АНОТАЦІЯ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки, що містить 94 друкованих сторінок формату А4 (210×297), об’єм додатків – 12 друкованих сторінок формату А4.

Дипломна робота складається з трьох розділів, в яких нараховується 11 рисунків та 18 таблиць з даними. В роботі використано 28 літературних джерел.

Основна частина роботи містить наступне:

- Вступ, в якому подаються дані про галузь застосування, про ідею використання існуючих ліній зв'язку для передачі цифрових сигналів;
- Аналітична частина, в якій розповідається про сучасні види підключення до Internet, призначення і область застосування кабельних модемів;
- В технологічній частині описуються методи доступу до середовища мережі кабельного телебачення, методи автоматизованого управління, методи передачі даних в мережі кабельного телебачення, принципи розповсюдження сигналів в кабельному середовищі;
- Конструкторська частина, де проаналізовано архітектура системи передачі даних, аналіз проблем в роботі кабельних модемів, аналіз автоматизованої системи управляння, аналіз доступу до середовища, мультимедійні сервіси мережі кабельного телебачення;
- Науково-дослідна частина
- Спеціальна частина
- Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА 10
1.1 Засоби організації комп'ютерних мереж 10
1.1.1 Загальна характеристика мережних стандартів. 10
1.1.2 Технічні засоби для організації ЛОМ типу Ethernet. 11
1.1.3 Тех. засоби для організації мереж типу Arcnet 13
1.1.4 Тех. засоби для організації мереж типу Token Ring 14
1.1.5 Тех. засоби для об'єднання ЛОМ 16
1.2 Огляд протоколів передачі даних 17
1.3 Види підключення до Internet 20
1.4 Призначення і область застосування кабельних модемів 23
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 25
2.1 Постановка задачі 25
2.2 Методи доступу до середовища мережі кабельного телебачення 27
2.3 Методи автоматизованого управління……...31
2.4 Методи передачі даних в мережі кабельного телебачення 33
2.5 Об'єкти мережі кабельного телебачення 36
2.6 Принципи розповсюдження сигналів в кабельному середовищі .. 38
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА 44
3.1 Архітектура системи передачі даних 44
3.2 Аналіз проблем в роботі кабельних модемів 45
3.3 Аналіз автоматизованої системи управління……49
3.4 Стек протоколів DOCSIS……...54
3.5 Аналіз доступу до середовища 55
3.6 Мультимедійні сервіси мережі кабельного телебачення 57
3.7 Структура мережі кабельного телебачення 60
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА……64
4.1 Характеристика об'єкту або предмету дослідження……64

4.2 Програма і методика теоретичних та експериментальних досліджень……65

4.3 Обробка результатів досліджень……..66

4.4 Аналіз і узагальнення отриманої інформації……67

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА……69

5.1. Обґрунтування вибору та (або) розробка програмного забезпечення для проведення проектувальних розрахунків……69

5.2. Розробка керуючих програм для систем програмного керування……70

5.3. Обґрунтування вибору та опис SCADA-системи для розробки або забезпечення роботи в реальному часі проектованої системи…….71

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯ…..75

ВИСНОВКИ 77

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... 78

ДОДАТКИ..... 81

ВСТУП

Актуальність дослідження. З огляду на швидкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, зростає попит на надійні та високошвидкісні мережі. Одним із ключових завдань, що постає перед операторами та провайдерами, є забезпечення якісного моніторингу та управління мережею для підтримання стабільного зв'язку і передачі даних. Традиційні способи підключення, такі як телефонні лінії або навіть оптоволоконні мережі, можуть бути затратними у розгортанні та обслуговуванні, особливо в регіонах з існуючою кабельною інфраструктурою. В цьому контексті інфраструктура кабельного телебачення стає перспективною альтернативою, що вже охоплює значну частину українського населення. Використання існуючих телевізійних кабелів для передачі цифрових сигналів, таких як Інтернет, може забезпечити значну економію ресурсів та розширити доступ до цифрових послуг для мільйонів користувачів.

