бітне значення опорної напруги від -15 до $+15$ В. Мінімальна величина одного розряду АЦП в даному ввімкненні складає:

$$\Delta U = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{2^N}, \quad (3.2)$$

де U_{\max} , U_{\min} – максимальне та мінімальне значення напруги живлення;

N – кількість розрядів АЦП.

$$\Delta U = \frac{15 - (-15)}{2^{10}} = 0,029 \text{ В.}$$

Компаратор К554СА3 виконує порівняння між отриманим сигналом з лінії та опорною напругою. Результат порівняння – цифровий сигнал рівня “0”/”1” подається на вхід переривання мікроконтролера IRQ1.

Таким чином, процес вимірювання стану лінії можна представити за наступним алгоритмом:

1. Встановлюється опорна напруга U_{on} від -15 до $+15$ В;
2. Формується імпульс тривалістю $T_{AG1} \cdot (16 - N)$;
3. Одночасно із запуском імпульсу, в контролері запускається внутрішній лічильник часу із $f_{такт} = 16$ МГц.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КВРТР.2019031.01.10 ПЗ | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 44 |

4. Через певний час відліків M визначається сигнал на вході переривання мікроконтролера IRQ1, що дозволяє визначити рівень сигналу відбиття при затримці у M відліків.

5. При необхідності, рівень сигналу записується в ОЗП, встановлюється нове значення M та процес вимірювання знову повторюється з п.2.

Якщо період відліків M незмінний, а змінювати порогову напругу на вході компаратора DA6, ми маємо змогу визначити напругу за час, який визначається за таким виразом:

$$T_M = \frac{1}{f_{такт}} M \quad (3.3)$$

де $M = 1..65535$ відліків

При M від 1 до 65535, отримаємо T_M від 62,5 нс до 4095,9 мс, або у перерахунку на відстань:

$$l = \frac{c \cdot t}{2k} \quad (3.4)$$

де c – швидкість світла, $3 \cdot 10^8$ м/с;

k – коефіцієнт скорочення, залежить від лінії;

t – час, с

Підставивши в (3.4) мінімальний та максимальний час, при $k = 1,5$, отримаємо:

$$l_{\min} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 62,5 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 1,5} = 6,25 \text{ м};$$

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КВРТР.2019031.01.10 ПЗ | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 45 |

$$l_{\min} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 4095,9 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 1,5} = 409590 \text{ м};$$

Отже, існує можливість виконувати вимірювання лінії із шагом в 6,25 м; максимальна відстань вимірювання – 409 км. Зрозуміло, що при вимірюванні на таку відстань, сигнал послабиться дуже сильно, а керованого підсилювача в схемі не передбачається, тому можна обмежити відстані до 20 км, згідно із параметрами аналогів. Це вимагає виконання лише 3200 відліків.

ОЗП зберігає результати вимірювань. Якщо обмежитись $M = 3200$, то у запропоноване ОЗП можна записати до $65536/3200=20$ повних вимірювань.

Блок живлення виконує задачу формування таких напруг, як: напруга живлення цифрової частини приладу; напруга живлення аналогової частини приладу; напруга живлення вихідного каскаду системи.

У якості джерела опорної напруги використовуються прицевійні інтегральні стабілізатори STmicroelectronics Group 7805, 7809, 7815, 7915 [1] із точністю не гірше 2% від вихідної напруги в усьому діапазоні робочих напруг.

3.2 Визначення споживаної потужності

Для визначення потужності, що споживається приладом, визначимо струм, що споживається схемою, а потім знаючи напругу живлення визначимо потужність.

Потужність споживання приладу складається із потужностей споживання окремих елементів схеми. Обрахуємо споживану потужність ІМС схеми (табл. 3.1)

Крім потужності споживання ІМС розсіювання потужності відбувається також на резисторах. Враховуючи, що всі резистори схеми електричної принципової працюють в малонавантаженому режимі, їх розсіювану

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 46 |

потужність вибираємо рівною $P_{розс}=0,0625$ Вт. Загальна розсіювана потужність всіх резисторів $P_{рез}=0,05$ Вт.

Таблиця 3.1 – Потужності споживання елементів схеми

| Тип ЕРЕ | Кільк. корпусів | $I_{СП.},$ мА | $U_{ж.},$ В | РСП., мВт |
|---------------|-----------------|---------------|-------------|-----------|
| 7805 | 1 | 0,8 | 18-5 | 10,4 |
| 7809 | 1 | 0,8 | 18-9 | 7,2 |
| 7815 | 1 | 0,8 | 18-15 | 2,4 |
| 7915 | 1 | 0,8 | 18-15 | 2,4 |
| MAX232N | 1 | 15 | 5 | 75 |
| ATmega16-16PI | 1 | 18 | 5 | 90 |
| K555IP23 | 1 | 40 | 5 | 200 |
| K555IE7 | 1 | 34 | 5 | 170 |
| K1533TM2 | 1 | 18 | 5 | 90 |
| K1533AG1 | 1 | 27 | 5 | 135 |
| W24512A | 2 | 160 | 5 | 800 |
| всього | | | | 1582,4 |

Звідки максимальна потужність споживання всієї схеми електричної складе 1644,9 мВт.

Розрахуємо струм, що буде споживатися пристроєм від блока живлення :

$$I_{cn} = \frac{P_{СП.МАКС}}{U_{ж}} \quad (3.5)$$

де $U_{ж}$ – напруга живлення.

$$I_{cn} = \frac{1,6449}{5} = 0,32898 \text{ (A)}$$

Приймаємо максимальний струм у 0,33 А, що є прийнятним для будь-якого з використаних стабілізаторів живлення із 1 А максимальним струмом.

3.3 Аналіз елементної бази

Вибране конструктивне виконання пристрою створюють необхідність у максимально-можливому зменшенні його габаритних розмірів, максимальному зниженні його маси. Так як принцип роботи частотоміру ґрунтується на обробці цифрових сигналів, він може бути віднесений до субблоків цифрових електронно-обчислювальних машин, що в свою чергу ставить вимоги до підвищення надійності та швидкодії.

Керування приладом відбувається за допомогою команд, які подаються у прилад через послідовний порт. Це спрощує керування приладом, дозволяє спростити конструкцію системи та зменшити вартість її.

Блок керування та індикації побудований на базі 8-ми бітної ОМЕОМ з AVR архітектурою типу ATmega16-16PI фірми ATMEL. Основними перевагами даної ОМЕОМ є низька споживання потужності. Дане виконання дозволяє виконувати на базі одного мікроконтролера велику кількість функцій.

Усі AVR-контролери мають Flash-пам'ять програм, що може бути завантажена як за допомогою звичайного програматора, так і за допомогою SPI-інтерфейсу, у тому числі безпосередньо на цільовій платі.

Число циклів перезапису - не менш 1000. Останні версії кристалів сімейства "mega" випуску 2001-2002 року мають можливість самопрограмування. Це означає, що мікроконтролер здатний самостійно, без зовнішнього програматора, змінювати вміст комірок пам'яті програм. Тобто, нові AVR можуть змінювати алгоритми свого функціонування і програми, закладені в них, і далі працювати уже по зміненій новій програмі.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 48 |

Усі AVR мають також блок енергонезалежної пам'яті даних EEPROM, що електрично стирається. Цей тип пам'яті, доступний програмі мікроконтролера безпосередньо в ході її виконання, зручний для збереження проміжних даних, різних констант, таблиць перекодувань, каліброваних коефіцієнтів і т.п. EEPROM також може бути завантажена ззовні як через SPI інтерфейс, так і за допомогою звичайного програматора. Число циклів перезапису – не менш 100000. Два програмувальних біти таємності дозволяють захистити пам'ять програм і енергонезалежну пам'ять даних EEPROM від несанкціонованого зчитування. Даний факт використовується для зберігання інформації про результати вимірювань – частоту сигналу, дату та час проведення вимірювання. Можливості EEPROM дозволяють виконувати багато різноманітних функцій. Серед них: запис результатів вимірювання у банки пам'яті, з подальшою передачею на ПЕОМ, на тривале зберігання; проведення самотестування, для перевірки правильності функціонування схеми приладу; ведення хронометражу, тобто наявність вбудованого годинника, для часового моніторингу результатів вимірювання, встановлення поточної дати та часу; надання службової інформації про стан пам'яті та багато інших, що будуть необхідні замовнику.

Для обробки та зберігання інформації про частоту виміряного сигналу використовується ПЕОМ, що підключається через стандартний інтерфейс типу RS-232. Логічні рівні даного інтерфейсу не дозволяють напряму використовувати їх для управління мікроконтролером. Тому для перетворення рівнів інтерфейсу RS-232 в рівні TTL, що використовує мікроконтролер служить блок перетворювача рівнів TTL/RS-232. Даний інтерфейс - RS-232 – це послідовний інтерфейс, що використовує для прийому та передачі дві лінії: RX – для прийому та TX – для передачі. Блок виконаний на базі інтегральної мікросхеми перетворювача MAX232N фірми Texas Instruments, ввімкнутій за стандартною схемою.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 49 |

Із цього всього можна зробити висновок, що елементна база в цілому відповідає вимогам, що задані в ТЗ, для забезпечення необхідних характеристик пристрою.

3.4 Розробка просторової структури виробу

3.4.1 Виділення структурних рівнів конструкції

У відповідності вимог нормативної документації [8], проєктований «Пристрій вимірювання частоти за моментами спів падання сигналу» можна розділити наступні структурні рівні.