Ідея використання кабельних мереж для цифрової передачі даних не є новою – так функціонують кабельні модеми, що перетворюють телевізійний кабель на канал передачі інтернет-сигналів. Однак для ефективного впровадження цифрових сервісів через кабельні мережі потрібна система автоматизованого управління та моніторингу, яка забезпечить безперебійну роботу мережі, своєчасне виявлення та усунення збоїв, а також якісний контроль за трафіком і стабільність з'єднання. В Україні послугами кабельного телебачення користується понад два мільйони абонентів, що представляє собою потенційний ринок для впровадження нових цифрових послуг, зокрема Інтернету та інтерактивного телебачення. Проте через відсутність зворотного каналу між користувачем і головною станцією, де розташоване обладнання для виходу в Інтернет, існуюча кабельна інфраструктура потребує відповідної апаратної модифікації. Упровадження автоматизованої системи моніторингу може стати важливим кроком у модернізації української кабельної

інфраструктури, підвищуючи її ефективність та розширюючи спектр доступних послуг.

Метою даної роботи є розробка та впровадження автоматизованої системи управління та моніторингу для комп’ютерної мережі, що працює на базі інфраструктури кабельного телебачення України. Ця система дозволить суттєво підвищити надійність функціонування мережі, швидко реагувати на технічні неполадки, оптимізувати процеси управління мережею та створити сприятливі умови для впровадження сучасних цифрових сервісів, включаючи доступ до Інтернету.

Відповідно до зазначеної теми поставлено такі **завдання роботи:**

- дослідити існуючі технології управління та моніторингу кабельних мереж, а також визначити їхні можливості та обмеження у контексті автоматизації роботи мережі;
- вивчити технічні характеристики та архітектурні особливості інфраструктури кабельного телебачення в Україні, які можуть бути адаптовані для роботи з цифровими даними, зокрема для надання послуг Інтернету;
- оцінити переваги та обмеження кабельних мереж у контексті автоматизованого управління та моніторингу, в тому числі можливості для інтеграції зворотного каналу;
- розглянути стандарти, протоколи і обладнання, що використовується в автоматизованих системах управління комп'ютерними мережами на основі кабельного телебачення, а також вивчити досвід їх використання в інших країнах;
- проаналізувати потенційні переваги та виклики впровадження автоматизованої системи управління комп’ютерною мережею на базі інфраструктури кабельного телебачення в Україні;
- розробити рекомендації щодо подальших напрямків удосконалення інфраструктури кабельного телебачення для розширення спектра цифрових послуг та підвищення надійності мережі.

Об’єктом дослідження є система кабельного телебачення України, яка має потенціал для розширення до комп’ютерних мереж з підтримкою цифрових послуг, зокрема Інтернету.

Предметом дослідження є автоматизоване управління та моніторинг роботи комп’ютерної мережі на основі інфраструктури кабельного телебачення, яка може забезпечити контроль якості передачі даних і стабільність мережевого з’єднання.

Методи дослідження. Для досягнення поставлених завдань будуть використані такі методи: системний аналіз технологій мережі, технічне моделювання архітектури мережі, емпіричні дослідження для перевірки компонентів і функціоналу системи моніторингу, а також статистичний аналіз для оцінки продуктивності системи в реальних умовах. Крім того, застосування математичних методів для оптимізації роботи мережі допоможе підвищити ефективність її управління та надійність.

Очікувані результати. В результаті проведеного дослідження планується отримати глибоке розуміння можливостей та обмежень наявної інфраструктури кабельного телебачення в Україні щодо підтримки автоматизованих систем моніторингу та управління комп'ютерними мережами. Зокрема, будуть визначені ключові технологічні та архітектурні особливості кабельних мереж, які можуть забезпечити ефективну передачу цифрових даних, включно з Інтернетом. Проведений аналіз дозволить виявити наявні стандарти, протоколи та обладнання, які можна інтегрувати в інфраструктуру кабельного телебачення для підвищення її ефективності. В ході дослідження також планується виявити основні переваги та виклики впровадження автоматизованих систем управління в кабельні мережі, з урахуванням досвіду інших держав.

Отже, проведене дослідження є важливим кроком у напрямку модернізації кабельних мереж і розвитку національної інфраструктури цифрового зв’язку, що відповідає сучасним потребам суспільства.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ

1.1 Засоби організації компю’терних мереж

1.1.1 Загальна характеристика мережних стандартів

Важливу роль у розвитку стандартів комп’ютерних мереж відіграла організація IEEE. У 1980-х роках був створений комітет №802, основним завданням якого стала розробка стандартів, що визначають термінологію, архітектуру та протоколи для локальних обчислювальних мереж (ЛОМ).

Основні стандарти:

- IEEE 802.1 – загальний документ, що описує архітектуру та процеси управління на рівні підрівня MAC;
- IEEE 802.2 – визначає специфікації інтерфейсу між рівнем мережі та підрівнем MAC;
- IEEE 802.3 – описує процедури CSMA/CD і деталі побудови Ethernet;
- IEEE 802.4 – стандартизує маршрутний доступ до спільного середовища (шина);
- IEEE 802.5 – визначає маркерний доступ до середовища у кільцевій структурі (Token Ring);
- IEEE 802.6 – стандарт для міських мереж (MAN) із радіусом до 25 км, зокрема для кабельного телебачення;
- IEEE 802.11 – стандарт для бездротових мереж, який забезпечує з’єднання мобільних пристроїв;
- IEEE 802.12 – стандарт для високошвидкісних мереж 100 VG AnyLAN [1-3].

Основна відмінність базової моделі ЛОМ від еталонної моделі OSI полягає в тому, що:

1. у ЛОМ фізичний і канальний рівні поділені на кілька підрівнів;
2. специфікація не охоплює верхні рівні.

Фізичний рівень поділено на три підрівні:

- рівень передачі фізичних сигналів;
- рівень з’єднання з фізичним середовищем;
- рівень інтерфейсу для підключення до модуля з’єднання.

Канальний рівень, у свою чергу, включає два підрівні:

- підрівень управління логічним каналом;
- підрівень управління доступом до середовища MAC.

1.1.2 Технічні засоби для організації ЛОМ типу Ethernet

Ethernet є однією з найбільш широко використовуваних технологій для створення локальних обчислювальних мереж (ЛОМ) завдяки своїй простоті, надійності та високій пропускній здатності. Історія Ethernet розпочалася 22 травня 1973 року, коли співробітник компанії XEROX вперше виклав основні принципи цієї технології. Згодом, у 1980 році, компанії XEROX, Intel та DEC затвердили Ethernet версії 1 як стандарт, а вже у 1982 році була представлена версія Ethernet 2, що використовувала коаксіальний кабель. У 1983 році стандарт IEEE 802.3 об’єднав кілька видів кабелів (коаксіальний, виту пару та оптоволокно), що надало можливість різноманітного застосування технології.

Однією з ранніх реалізацій Ethernet була технологія 10BASE2, відома також як «тонкий Ethernet» або Thin Ethernet. Вона використовувала тонкий коаксіальний кабель RG58 і працювала з топологією шини. Мережі 10BASE2 мали низку обмежень: максимальна довжина одного сегмента не могла перевищувати 185 метрів, а кількість підключених машин була обмежена 12-15 (максимум 30).

Для підключення кожного вузла до мережі використовувалися Т-конектори та циліндричні BNC-конектори. На кінцях кабелю розміщувалися термінатори з опором 50 Ом, один із яких заземлювався для стабільності сигналу. Ця технологія дозволяла підключати вузли за допомогою додаткових розширювальних пристроїв, що давало змогу збільшувати покриття мережі.