Нульовий структурний рівень (РЕЗ-0) - елементна база проєктованого пристрою, у склад якого входять ІМС АТmega16-16PI, W24512A, MAX232N та ін.; дискретні ЕРЕ – конденсатори, резистори, кварцовий резонатор.

Перший структурний рівень (РЕЗ-1) - до даного рівня відноситься завершений розроблюваний виріб, автономні субблоки. У нашому випадку такими являються складальна одиниця друкованої плати приладу.

Другий структурний рівень (РЕЗ-2) - включає в себе радіоелектронні блоки. У нашому випадку це збірний прилад цифрового рефлектометра.

3.4.2 Визначення форми виробу

Форма виробу визначається рядом факторів, найбільш важливим з яких є: місце встановлення пристрою і засоби з'єднання його з об'єктом установки; склад вузлів з яких komponується прилад; вимоги економіки; інженерної психології та технічної естетики. Аналізуючи конструкції аналогічних переносних, малогабаритних приладів (рис.2.2), вивчивши переваги та недоліки такої конструкції корпусу та виходячи з перелічених вище вимог обираємо форму пристрою у вигляді паралелепіпеда із розташуванням органів керування та індикації на верхній площині корпусу.

Вигляд конструкції виробу визначається кількістю структурних рівнів та їх геометричним komponуванням. Геометричне komponування – це вибір

| | | | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|--|--|------------------------|------|
| | | | | | | | КВРТР.2019031.01.10 ПЗ | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | | | 50 |

форми, розмірів, взаємного розташування частин та способу їх пересування відносно один одного. Мета геометричного компоунвання - забезпечення заданих характеристик та задоволення експлуатаційних та конструктивно-технологічних вимог.

До конструктивно-технологічних вимог відноситься:

– забезпечення можливості окремого виробництва та контролю конструкцій;

– намагання мінімізувати кількість типономіналів елементів конструкції (мінімізація кількості елементів кріплення, структурних рівнів, деталей, що крім того мають бути вітчизняного виробництва та відповідати вимогам стандартів);

– забезпечення можливості серійного виробництва (мінімум деталей із необхідністю ручної праці);

– використання прогресивних методів виготовлення (штамбування, виробу із пластмаси і т.п);

– забезпечення легкого та однозначного доступу до всіх елементів конструкції;

– забезпечення високого ступеню ремонтпридатності;

– забезпечення мінімальних габаритів та маси.

До експлуатаційних вимог відноситься:

– можливість експлуатації персоналом певної кваліфікації;

– зручний доступ до органів керування, індикації та ін;

– передбачення різноманітних засобів виявлення та сигналізації аварійного стану;

– наявність спеціальних елементів для фіксації в певному положенні під час регулювання та експлуатації;

– можливість встановлення в місці експлуатації без порушення схемотехнічних компонент.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 51 |

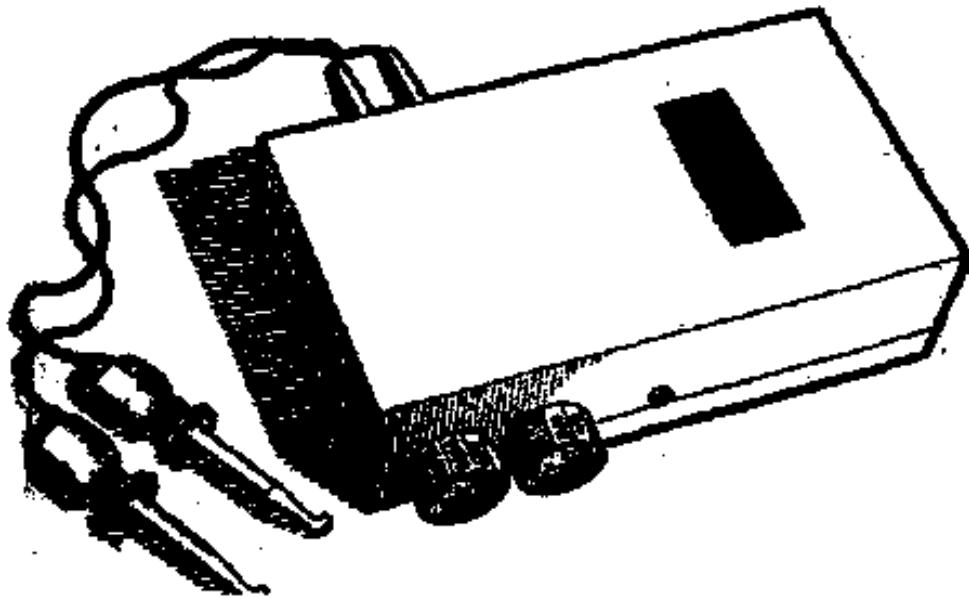


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд переносного радіовимірювального приладу

Завдання пошуку оптимальної форми конструкції ставиться наступним чином: знайти пласку фігуру заданої площі обмежену замкненою кривою мінімального периметру; або просторову фігуру заданого об'єму, обмежену пласкими фігурами мінімальної площі. Площа та об'єм залежать від електроукомплектування, що розміщується в ній.

Найліпшими фігурами для конструювання є круг та куля [3, 4], котрі теоретично забезпечують мінімум зовнішніх компонент та рівновіддаленість їх від центру. Але такі форми не відповідають перерахованим вище вимогам та не забезпечують щільність упакування в конструкції вищого структурного рівня. Тому типові конструкції завжди рекомендується виконувати у вигляді прямокутного паралелепіпеда.

Такий вибір загальної форми відповідає узгодженню зразу 3-х перших структурних рівнів:

- більшість елементів елементної бази мають форму паралелепіпеда (мікросхеми, резистори, конденсатори, транзистори);
- плати другого структурного рівня теж рекомендується виконувати в формі прямокутника;

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 52 |

Під час аналізу габаритів слід враховувати, що компоновочна схема паралелепіпеда із відношенням сторін не більше 1:3, програє ідеальній (куля) не більше як на 50%, однак це компенсується значними перевагами під час виготовлення, експлуатації та транспортування, наприклад:

- з'являється можливість виділення плоских панелей та розділення органів керування та індикації по ним (для ПДЗЛ - вхідні розняття за одного боку - вихідні з іншого);

- покращуються умови для розрахунків механічних, теплових та електричних характеристик конструкції;

- зростає зручність у транспортуванні;

- зменшується загальна вартість комплексу.

3.4.3 Визначення габаритних розмірів виробу

Габаритні розміри корпусу пристрою визначаються в основному розмірами його друкованого вузла та графічного індикатора. Вимоги ТЗ можуть бути уточнені або змінені в конструкторському розділі, так як розміри корпусу залежать насамперед від розмірів ДП.

Для забезпечення вимог інженерної естетики форма корпусу буде прямокутна, що надаватиме конструкції художнього строгого вигляду, притаманного усім професійним приладам.

Ширина та довжина корпусу приймалися з урахуванням відповідних розмірів друкованої плати, а також зручності розташування органів керування пристрою (кнопок), які повинні бути рознесені один від одного на відстань, що виключає небажане натискання інших кнопок при користуванні пристроєм.

Обрана висота корпусу залежить від висоти сполучення деталей плата-індикатор.

Габаритні розміри виробу можуть бути визначені методом аналітичної компоновки.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КВРТР.2019031.01.10 ПЗ | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 53 |

Габаритні розміри друкованої плати цифрового блоку визначаються сумарною площею елементної бази, яка дорівнює:

$$S_{EB} = S_{IMC} + S_K + S_{II}; \quad (3.6)$$

де S_{IMC} – сумарна площа мікросхем;

S_n – сумарна площа пасивних ЕРЕ;

S_K – сумарна площа комутаційних вузлів.

Таблиця 3.2 – Площа елементів плати

| № п/п | Марка, тип корпусу | Кількість компонент на платі, шт | Площа посадочного місця компонента, мм ² | Загальна площа, мм ² |
|----------|--------------------------|--|---|------------------------------------|
| 1. | 7805, 7809, 7815, 7915 | 4 | 37,5 | 150 |
| 2. | AD7250 | 1 | 161,25 | 161,25 |
| 3. | ATmega16-16PI | 1 | 936,25 | 936,25 |
| 4. | MAX232N | 1 | 215 | 215 |
| 5. | W24512 | 2 | 300 | 600 |
| 6. | K1533TM2 | 1 | 150 | 150 |
| 7. | K1533IP23 | 1 | 198,75 | 198,75 |
| 8. | K544УД2 | 1 | 93,75 | 93,75 |
| 9. | K554СА3 | 1 | 150 | 150 |
| 10. | K555ИЕ7 | 1 | 161,25 | 161,25 |
| 11. | резистор С2-23, 0,0625Вт | 3 | 25 | 75 |
| 12. | резистор С2-23, 0,25Вт | 1 | 35,15 | 35,15 |
| 13. | конденсатор КД-1 | 7 | 25 | 175 |
| 14. | конденсатор К53-6А | 10 | 42,25 | 422,5 |
| 15. | КВ-1 16000 | 1 | 75 | 75 |
| 16. | роз'язтя DV9M | 1 | 398,44 | 398,44 |
| | Всього | | | 3997,34 |

З таблиці 3.2 видно, що площа дорівнює 3997,34 мм².