Для складніших та більших мереж використовувалися комутатори (Switches) і маршрутизатори (Routers). Комутатори забезпечували ефективну передачу даних, оскільки направляли пакети безпосередньо до потрібного пристрою, мінімізуючи колізії в мережі. Вони є особливо корисними для великих Ethernet-мереж, де потрібне швидке та стабільне передавання даних. Маршрутизатори, своєю чергою, дозволяли мережам Ethernet взаємодіяти із зовнішніми мережами, включаючи Інтернет, керували трафіком і забезпечували безпеку за допомогою фільтрації даних.

Значну роль у розвитку Ethernet зіграли технології Token Ring та FDDI. Token Ring, розроблена компанією IBM, підтримувала до семи типів кабельних з’єднань і забезпечувала зв’язок у кільцевій топології. Вона також підтримувала організацію мереж за допомогою MAU (Multistation Access Unit) та комунікаційних панелей, які надавали гнучкість у разі потреби переміщення кабелів. FDDI (Fiber Distributed Data Interface) використовувала оптоволоконні кабелі, що забезпечували високу швидкість передачі даних на великих відстанях і стали ідеальним рішенням для міських мереж і корпоративних систем [4-5].

Ключовими компонентами для побудови мереж Ethernet також є:

- мережеві адаптери (Ethernet-карти), які встановлюються на кожному пристрої та забезпечують підключення до мережі;
- концентратори (Hubs), що дозволяють об’єднувати пристрої в невеликі мережі, проте через обмежену функціональність в основному використовуються в простих мережах;
- кабельна інфраструктура: найчастіше застосовуються кабелі кручена пара (UTP, STP) для Ethernet, а також оптоволокно для високошвидкісних і далеких з’єднань;
- розетки та патч-панелі, які сприяють організації мережі та забезпечують зручність при прокладанні й обслуговуванні кабелів.

Сучасні Ethernet-мережі мають можливість адаптації для забезпечення швидкого, надійного зв’язку та підтримки нових технологій завдяки широкому спектру стандартів і різноманітності технічних засобів.

1.1.3 Тех. засоби для організації мереж типу Arcnet

Arcnet (Attached Resource Computer Network) — одна з найстаріших і найбільш економічних топологій локальних обчислювальних мереж (ЛОМ), розроблена ще у 1977 році. Arcnet застосовується для побудови недорогих та надійних мереж у промислових і корпоративних середовищах. Її відрізняє використання маркерно-шинного методу доступу, що забезпечує стабільний рівень комунікації на швидкості до 10 Мбіт/с.

Arcnet підтримує зірчату і шинну топології на фізичному рівні, але логічно функціонує як кільце. Мережа може включати декілька сегментів, кожен з яких може об’єднувати до 8 вузлів і мати довжину до 300 метрів [6].

Основні компоненти, що використовуються для організації мережі Arcnet, включають:

- мережеві адаптери (плати) — контролери, які підключаються до комп’ютерів для здійснення передачі даних через Arcnet. Вони забезпечують функції обробки даних і управління доступом;
- концентратори (Hub) — Arcnet використовує як активні, так і пасивні концентратори. Активні концентратори здатні підсилювати сигнал перед передачею, що дозволяє збільшити довжину мережевих сегментів. Пасивні концентратори виконують лише функцію розподілу сигналу без його підсилення;
- кабельні з’єднання — для побудови мережі використовуються кабелі марки RG62 з опором 75 Ом або екранована вита пара. Arcnet дозволяє обирати тип кабелю відповідно до потреб конкретної мережі;

- конектори та термінатори — для підключення кабелів до мережевих плат і концентраторів використовуються BNC-конектори. Термінатори необхідні для закінчення незадіяних портів на HUB, щоб уникнути відображення сигналу.

Обмеження на відстань між компонентами:

- максимальна відстань між пасивним HUB і комп'ютером (EOM) не повинна перевищувати 30 метрів;
- відстань між пасивним HUB і активним HUB може сягати до 300 метрів;
- відстань між активним HUB і комп'ютером (EOM) може досягати 600 метрів;
- у випадку з’єднання лише двох комп'ютерів максимальна відстань мережі може становити до 6 км.