Отже сумарна площа друкованої плати дорівнює:

$$S_{ДП} = S_{ЕБ} \cdot K, \quad (3.7)$$

де K – коефіцієнт заповнення плати.

Коефіцієнт заповнення плати найбільш залежить від технології виготовлення. Виготовлення плати можливе також в умовах ручного нанесення провідного рисунку, тому клас точності не можливо вибрати надто великим, не більше як 2-й. Для високих класів точності $K=1,5...2$; а для низьких $K=4..5$ [1, 7]. Виходячи із попередніх зауважень оберемо середнє значення $K=3$; в такому випадку необхідна площа плат за (3.7):

$$S_{ДП} = 3997,34 \cdot 3 = 11992,02 \text{ (мм}^2\text{)}.$$

При виборі геометричних розмірів печатної плати виходимо з наступних міркувань. Критерієм вибору ширини корпусу, а разом з нею і ширини печатної плати є геометричні розміри рідкокристалічного індикатора, що застосовується в приладі. Відповідно вибираємо ширину печатної плати 110 мм, що не суперечить стандартному ряду ширини [1].

$$l = \frac{S}{b} = \frac{11992,02}{110} = 109 \text{ (мм)}$$

Згідно стандартного ряду типорозмірів друкованої плати [1] за

ГОСТ 10317-72 та необхідності монтажних отворів, призначаємо габаритні розміри друкованої плати 110×120 мм.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 55 |

З урахуванням розмірів друкованої плати цифрового блоку, блоку індикації вибираємо корпус розмірами: довжина – 130 мм, ширина – 120 мм. Висота корпусу залежить від геометричних параметрів найбільш габаритних елементів – 75 мм.

Висота корпусу вказана з урахуванням висоти ніжок, які будуть фіксувати пристрій на робочій поверхні.

3.4.4 Зовнішнє компонування пристрою

Виходячи із вимог ергономіки та естетики технічного завдання, а також керуючись вимогами ОСТ 25.1192-85 “Система стандартів ергономіки і технічної естетики. Загальні ергономічні вимоги”, зовнішнє компонування конструкції проводимо, ґрунтуючись на естетичних вимогах з інформаційної виразності, раціональності форми, цілісності композиції.

Пристрій, що проектується, є переносним. Ніяких механічних з’єднань з іншими об’єктами не передбачається. Виходячи з цього, рекомендується виконати виріб у формі паралелепіпеда. Інших конструкторських особливостей (заглиблень, отворів, тощо) немає.

На передній панелі приладу розташовано індикатори стану приладу – індикатори наявності робочих напруг. На передній боковій стінці корпусу розташовується роз’єм для під’єднання вхідного сигналу. На задній боковій стінці розташовано роз’єм для під’єднання блоку живлення, та роз’єм інтерфейсу RS-232, для обміну інформацією між приладом та комп’ютером.

3.4.5 Внутрішнє компонування приладу

При аналізі можливих варіантів внутрішнього компонування були проаналізовані всі фактори, що впливають на розміщення складових частин всередині корпусу приладу, а саме:

1. Відносна простота схеми електричної принципової;
2. Цілісність схеми електричної принципової;

3. Відсутність елементів що потребують значного просторового рознесення (елементів що випромінюють сильне електромагнітне або теплове випромінювання).

Враховуючи усі вище перераховані фактори, спрощену внутрішню компоновку приладу представлено на рис. 2.4.

Несучою конструкцією приладу є шасі корпусу. Воно складається із двох частин: верхньої та нижньої кришок.

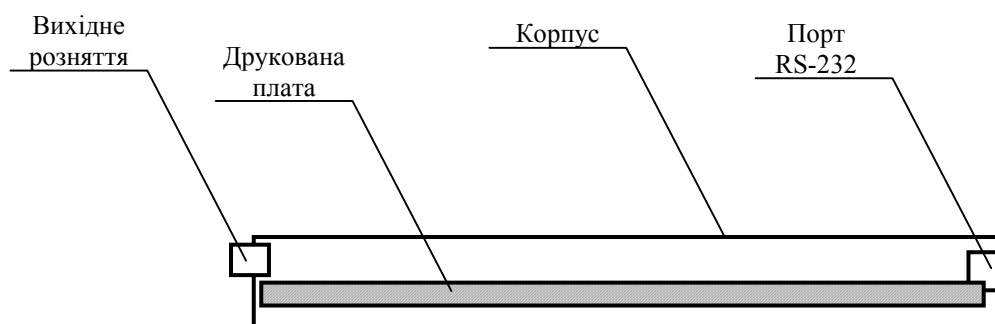


Рисунок 3.3 – Внутрішнє компонування приладу

До верхньої кришки, на передбачені для цього стійки діаметром 4 мм, із просвердленими отворами 2 мм, глибиною 5 мм; за допомогою самонарізних гвинтів, кріпиться індикатор.

Плата кріпиться, затискуючись між стійками верхньої та нижньої кришок, розміщених по периметру плати. Кнопки керування із надітими на них насадками виступають назовні через отвори в верхній кришці, і закриті ззовні самоклеючою плівкою з нанесеними на неї написами, що відповідають виконуваним функціям.

3.4.6 Аналіз ефективності компонування

Кількісною характеристикою вибраного компонування є оцінка теплового режиму.

Реальний радіоелектронний пристрій в теплофізичному відношенні являє собою складну систему з великою кількістю джерел тепла складної форми.

Через практичну неможливість не тільки розв'язання, а й складання повної системи рівнянь теплообміну постає необхідність схематизувати процеси, які проходять в РЕЗ, застосувавши наближені методи, які і будуть використані у розрахунку теплового режиму розроблюваного пристрою. Велика кількість теплонавантажених елементів може призвести до локальних перегрівів.

Для визначення температури корпусу найбільш теплонавантаженого елемента – мікросхеми ОЗП застосовано наступну відому методику.

Поперед всього визначаємо еквівалентний коефіцієнт теплопровідності модуля (корпуса) $\lambda_{ек}$, в якому застосована найнебезпечніша у тепловому відношенні мікросхема. При відсутності теплопровідних шин $\lambda_{ек} = \lambda_{пл}$ - теплопровідності плати (для склотекстоліту $\lambda_{пл} = 0,3$ Вт/(М×°К). Крім того, відведення тепла і сигнальні провідники з контактними майданчиками. В таких умовах еквівалентний коефіцієнт теплопровідності розраховується за формулою:

$$\lambda_{ек} = (1 - A) \cdot \lambda_{пл} \cdot \left[1 - \frac{V_{ш}}{V_n} + \frac{1}{\frac{V_{ш}}{V_n} \cdot \frac{\lambda_{ш}}{\lambda_{пл}} + 1 - \frac{V_{ш}}{V_n}} \right]^{-1} +$$

$$+ A \frac{\lambda_{пл}}{2} \left[1 + \frac{\lambda_{ш}}{\lambda_{пл}} \frac{V_{ш}}{V_n} + \frac{1}{1 - \frac{V_{ш}}{V_n}} \right] \quad (3.8)$$

де $\lambda_{ш}$ - теплопровідність матеріалу шини тепловідводу;

V_n - об'єм плати із урахуванням обсягу шини тепловідводу;

$V_{ш}$ - загальний об'єм шини тепловідводу;

A - поверхневий коефіцієнт заповнення плати модуля шинами тепловідводу, що дорівнює відношенню площі шин до площі поверхні усієї плати.

Якщо шиною тепловідводу є струмопровідні елементи рисунка плати, то параметр $\lambda_{пл}$ для мідних провідників дорівнює 390 Вт/(М×°К), тобто мідь є прекрасним провідником тепла. Об'єм плати в основному визначається обсягом основи плати із елементами, для конкретизації:

$$V_n = S_n \cdot H_n \cdot k , \quad (3.9)$$

де S_n - площа поверхні плати;

H_n - висота основи плати, разом з елементами;

k - коефіцієнт запасу;

$$V_n = 13200 \cdot 2,3 \cdot 2 = 60720 \text{ (мм}^3\text{)}.$$

Об'єм теплопровідних шин розраховується за формулою:

$$V_{ш} = S_n \cdot t , \quad (3.10)$$

де t – товщина струмопровідного шару.

$$V_{ш} = 13200 \cdot 2 \cdot 0,0035 = 92,4 \text{ (мм}^3\text{)}.$$

Поверхневий коефіцієнт заповнення плати модуля шинами тепловідводу можна вважати рівним 0,5, хоча в реальних умовах за рахунок формування шин живлення у вигляді екранів він трохи вищий.

Визначившись із складовими, взятими із запасом розрахуємо:

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КВРТР.2019031.01.10 ПЗ | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 59 |

$$\lambda_{ек} = (1 - 0,5) \cdot 0,3 \cdot \left[1 - \frac{92,4}{60720} + \frac{1}{\frac{92,4}{60720} \cdot \frac{390}{0,3} + 1 - \frac{92,4}{60720}} \right]^{-1} + 0,5 \cdot \frac{0,3}{2} \cdot \left[1 + \frac{390}{0,3} \cdot \frac{92,4}{60720} + \frac{1}{1 - \frac{92,4}{60720}} \right] \cong 0,4107 \left(\frac{Вт}{м \cdot ^\circ K} \right).$$

Надалі необхідно визначити найбільш локально тепловантажений елемент. Найбільш критичним елементом є мікросхема пам'яті W24512: при габаритах 7,5×40 мм споживає струм 0,16 А. Тепер розрахуємо еквівалентний радіус мікросхеми:

$$R_{ек} = \sqrt{\frac{S_{0IC}}{\pi}}, \quad (3.11)$$

де $S_{0IC} = 7,5 \times 40 = 300 \text{ мм}^2$;

$$R_{ек} = \sqrt{\frac{300}{3,1415}} = 9,77 \text{ (мм)}.$$

Тепер знайдемо коефіцієнт розповсюдження теплового потоку:

$$m = \sqrt{\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{H_n \cdot R_{ек}}}, \quad (3.12)$$

де α_1 та α_2 - коефіцієнти теплообміну верхнього та нижнього шару плати.

Для звичайного теплообміну $\alpha_1 + \alpha_2$ дорівнює 17 Вт/(М×°К), звідки:

$$m = \sqrt{\frac{17}{23 \cdot 10^{-3} \cdot 9,77}} = 8,7 \left(\frac{1}{\text{м}} \right).$$

Кінцевим етапом розрахунків є визначення перегрівання поверхні корпусу мікросхеми за формулою:

$$\Delta t_{IC} = \Delta t_{\kappa} + r \left[\frac{P}{R_{\alpha}(S_{IC} - S_{0IC}) + \frac{1}{\frac{\delta_z}{\lambda_z \pi R^2} + \frac{1}{8,5\pi R^2 + 2\pi R \lambda_{ek} H m \frac{K_1(mR)}{K_0(mR)}}}} \right], \quad (3.13)$$

де Δt_{κ} - середній перегрів корпусу вищого структурного рівня;

r - емпіричний коефіцієнт, для близьких до квадратних корпусів дорівнює 1,14, для прямокутних корпусів із відношенням сторін більш як 3:1 має значення 1; $r = 1$;

R_{α} - коефіцієнт теплопровідності корпусу мікросхем, для малих корпусів є сталим близько 50 Вт/м²°К;

S_{IC} - загальна площа поверхні деталі;

δ_z - зазор між мікросхемою та платою;

λ_z - теплопровідність зазору між мікросхемою та платою;

P – потужність, яка розсіюється мікросхемою;

$K_1(mR)$ та $K_0(mR)$ - модифіковані функції Беселя від відповідних аргументів.

Слід зауважити що, така формула дає правильний результат при виконанні умови

$$Ri < 10/m = 10/8,7 = 1,15, \quad (3.14)$$

де R_i - відстань між цим елементом та сусідніми, тобто сусідні елементи повинні бути розташовані не більш як за 1,15 мм від аналізованого (це практично так).

Загальний перегрів герметичного корпусу з невимушеним повітряним охолодженням відносно оточуючого середовища визначається залежністю

$$\Delta t_k = (0,1472 q_k - 0,2962 \cdot 10^{-3} q_k^2 + 0,3127 \cdot 10^{-6} q_k^3) K_n, \quad (3.15)$$

де q_k - густина теплового потоку, що проходить через поверхню теплообміну;

K_n - коефіцієнт, який визначається тиском повітря ззовні пристрою;

$$q_k = \frac{P \cdot K_p}{S_k}, \quad (3.16)$$

де K_p - коефіцієнт, який враховує тиск повітря; для нормальних умов

$$K_p = 1;$$

S_k - площа поверхні корпусу пристрою,

$$S_k = 2[l_1 l_2 + (l_1 + l_2) l_3], \quad (3.17)$$

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КВРТР.2019031.01.10 ПЗ | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 62 |

де l_1, l_2, l_3 - відповідно довжина, ширина основи корпусу пристрою і його висота, м;

$$S_{\kappa} = 2 \cdot [0,12 \cdot 0,11 + (0,12 + 0,11) \cdot 0,075] = 0,0609 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$q_{\kappa} = \frac{1,582}{0,0609} = 25,97 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right);$$

$$K_{\kappa} = 0,82 + \frac{1}{0,925 + 4,6 \cdot 10^{-5} H}, \quad (3.18)$$

де H – атмосферний тиск, $H = 0,101325$ МПа;

$$K_{\kappa} = 0,82 + \frac{1}{0,925 + 4,6 \cdot 10^{-5} \cdot 0,101325} = 1,901;$$

$$\Delta t_K = 0,1472 \cdot 25,97 + 0,2962 \cdot 10^{-3} \cdot 25,97^2 + 0,3127 \cdot 10^{-6} \cdot 25,97^3 = 4,06 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

Значення модифікованих функцій Бесселя можна знайти із математичних таблиць: при аргументі

$$mR = 8,7 \cdot 0,00478 \cong 0,103$$

$$K_1(mR) = 2,3579, \quad K_0(mR) = 1,0926.$$

Площа поверхні схеми визначається за тривіальною формулою через габаритні розміри:

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КВРТР.2019031.01.10 ПЗ | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 63 |

$$S_{IC} = 2(ab + ac + bc) \quad (3.19)$$

$$S_{IC} = 2 \cdot (0,040 \cdot 0,0075 + 0,040 \cdot 0,007 + 0,0075 \cdot 0,007) = 4,06 \cdot 10^{-3} (\text{м}^2),$$

звідки:

$$\Delta t_{IC} = \Delta t_{\kappa} + r \left[\frac{P}{R_{\alpha}(S_{IC} - S_{0IC}) + \frac{1}{\frac{\delta_z}{\lambda_z \pi R^2} + \frac{1}{8,5\pi R^2 + 2\pi R \lambda_{ek} H m \frac{K_1(mR)}{K_0(mR)}}}} \right]$$

$$\Delta t_{IC} = 4,06 + 1 \left[\frac{0,5}{50 \cdot (300 \cdot 10^{-3} - 4,06 \cdot 10^{-3}) + \frac{1}{10^{-3}} + \frac{1}{0,8\pi(0,0097)^2}} \right]$$

$$\left[\frac{0,5}{1} + \frac{1}{8,5\pi(0,0097)^2 + 2\pi \cdot 0,0097 \cdot 0,52185 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \cdot 21,36 \cdot \frac{2,3579}{1,0926}} \right] = 17,6^{\circ}$$

Визначивши перегрів можна визначити температуру поверхні мікросхеми, що складає:

$$t_{IC \max} = t_{0 \max} + \Delta t_{IC} = 50 + 17,6 = 67,6^{\circ}\text{C}, \quad (3.20)$$

де $t_{0 \max}$ – максимальна робоча температура професіональної апаратури шостої групи по техніко-експлуатаційним вимогам. Оскільки максимальна експлуатаційна робоча розраховуваного елемента складає 85°C , то розрахована температура його корпусу задовольняє наші вимоги.

У нашій схемі найменшу температуру експлуатації має кварцовий резонатор – 80°C , що вища за температуру $t_{IC \max}$, отже умова нормальної роботи виконується, а разом і умови для інших елементів, тому що розрахунки проводились для найбільш нагрітого елемента.

3.5 Обґрунтування вибору матеріалу основи плати

Вибір матеріалів конструкції визначається, насамперед, техніко-економічними вимогами.

Матеріали, які використовуються як основа друкованих плат, повинні володіти рядом властивостей: достатньою міцністю, високими ізоляційними властивостями, низьким водонепроникненням. Крім того, матеріал основ друкованих плат повинен бути таким, щоб при механічній обробці (свердлінні, штампуванні) не утворилися тріщини, розщеплення і несприятливі явища, що впливають на експлуатаційні властивості, а також на електричні параметри плат.

Матеріал плати повинний забезпечувати хороше щеплення зі струмопровідними покриттями, мати мінімальне короблення в процесі експлуатації і виробництва. В даний час для виробництва вузлів із друкованим монтажем, широке застосування знаходять фольговані діелектрики: фольгований гетинакс і фольгований текстоліт.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КВРТР.2019031.01.10 ПЗ | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 65 |

В якості матеріалу для виробництва друкованої плати обираємо шаруватий склотекстоліт із двостороннім фольгованим шаром і товщиною друкованого провідника рівною 35 мкм – СФ-2-35, ГОСТ10316-78

В даний момент цей матеріал дуже широко використовується в промисловості країн СНД, в т.ч. на Україні і у світі (FR-4). Він являє собою стеклотканину із епоксидною композицією та має хороші технологічні та експлуатаційно-технологічні властивості, серед яких:

- розширений діапазон робочих температур $-60...+130^{\circ}\text{C}$;
- низьке вологовбирання $\leq 0.35\%$;
- великий електричний опір поверхні $> 10000 \text{ Ом}$;
- надзвичайно великий об'ємний опір $10^6 \text{ МОм}\times\text{см}$;
- стійкість до жолоблення;
- діелектрична проникливість $\nu = 5.4$
- тангенс кута діелектричних втрат при 1 МГц $\delta = 0,018$
- підвищена твердість та міцність

Товщину друкованого провідника обираємо рівною 35 мкм по ряду наступних причин:

Між товщиною друкованого провідника та його шириною існує тісна залежність. Якщо зменшувати товщину, то відповідно буде збільшуватись ширина провідника, а разом з нею і розміри всієї друкованої плати.

Потрібно, щоб провідник витримував струми, що протікають по схемі, що також залежить від товщини провідників.

Чим менше товщина фольги, тим менше витрати матеріалу та нижче вартість друкованої плати.