При побудові мережі Arcnet не допускається створення замкнутого кільця. Активний HUB може з’єднуватися з іншими активними або пасивними HUB, а також з комп'ютерами, тоді як пасивний HUB може з'єднуватися лише з активним HUB або комп'ютерами [7-8].

Таким чином, Arcnet пропонує гнучке рішення з можливістю підключення великої кількості пристроїв на значних відстанях, що робить її практичною для побудови стабільної мережевої інфраструктури.

1.1.4 Технічні засоби для організації мереж типу Token Ring

Технологія Token Ring, розроблена IBM, закріплена у стандарті IEEE 802.5 і призначена для створення стабільної мережі з високою надійністю та детермінованими параметрами передачі даних. Ця мережа використовує маркерний метод доступу, де дані передаються лише після отримання маркера (токена), що дозволяє уникнути колізій і забезпечити ефективний розподіл доступу. Token Ring має кільцеву топологію як на фізичному, так і на логічному рівнях.

Мережа підтримує швидкість передачі 16 Мбіт/с і здатна одночасно переміщати два маркери. Дані передаються у вигляді кадрів, розмір яких може змінюватись відповідно до потреб мережі [9].

Основні компоненти та засоби, необхідні для організації мережі Token Ring, включають:

1. мережеві адаптери (плати) — кожен вузол в мережі оснащується мережею платою, яка має телефонний роз'єм (UTP-порт) та спеціальний 9-контактний порт для підключення до пристрою багатостанційного доступу (MAU);
2. пристрій багатостанційного доступу (MAU) — виконує роль центрального елементу мережі. MAU дозволяє підключати до 8 вузлів через окремі порти. Для розширення мережі передбачено два порти на кінцях MAU (RI, RO), що дозволяють об’єднувати кілька MAU в одне кільце, збільшуючи кількість підключених пристроїв до 16 вузлів. Невикористані порти автоматично закільцьовують з’єднання, утворюючи активне кільце;
3. обмеження при з’єднанні обладнання:
   - гібридні маршрутизатори, що працюють на канальному та мережному рівнях;
   - прийомопередавачі та репітери: для об'єднання сегментів за допомогою репітерів, яких у мережі може бути до 5. При цьому не більше двох із цих сегментів можуть використовуватися для передачі даних без підключення ЕОМ.

Token Ring підтримує інші стандарти мереж, серед яких виділяють:

- 10 BASE 5 (Thicknet) — стандарт Ethernet, що використовує товстий коаксіальний кабель з жовтою ізоляцією. Максимальна довжина сегмента сягає 500 метрів, а на кінцях використовуються термінатори з опором 50 Ом. Підключення здійснюється за допомогою трансіверів (зокрема, «вампірів») із роз’ємами типу DB15;
- 10 BASE T (Twisted Pair Ethernet) — популярна технологія Ethernet на витій парі (UTP) категорії 3 та 5. Забезпечує з’єднання у вигляді зірки, але

фізично працює як шина. Кожен вузол підключається до концентратора (HUB), який відновлює сигнали і розсилає їх іншим пристроям;

- 100 BASE T (Fast Ethernet) — модифікований Ethernet, що підтримує швидкість до 100 Мбіт/с на витій парі категорії 5 (100 BASE TX) або категорії 3, 4, 5 (100 BASE T4);
- оптоволоконні стандарти Ethernet — 10 BASE F підтримує передачу на відстані до 2,1 км. 1000 BASE стандарти, зокрема 1000 BASE LX (багатомодове волокно) та 1000 BASE T (UTP категорії 5), забезпечують відстань між вузлами до 500 м для мідної пари та до 2 км для волокна.

Також важливо враховувати вимоги щодо використання шлюзів, які можуть функціонувати на всіх рівнях моделі OSI — від транспортного до рівня додатків.