3.5.1 Трасування провідників печатної плати

Топологічне конструювання ПП включає в себе розміщення ЕРЕ на робочій площі ПП і трасування електричних з'єднань між ними.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 66 |

Розміщення ЕРЕ виконують по певним правилам з врахуванням їх конструктивних особливостей:

- максимум щільності розміщення ЕРЕ на робочій площі плати;
- відстань між компонентами і краєм плати повинна бути не менш 1,25 мм;
- компоненти одного типу розміщати в одному напрямку і по можливості групувати їх разом;
- усі пасивні компоненти повинні бути по можливості розташовані паралельно один до одного;
- крок сітки для розміщення ЕРЕ на плату 1,25 мм; у випадку невідповідності посадочного місця ЕРЕ кроку сітки його координати будуть вказані окремо;
- місцезнаходження компонента для поверхневого монтажу на платі визначається координатами геометричного центру встановлення компонента на платі.

Трасування печатних з'єднань виконують по певним правилам:

- мінімум сумарної довжини усіх провідників;
- мінімум числа їх перетинів;
- мінімальна довжина паралельних ділянок, сусідніх провідників;
- мінімум числа з'єднань, довжина яких більше заданої;
- максимум числа кіл простої конфігурації;
- крок сітки для прокладки трас 1,27 мм.

Для трасування печатної плати застосовується система автоматизованого конструкторського проектування печатних плат Altium Designer [].

3.5.2 Розміщення компонент на платі

Всі елементи схеми принципової акустичного захисту на друкованій платі. Розміщення елементів проводиться таким чином, щоб забезпечити III клас точності друкованого монтажу при заданих габаритних розмірах 120x110.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 67 |

Крім того, елементи необхідно розташовувати, якомога більш рівномірно по площі друкованої плати для забезпечення рівномірності мас елементів. Також бажано встановлювати елементи таким чином, щоб забезпечити найбільшу технологічність плати, а саме монтажні отвори слід розташовувати рядами. Це робиться для прискорення операції свердління на програмованих свердлильних верстатах, а також для забезпечення автоматичного встановлення елементів і їх груповому паянні

Головним елементами плати є мікроконтролер ATmega16-16PI та пам'ять W24512. Мікроконтролер та ОЗП доцільно розташувати в центрі плати. Інші елементи, які зв'язані з ними слід розташовувати з відповідних сторін, так щоб забезпечити мінімальну довжину з'єднань та мінімальну кількість перетинів.

Розняття інтерфейсу RS-232, для підключення комп'ютера доцільно розмістити на стороні плати, що буде із заднього боку приладу. Вхідне розняття доцільно розмістити з переднього краю плати.

3.6 Висновки до третього розділу

Так як в пристрої присутні цифрові мікросхеми, які при переключенні станів можуть спричинити появу радіочастотної енергії, то при розміщенні елементів слід приймати до уваги, що блокувальні конденсатори включені в схему для зменшення локального імпедансу шин живлення, слід встановлювати біля відповідних цифрових мікросхем на невеликій відстані від виводів живлення. Тому на виводах живлення розташовані на кожній з чотирьох сторін корпусу необхідно встановити блокувальні конденсатори з кожної сторони корпусу.

Для кріплення плати до несучої конструкції слід передбачити зони вільні від провідників для технологічних отворів, за допомогою яких плата буде кріпитися до відповідної частини копусу.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 68 |

ВИСНОВКИ

У боротьбі за клієнта провайдери змушені надавати все більше і більше різноманітних послуг. Проте ефективна і наскрізна автоматизація процесів оператора можлива лише за умови наявності системи, що дозволяє управляти всією телекомунікаційною мережею оператора, незалежно від її технологій і послуг, що надаються на ній.

У роботі розглянуті різні архітектури управління телекомунікаційними мережами, проаналізовано їх можливості, відзначено основні недоліки. Одна з перспективних архітектур управління ґрунтується на застосуванні відкритого інтерфейсу MTNM для взаємодії систем рівнів EML та NML. У роботі досліджуються особливості застосування інтерфейсу управління гетерогенними мережами MTNM у системі підтримки експлуатаційних процесів операторської системи OSS.

Важлива роль в процесі організації систем управління відводиться створенню якісних стандартів технологій управління мережами і послугами.

Найбільш значимими із стандартів технологій управління мережами являються, серед яких є концепція мережі управління телекомунікаціями TMN (Telecommunications Management Network), прийнята в середині 80-х років ІТУ, - Т. Сама технологія TMN (Telecommunications Management Network) - мережа управління електрозв'язком є системою управління електрозв'язком, що реалізовується повністю або частково автономно від інформаційної мережі. При цьому це відділення здійснюється як на фізичному, так і на логічному рівнях. Завдання ж управління вирішуються через відповідні інтерфейси у ряді точок інформаційної мережі.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 69 |

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. L7800A/B series datasheet / STmicroelectronics GROUP OF COMPANIES // 2003. – 20 p.
2. Банкет В. Л. Сучасні і перспективні системи супутникового зв'язку / Банкет В.Л. – Уч. посібник, Одеса. – ЗГАС ім. А.С. Попова, 1996.
3. Гусев В.Г. Електроніка / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – М.: Высш.Шк.,1991.
4. Довгий С.О. Сучасні телекомунікації: мережі, технології, економіка, управління, регулювання / С.О. Довгий, О.Я. Савченко, П.П. Воробієнко та ін. // За ред. С.О. Довгого. – К.: Український Видатничий Центр, 2012. – 520 с.
5. Довідник конструктора РЭА : Загальні принципи конструювання. / Під ред. Р. Г. Варламова. - К.: Радіо, 2010.
6. Законодавство України про охорону праці. Збірник нормативних документів (у чотирьох томах). - Київ, 2010
7. Банкет В.Л. Сучасні і перспективні системи супутникового зв'язку / В.Л. Банкет. – Уч. посібник, Одеса – ОНАС ім. А.С. Попова, 2006.
8. Lillian Goleniewski, Kitty Wilson Jarrett, Telecommunications Essentials, San-Francisco, 2006.
9. Nolan Vincent Jones, Telecommunications Management, New York, 2007.
10. TMForum TMF513. MTNM Business Agreement Release 3.5, 2007.
11. TMForum TMF608 Version 3.4. Information Agreement for MTNM Release 3.5, 2007.
12. TMForum TMF814. MTNM IDL Solution Set Release 3.5, 2007
13. TMForum Bridging the GAP — CBE Extensions for MTNM: Harmonizing OSS/J and Transport Technologies, 2006.
14. ITU-T Recommendation M.3000. Overview of TMN Recommendations.
15. ITU-T Recommendation M.3010. Principles for a telecommunications management network.
16. ITU-T Recommendation M.3170.2. MTNM — Information Agreement.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 70 |

17. Нетес В.А. Сеть управления электросвязью TMN / В.А. Нетес // Сети и системы связи, 2006, №10. – С.62-68.

18. TMForum GB921. Enhanced telecom operations map. Release 7.0, 2017.

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 71 |

ДОДАТКИ

| | | | | | | |
|-----|--|---------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВРТР.2019031.01.10 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | | №докум. | Підпис | Дата | | 72 |

| Поз. познач | Найменування | Кіль. | Примітка |
|-------------|--|-------|----------|
| | <u>Конденсатори</u> | | |
| C10-C17 | КД-1 68 нФ ±20%, ГОСТ 7159-70 | 8 | |
| C2,C3,C8,C9 | К53-6 1 мкФ ±10%×25В, ОЖО 464.104 | 4 | |
| C1,C4,C5-C7 | К53-6 200 мкФ ±10%×25В, ОЖО 464.104 | 5 | |
| C13 | К53-6 220 мкФ ±10%×25В, ОЖО 464.104 | 1 | |
| | <u>Мікросхеми</u> | | |
| DA1-DA4 | 7805 STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES | 4 | |
| DD5 | К544УД2 БКО.347.040 | 1 | |
| DD1 | MAX323N, Texas instruments | 1 | |
| DD2 | AD7250, Analog Device | 1 | |
| DD3 | ATmega16-PI, Atmel corpotation | 1 | |
| DD4 | К555ТМ2 БКО.348.289 | 1 | |
| DD5 | К155АГ1 БКО.348.006 | 1 | |
| DD6 | К555ИЕ7 БКО.348.289 | 1 | |
| DD7 | К1533ИР23 БКО.348.457 | 1 | |
| DD8,DD9 | W24512A, Winbond | 2 | |
| | <u>Резистори</u> | | |
| R1,R3 | С2-23 36кОм ±10%, 0,0125Вт ОЖО.467.104 ТУ | 2 | |
| R2 | С2-23 2,1кОм ±10%, 0,0125Вт ОЖО.467.104 ТУ | 1 | |
| R4 | С2-23 750м ±1%, 0,25Вт ОЖО.467.104 ТУ | 1 | |
| | <u>Транзистор</u> | | |
| VT1 | КТ972А ААО.336.453 | 1 | |
| | <u>Роз'єкти</u> | | |
| XS1 | DB9M, Matshushita electronics | 1 | |
| XS2 | CON5, Boardmount | 1 | |
| | <u>Кварц</u> | | |
| ZQ1 | PK58-ЦБ-16000 КГЦ АЦО.338.043 | 1 | |

| | | | | |
|---|------|-----------------|---------|------|
| КВРТР.2019031.01.10 ПЕЗ | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| Розроб. | | Д.І. Чорновалюк | | |
| Перевір. | | О.К. Яновицький | | |
| Реценз. | | | | |
| Н. Контр. | | | | |
| Затверд. | | В.В. Мартинюк | | |
| Модуль діагностики телекомунікаційної мережі для стандарту TMN Перелік елементів | | | | |
| Літ. | | Арк. | Аркушів | |
| | | 1 | 1 | |
| ТР1с-19, ФІТ, ХНУ | | | | |