1.1.5 Тех. засоби для об’єднання ЛОМ

Для об’єднання кількох вузлів у потрібну топологію локальної мережі використовують різні пристрої: трансивери, повторювачі, концентратори та комутатори:

1. трансивери забезпечують двонаправлену передачу між мережевим адаптером і кабелем або двома ділянками кабелю. Вони можуть підсилювати сигнал або перетворювати його в іншу форму. Зазвичай трансивери мають один вхід і один вихід, реалізуючи точкове підключення;
2. повторювачі (репітери) відновлюють спотворені сигнали, що виникають через велику довжину кабелю. Вони не змінюють зміст даних у пакеті й потребують зовнішнього живлення;
3. концентратори дозволяють об’єднувати кілька абонентів мережі. Пасивні концентратори працюють як вузли для групування репітерів або трансиверів в одному місці, тоді як активні концентратори також підсилюють сигнал і можуть здійснювати його перетворення;

4. комутатори (або комутуючі концентратори) відрізняються від концентраторів тим, що можуть ідентифікувати адресу повідомлення і передавати його до певного сегмента мережі.

Для об’єднання різних мереж або забезпечення зв'язку з глобальними мережами використовуються міжмережні пристрої:

1. мости дозволяють з'єднувати мережі, що працюють на різних протоколах нижчого рівня, або розподіляти навантаження між сегментами однієї мережі. Вони зазвичай функціонують на основі окремого комп’ютера, до якого підключено до чотирьох мережевих плат;
2. маршрутизатори (routers) обирають оптимальні маршрути для кожного пакету даних, що особливо корисно у складних мережах з кількома маршрутами. Більш розвинені маршрутизатори (брідж-маршрутизатори або brouter) поєднують функції мосту та маршрутизатора;
3. шлюзи (gateways) з'єднують локальні мережі з глобальними, забезпечуючи зв'язок між мережами з несумісними протоколами, оскільки вони повністю перетворюють весь потік даних.

Залежно від рівня мережевої моделі OSI, ці пристрої виконують різні функції:

- концентратори діють на фізичному рівні;
- мости функціонують на канальному рівні;
- маршрутизатори оперують на мережевому рівні.

Таким чином, технічні засоби для об’єднання локальних обчислювальних мереж забезпечують ефективну передачу даних, розподіл навантаження, збільшення покриття мережі та підтримують інтеграцію різнорідних мережевих сегментів у єдину інформаційну систему [10].

1.2 Огляд протоколів передачі даних

Протоколи передачі даних використовуються для управління і контролю над інформаційним обміном між пристроями в мережі. Кожен протокол працює

на певному рівні моделі OSI, забезпечуючи функції від фізичного з'єднання до організації обміну повідомленнями на рівні додатків. Огляд основних рівнів протоколів наведено нижче.

Протоколи фізичного рівня. Фізичний рівень описує електричні, механічні, функціональні параметри середовища передачі даних. Його функції включають активацію, підтримку і деактивацію фізичного каналу зв’язку між пристроями. Наприклад, стандарт RS-232c регулює фізичні характеристики з'єднання.

Протоколи канального рівня. Цей рівень забезпечує надійність передачі даних, здійснюючи контроль і виправлення помилок. Він застосовує методи доступу до середовища передачі, такі як детерміновані й недетерміновані протоколи. Основними методами контролю помилок є CRC (циклічний надлишковий код):

- детерміновані методи (наприклад, передача маркера або кільцеві слоти) передбачають організоване розподілення доступу до середовища;
- недетерміновані методи (наприклад, CSMA/CD) допускають конкуренцію за доступ до каналу, при якій кожен вузол перевіряє канал перед передачею, щоб уникнути колізій.

Протоколи мережевого рівня. Мережевий рівень забезпечує маршрутизацію, що дає змогу визначити оптимальний шлях передачі даних між вузлами. Використовуються різні алгоритми, які забезпечують незалежність від конкретного обладнання. Типові протоколи цього рівня: X.25, X.75 [11].

Класифікація протоколів за різними ознаками:

- тип середовища передачі: провідні (кабельні) та безпровідні мережі;
- охоплення: локальні, глобальні мережі;
- організація взаємодії: ієрархічні мережі, мережі зі зірчастою топологією;
- тип комутації: комутація каналів, пакетів, повідомлень;
- залежність від протоколів, технічного та програмного забезпечення.

Нижче наведено порівняння базових моделей протоколів для передачі даних, які забезпечують узгоджену роботу різних мережевих рівнів. У таблиці

1.1 зіставлені рівні моделі OSI та відповідні рівні Інтернет-моделі, а також приклади основних протоколів, що використовуються для реалізації функцій кожного рівня.

Таблиця 1.1 - Базові моделі протоколів

Рівень	**Опис**	**Приклади протоколів**
Фізичний (1)	Відповідає за фізичне з'єднання пристроїв, передачу бітів через середовище (кабелі, оптоволокно, радіохвилі).	Ethernet, Wi-Fi (IEEE 802.11), Bluetooth
Канальний (2)	Забезпечує передачу даних між двома сусідніми пристроями, виявляє і виправляє помилки.	Ethernet (MAC), PPP, Frame Relay
Мережевий (3)	Відповідає за маршрутизацію пакетів даних між різними мережами.	IP (IPv4/IPv6), ICMP, RIP, OSPF
Транспортний (4)	Забезпечує надійну передачу даних, розділяє повідомлення на пакети, контролює доставку.	TCP, UDP
Сеансовий (5)	Управляє сеансами зв'язку між додатками, встановлює, підтримує і завершує сеанси.	NetBIOS, PPTP, L2TP
Рівень представлення (6)	Відповідає за форматування, шифрування і стиснення даних.	SSL/TLS, JPEG, MPEG, ASCII
Прикладний (7)	Забезпечує інтерфейс між користувачем і мережею, підтримує мережеві сервіси.	HTTP, SMTP, FTP, SNMP DNS

**Джерело:* [12]

Модель TCP/IP представляє набір інтернет-протоколів, що забезпечує функціонування мережі на різних рівнях – від канального до прикладного. Вона включає протоколи, які допомагають ефективно організовувати та підтримувати зв'язок між пристроями, забезпечуючи стабільну передачу даних у мережі.

Аналізатори протоколів є спеціалізованими інструментами для моніторингу, декодування та аналізу даних, що передаються в мережі. Вони відіграють ключову роль в оптимізації роботи мережі, допомагають у виявленні робочого навантаження, перевірці сумісності пристроїв, а також у виявленні можливих проблем. Основні функції, які виконують аналізатори протоколів:

- оцінювання мережевого навантаження;
- визначення складу протоколів, які використовуються у мережі;
- вимірювання ефективності роботи мережевих додатків;
- оцінка продуктивності мережевих апаратних пристроїв;
- перевірка цілісності переданої інформації.

Серед поширених прикладів аналізаторів можна виділити Sniffer Analyzer від Network General, доступний у версіях для ПК та розподілених систем, а також Protolyzer від ProTools. Ці аналізатори підтримують широкий спектр протокольних моделей, зокрема TCP/IP, SNA, DECNET, NOVELL, OS/2, APPLETALK, X.25 та інші. Вони забезпечують комплексні інструменти для ефективного управління і оптимізації мережевої інфраструктури.

1.3 Види підключення до Internet

Існують різні способи підключення до Інтернету. Ось деякі з найпоширеніших та доступних варіантів.

Комутована телефонна лінія. Одним з конкурентів технології CATV є ADSL. Ця технологія дозволяє передавати дані на швидкості до 8 Мбіт/с для завантаження (downstream) та до 1 Мбіт/с для передачі (upstream). Проте реальна швидкість залежить від відстані до телефонної станції. Наприклад, при відстані до 2,7 км швидкість може сягати 8 Мбіт/с, на відстані від 2,7 до 3,5 км — 6 Мбіт/с, а на відстані 3,5-5,5 км — всього 1,5 Мбіт/с. Якщо користувач знаходиться на відстані більше 5,5 км від станції, доступ до Інтернету через ADSL не може бути гарантований. Останні тести обладнання ADSL показали, що на лінії довжиною 4 км швидкість завантаження становила 2 Мбіт/с, а передавання — 1 Мбіт/с.