Завідувачу кафедри автоматизації та
комп'ютерно-інтегрованих технологій
Валерію МАРТИНЮКУ
здобувача вищої студента, студента
Дмитра ЧОРНОВАЛЮКА,
4 курсу, гр. ТР1с-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

Дмитро ЧОРНОВАЛЮК

дата

Anti-Plagiarism v-15.257**Максимальне співпадіння з одним документом 20.0%**Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Помилки в документах: 8%**

| | | | | |
|---|----------|---------|-----------------------------|-----------|
| ID: 105261 Назва: Бакалаврська кваліфікаційна робота Додано в БД: 2022-06-14 Автора: Черновалюк Д. Керівники: Яновицький О.К. Консультанти: Опоненти: | Документ | | Сумарний збіг по Базі Даних | |
| | Символи | Лексеми | Символи | Лексеми |
| | 79687 | 643 | 25262 (32%) | 226 (35%) |

Джерело плагіату

| ID | Опис | Наявність плагіату в документі | |
|------|--|--------------------------------|-------------|
| | | Символи | Лексеми |
| 4740 | Назва: Прилад для вимірювання кавітації Додано в БД: 2012-05-11 Автора: Зінковський О.В. Керівники: Петрушак В.С. Консультанти: Опоненти: | 15596 (20.0%) | 149 (23.0%) |

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1011576532

Дата перевірки:
14.06.2022 14:19:52 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet

Дата звіту:
14.06.2022 14:21:50 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: ЧОРНОВАЛЮК_TMN (2)

Кількість сторінок: 67 Кількість слів: 11516 Кількість символів: 88609 Розмір файлу: 1.61 MB ID файлу: 1011446640

6.7% Схожість

Найбільша схожість: 1.51% з Інтернет-джерелом (<http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/2238/1/%D0%9D%D0%9F.p..>)

6.7% Джерела з Інтернету

51

Сторінка 69

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

19

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Дмитро ЧОРНОВАЛЮК

Тема: Модуль діагностики телекомунікаційної мережі для стандарту TMN

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Обсяг кваліфікаційної роботи

Кількість листів креслень 2 Кількість сторінок записки 69

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень проведено розгляд тематики та економічне обґрунтування доцільності розробки блоку тестування як складова стандарту TMN, виконано розробку структурної схеми пристрою та його електричний розрахунок

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню Кваліфікаційна робота повністю відповідає виданому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки та техніки і передових методів роботи:

У першому розділі кваліфікаційної роботи опрацьовано актуальне питання забезпечення механізму контролю стану провідникової лінії шляхом впровадження актуального стандарту TMN керування станом телекомунікаційних мереж, для чого було опрацьовано питання основних напрямів стандартизації, визначено склад і призначення основних елементів, архітектура TMN. В другому розділі розглянуто теоретичні питання взаємодії стандарту TMN на прикладі xWDM та імплементації TMN в існуючому обладнанні. В третьому розділі розглянуто та розроблено основні питання щодо створення пристрою визначення стану мережі із застосуванням імпульсного рефлектометра.

4. Позитивні сторони роботи: в роботі розглянуто питання щодо введення стандарту TMN в розрізі використання елементів тестування з вже існуючими мережами.

5. Негативні сторони роботи: в роботі недостатньо повно розкриті питання взаємодії обладнання з тестування мережі та роботи систем передачі корисного сигналу. Але наявні недоліки не зменшують важливість та повноту роботи

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: -

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на достатньому рівні

8. Інші зауваження: -

9. Оцінка дипломної роботи: Розглянувши представлену роботу, вважаю, що робота заслуговує оцінки "відмінно" (4,60 , "В")

10. Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, місце роботи)

 к.т.н., доцент каф. ТМІТ Костянтин ГОРЯЩЕНКО

«10» 06 2022р.



РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ

АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Модуль діагностики телекомунікаційної мережі для стандарту TMN

Автор: Дмитро ЧОРНОВАЛЮК

Спеціальність: 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології

Науковий керівник к.т.н., доц. Олександр ЯНОВИЦЬКИЙ

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

| № | Висновок | Позначка про відповідність |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту. | відповідає |
| 2 | Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи | |
| 3 | Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнуті. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат. | |
| 4 | Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту. | |
| 5 | Інше: | |

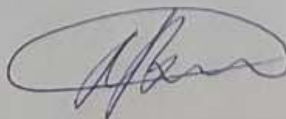
Підтвердження: Запозичення у розмірі 6,7%, що виявлені в роботі, містять посилання на відповідні джерела літератури, що використані в роботі. Результати конструкторського розділу не містять запозичень. Розроблена схема електрична та її опис є унікальними та також не містять запозичень. Робота приймається до захисту.

14.06.2022р.

Науковий керівник роботи:

Олександр ЯНОВИЦЬКИЙ

Зав. каф. АКІТ



Валерій МАРТИНЮК

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

МОДУЛЬ ДІАГНОСТИКИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ СТАНДАРТУ TMN

Виконав:

студент 4 курсу, група TP1c-19-1

Дмитро ЧОРНОВАЛЮК

Керівник:

к.т.н., доцент

Олександр ЯНОВИЦЬКИЙ

ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ І ЗАВДАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Значний інтерес до систем управління (СУ) мережами зв'язку обумовлений цілим комплексом причин :

1. Ускладнюються самі мережі зв'язку. На них впроваджуються нові технічні засоби, засновані на передових технологіях. В той же час продовжує використовуватися і старіше устаткування, тому на мережах співіснують аналогові і цифрові системи передачі, електронні і координатні комутаційні станції і тому подібне. Таким чином мережі зв'язку стають усе більш неоднорідними, як по структурі, так і по використовуваних технічних засобах.

2. З кінця 80-х років у багатьох країнах почалася лібералізація і демонополізація ринку послуг електров'язку. Тому компанії, що надають послуги зв'язку, вимушена приділяти все більше уваги забезпеченню якості своїх послуг і зниженню їх вартості. Важливу роль в цьому грають СУ.

3. Сучасні телеінформаційні системи, засновані на спільному використанні засобів зв'язку і обчислювальної техніки, стали життєво необхідними для функціонування багатьох сфер діяльності (державне управління, фінанси, промисловість, транспорт, медицина). За оцінками ряду фахівців збитки від відмов можуть досягати декількох мільйонів доларів в годину. Одним з важливих чинників в забезпеченні надійності мереж зв'язку служить ефективне управління їх ресурсами.

4. Багато організацій стали створювати для своїх потреб власні корпоративні мережі зв'язку. Широке поширення отримали гібридні мережі, які організації створюють на базі арендованих засобів зв'язку. Це також збільшує число покупців СУ, а у разі гібридних мереж вимагає координації діяльності користувачів і постачальників послуг зв'язку.

ТЕХНОЛОГІЯ TMN (TELECOMMUNICATIONS MANAGEMENT NETWORK)

Управління мережею - цілеспрямована дія на мережу, здійснювана для організації її функціонування за заданою програмою : - включення і відключення системи, каналів передачі даних, терміналів; - діагностика несправностей; - збір статистики; - підготовка звітів і тому подібне

З точки зору моделі OSI управління мережею підрозділяється на: - управління конфігурацією; - управління відмовами; - управління безпекою; - управління трафіком; - управління обліком.

Управління комп'ютерною мережею — виконання безлічі функцій необхідних для контролю, планування, виділення, впровадження, координації і моніторингу ресурсів комп'ютерної мережі.

Найбільш значимими із стандартів технологій управління мережами являються:

- концепція мережі управління телекомунікаціями TMN (Telecommunications Management Network), прийнята в середині 80-х років ІТУ, - Т;

- стандарт SNMP (Simple Network Management Protocol), призначений для адміністрування корпоративних мереж передачі даних;

- стандарт CMIP (Common Management Information Protocol) - загальний протокол інформації управління на основі моделі ВОС (Взаємодія Відкритих Систем - 7-ми рівнева еталонна модель);

Технологія TMN (Telecommunications Management Network) - мережа управління електрозв'язком, що з'явилася раніше інших, є системою управління електрозв'язком, що реалізовується повністю або частково автономно від інформаційної мережі. При цьому це відділення здійснюється як на фізичному, так і на логічному рівнях. Завдання ж управління вирішуються через відповідні інтерфейси у ряді точок інформаційної мережі.

У концепції TMN закладена стратегія централізованого управління. Для підключення об'єкту (мережевого застосування, елементу) до мережі TMN використовується принцип агент/менеджер.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ І МЕРЕЖЕЮ ЗВ'ЯЗКУ

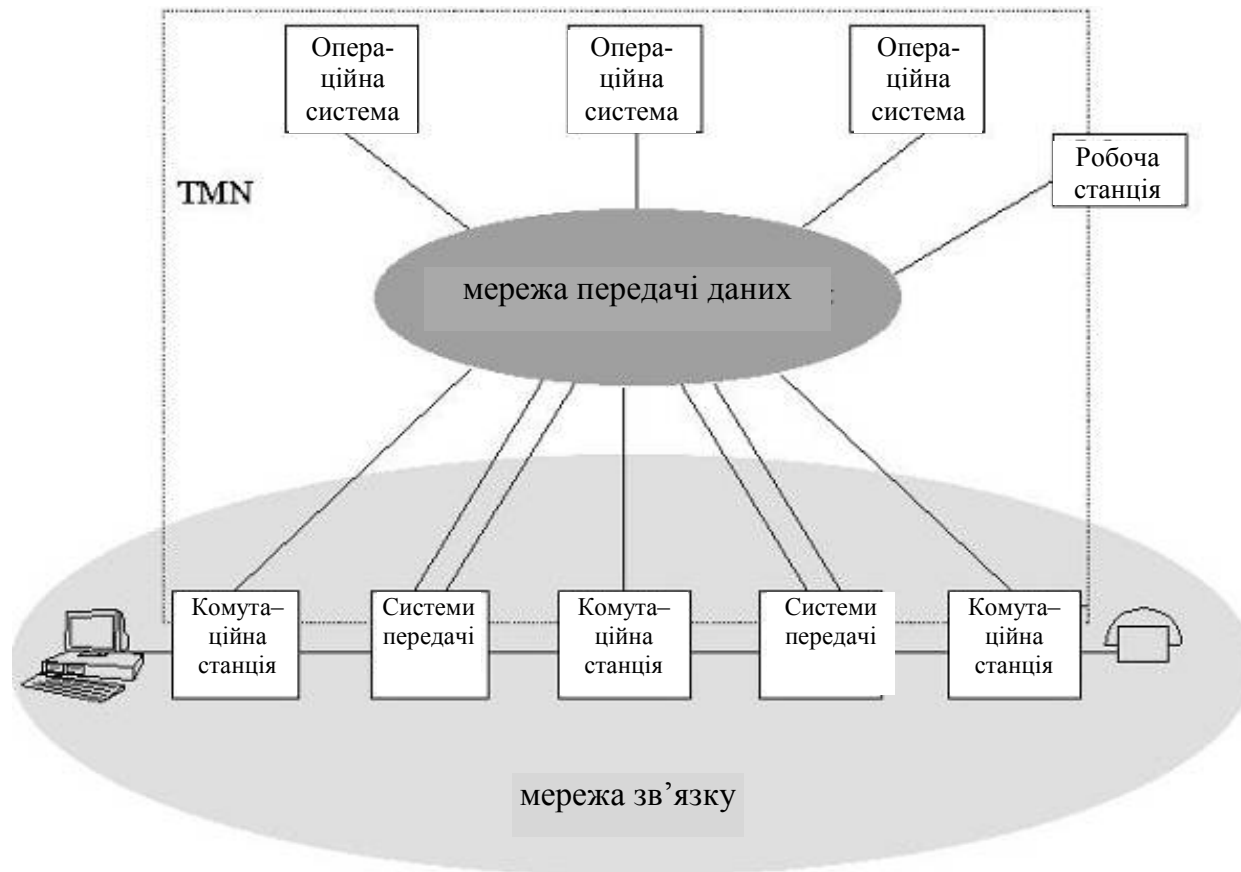


Рисунок 1 - Взаємозв'язок між системою управління і мережею зв'язку

Операційні системи здійснюють обробку усієї інформації, необхідної для виконання функцій по управлінню. Робочі станції забезпечують призначений для користувача інтерфейс, за допомогою якого обслуговуючий персонал взаємодіє з мережею управління.

КЛАСИФІКАЦІЯ ФУНКЦІЙ МЕРЕЖЕВОГО УПРАВЛІННЯ



Рисунок 2 – Класифікація функцій мережевого управління

СКЛАД І ПРИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ TMN

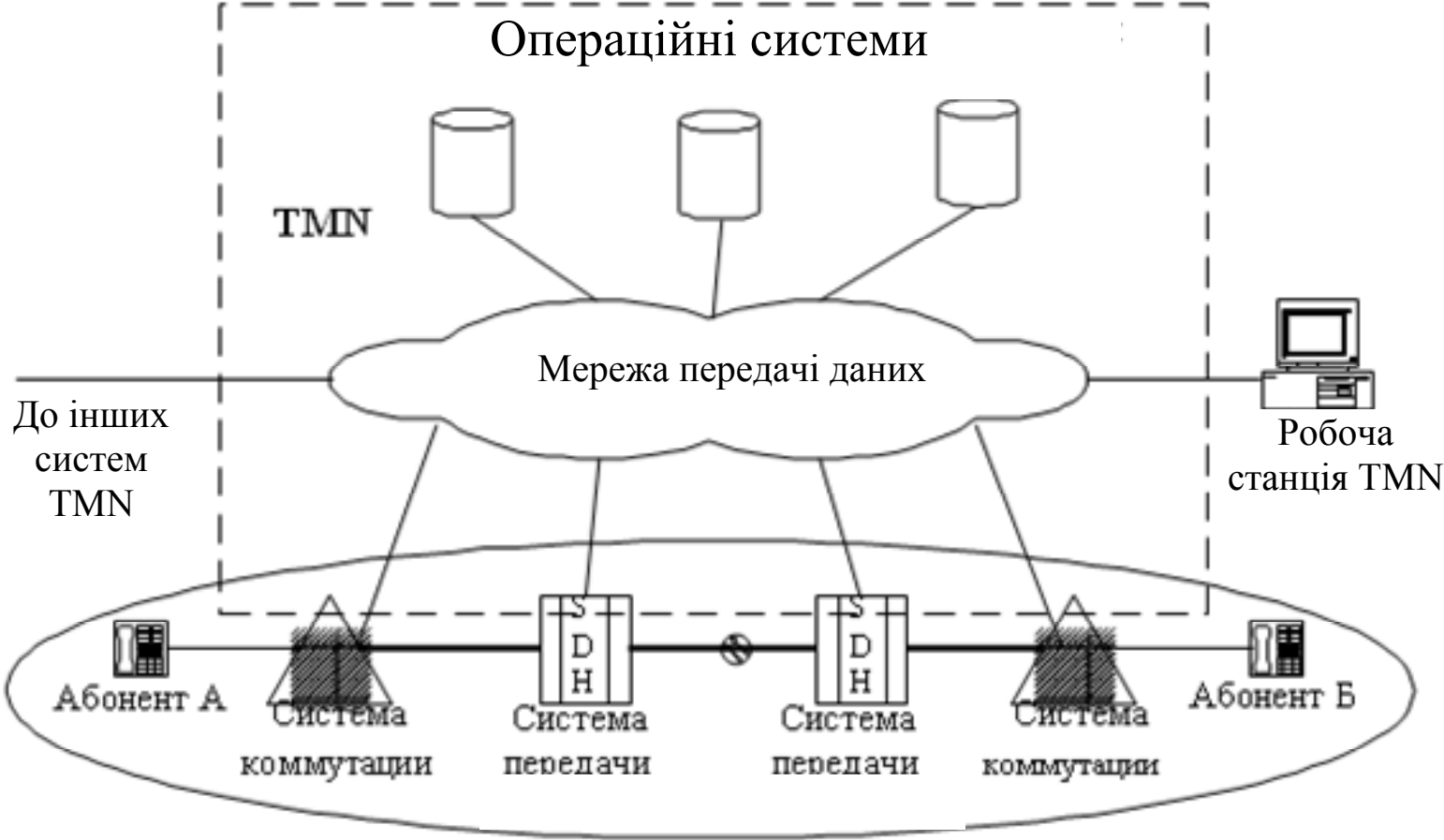


Рисунок 3 – TMN і телекомунікаційна мережа

Об'єктом управління мережі TMN є телекомунікаційні або мережеві ресурси. Телекомунікаційні ресурси управління фізично є устаткуванням зв'язку - функціональні блоки, програмне забезпечення управління – на певні властивості і характеристики яких можна здійснювати цілеспрямована дія, що управляє.

- Функціональні можливості TMN здатність здійснювати обмін інформацією управління між мережами зв'язку і TMN;
- здатність перетворювати інформацію управління для різних систем зв'язку в єдиний формат з метою забезпечення сумісності і узгодженості даних в мережі TMN;
- передавати інформацію управління між різними компонентами мережі TMN;
- аналізувати і реагувати на інформацію управління, що поступає;
- перетворювати інформацію управління у форму, яка зрозуміла користувачеві системи управління - операторові або адміністраторові;
- можливість забезпечення захищеного доступу до інформації управління.

УСТАТКУВАННЯ МОНІТОРИНГУ ЦІЛІСНОСТІ



Рисунок 4 - Приймально-передавальний модуль системи MLS

У системі ТМ моніторинг здійснюється за допомогою пари «джерело випромінювання - приймач», коли з одного боку ВОЛЗ до волокна підключається модуль передавача, з іншої - модуль приймача. Основою системи є модуль MLS 30х, який може включати до свого складу стабілізоване джерело лазерного випромінювання, оптичний приймач, комбінацію передавача і приймача і т.д... Модуль також може бути оснащений вбудованим рідкокристалічним 4-х рядковим дисплеєм, для здійснення моніторингу і контролю з передньої панелі устаткування.

СТРУКТУРНА СХЕМА ВИМІРЮВАЧА

Рефлектометри використовуються на практиці в багатьох областях науки і техніки. Области їх застосування надзвичайно широкі: від науково-дослідницьких лабораторій провідних наукових інститутів до навчальних лабораторій вузів та професійно-технічних училищ. Широко застосовуються вони також в практиці вимірювань у ремонтних майстернях по обслуговуванню побутової електронної техніки.

Рефлектометр складається з таких частин:

- генератора імпульсних сигналів змінної тривалості;
- силового ключа, який виконує функцію формування імпульсу відомого розмаху;
- аналогово-цифрового перетворювача;
- контролера системи та ОЗП;
- контролеру послідовного порту;
- блоку живлення.

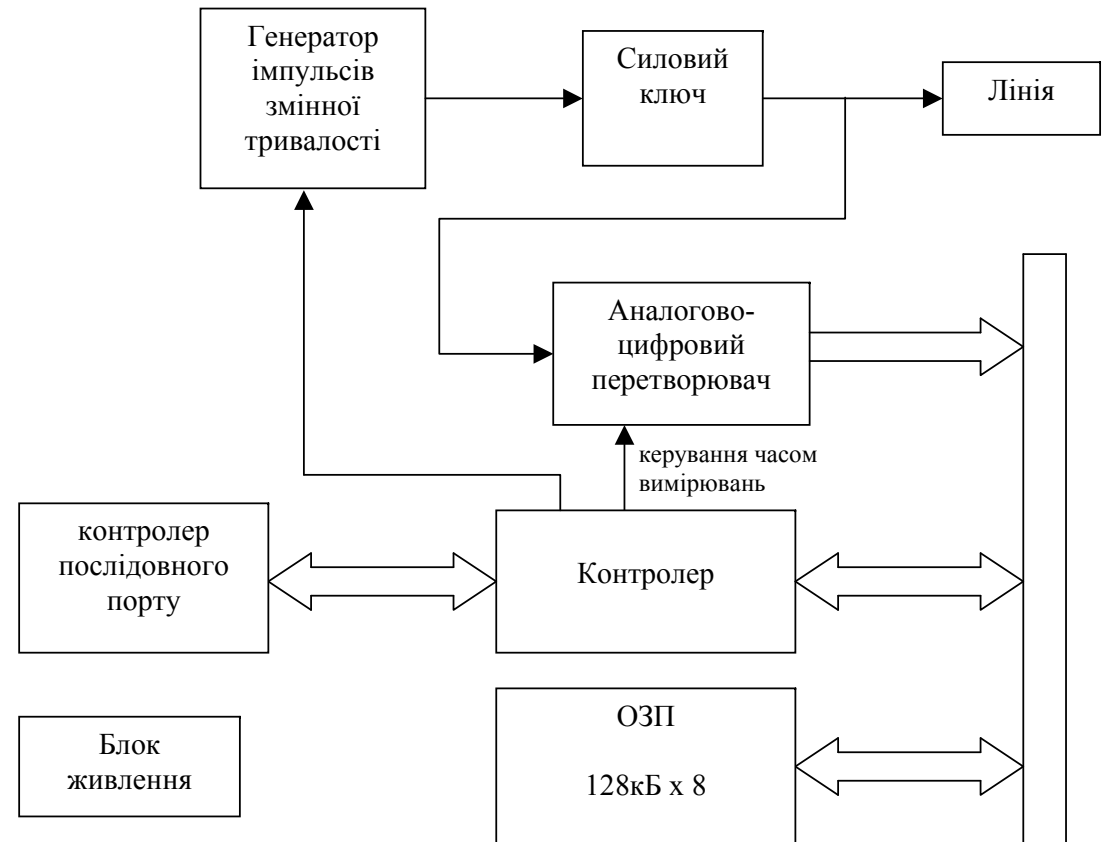


Рисунок 5 – Структурна схема імпульсного рефлектометра

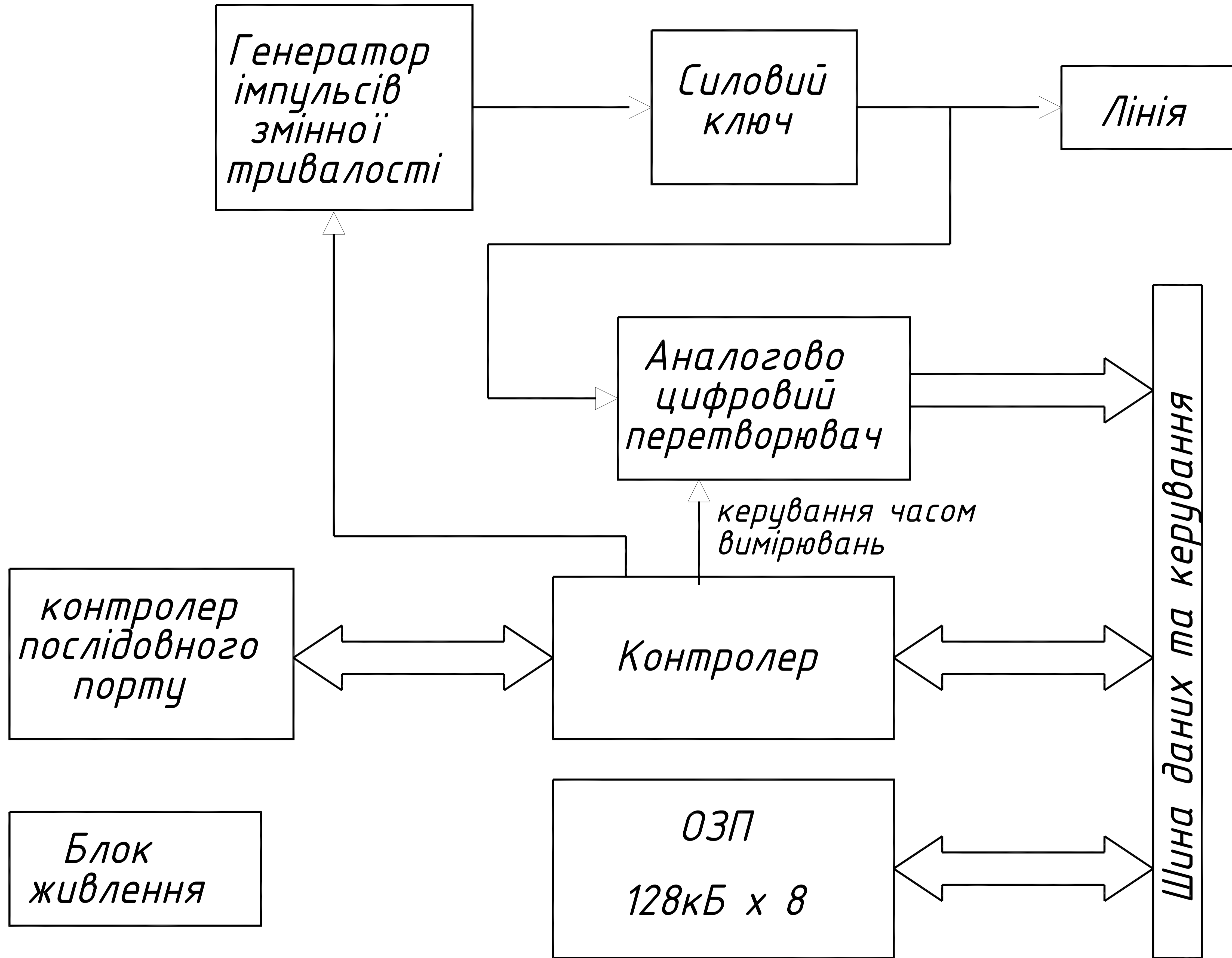
ВИСНОВКИ

У боротьбі за клієнта провайдери змушені надавати все більше і більше різноманітних послуг. Проте ефективна і наскрізна автоматизація процесів оператора можлива лише за умови наявності системи, що дозволяє управляти всією телекомунікаційною мережею оператора, незалежно від її технологій і послуг, що надаються на ній.

У роботі розглянуті різні архітектури управління телекомунікаційними мережами, проаналізовано їх можливості, відзначено основні недоліки. Одна з перспективних архітектур управління ґрунтується на застосуванні відкритого інтерфейсу MTNM для взаємодії систем рівнів EML та NML. У роботі досліджуються особливості застосування інтерфейсу управління гетерогенними мережами MTNM у системі підтримки експлуатаційних процесів операторської системи OSS.

Важлива роль в процесі організації систем управління відводиться створенню якісних стандартів технологій управління мережами і послугами.

Найбільш значимими із стандартів технологій управління мережами являються, серед яких є концепція мережі управління телекомунікаціями TMN (Telecommunications Management Network), прийнята в середині 80-х років ІТУ, - Т. Сама технологія TMN (Telecommunications Management Network) - мережа управління електрозв'язком є системою управління електрозв'язком, що реалізовується повністю або частково автономно від інформаційної мережі. При цьому це відділення здійснюється як на фізичному, так і на логічному рівнях. Завдання ж управління вирішуються через відповідні інтерфейси у ряді точок інформаційної мережі.



| | | | | | | | |
|-----------|-----------------|--------|------|---|------|-------|-------------------|
| | | | | КВРТР.2019031.01.10 E1 | | | |
| | | | | Модуль діагностики електричної мережі для стандарту TMN | | | |
| | | | | Схема структурна | | | |
| Вих. Лист | № документа | Підпис | Дата | Літера | Маса | Маса | |
| Розробив | В.І. Чорнобалюк | | | У | | | |
| Перевірив | О.К. Яворський | | | Архив | | Архив | 1 |
| Т.контр. | | | | | | | |
| Н.контр. | | | | | | | |
| Затв. | В.В.Мордичук | | | | | | ТР1с-19, ФІТ, ХНУ |