ADSL використовує діапазон частот вище тієї частоти, що виділена для голосових дзвінків, тому можливе одночасне використання телефонної лінії для голосового зв’язку та передачі даних. Для цього використовують так званий

частотний роздільник (POTS splitter), який відокремлює голосові та дані сигнали.

Технологія ADSL була стандартизована ANSI ще в 1995 році (стандарт T1.413), однак через складність налаштування обладнання та високу вартість підключення вона не стала надзвичайно популярною. Вона потребує налаштування спеціалістом, встановлення частотного роздільника та інколи змін кабельної проводки, що робить її дорогим варіантом для широкого впровадження.

Більшість постачальників Інтернет-послуг (ISP) пропонують доступ через телефонну мережу, що комутується. Для підключення достатньо мати телефонну лінію та модем. Провайдер надає телефонні номери для підключення, після чого необхідно ввести ім’я користувача та пароль для встановлення з’єднання.

Проте для якісного доступу через комутовану мережу телефонна лінія повинна бути доброї якості. Якщо лінія погано працює під час звичайних телефонних розмов (тріски, перешкоди), то і підключення до Інтернету через такий канал буде нестабільним, а швидкість передачі даних — низькою. Такий доступ є найдешевшим, але максимальна швидкість обмежена до 53 Кбіт/с, і телефонна лінія під час підключення до Інтернету буде зайнята.

Виділена лінія. Підключення через виділену лінію — це більш швидкісне підключення, друге за популярністю після комутованих телефонних ліній. Воно передбачає пряме підключення до комп'ютера постачальника послуг, що забезпечує цілодобовий доступ до Інтернету. Однак вартість таких послуг є досить високою і включає витрати на прокладання кабелю до вашої оселі чи офісу, оренду кабелю (якщо він не є власністю абонента) та купівлю або оренду необхідного обладнання для підключення.

Технологія xPON. xPON (Passive Optical Network) — охоплює кілька технологій пасивних оптичних мереж (PON), які застосовуються для обміну даними на великі відстані через оптичне волокно. Основна перевага PON полягає у відсутності активних елементів між провайдером і кінцевим

користувачем, що знижує витрати на технічне обслуговування та підвищує надійність мережі. До основних видів xPON належать GPON і EPON.

GPON (Gigabit PON) гарантує швидкість передачі до 2,5 Гбіт/с для завантаження та 1,25 Гбіт/с для вивантаження. Ця технологія широко використовується для підключення домашніх користувачів до IPTV і інтернету, дозволяючи одному оптичному каналу обслуговувати кілька абонентів.

EPON (Ethernet PON) базується на стандарті Ethernet та забезпечує швидкість до 1 Гбіт/с в 2 напрямки. Ця технологія найбільш популярна в азійських країнах і використовується в корпоративних мережах.

Безпровідний зв'язок (мобільний LTE 4G). Безпровідний мобільний зв'язок LTE 4G — це четверте покоління мобільних мереж, яке забезпечує швидкий обмін даними та надійне під’єднання до Інтернету. Long Term Evolution (LTE) — це основний стандарт, що застосовується в мережах 4G, який дозволяє досягати швидкості завантаження до 100 Мбіт/с і більше, залежно від умов покриття та інфраструктури.

Головною перевагою LTE 4G є значно вища пропускна здатність порівняно з попередніми поколіннями, такими як 3G. Це дозволяє користувачам комфортно дивитися відео у високій роздільній здатності, використовувати хмарні сервіси, грати в онлайн-ігри без затримок та швидко завантажувати великі файли. LTE 4G забезпечує нижчу затримку, що важливо для віртуальних додатків та відеодзвінків.

Оператори можуть використовувати різні частотні діапазони для LTE 4G, що дозволяє краще охоплювати як міські, так і сільські території. Технологія LTE також підтримує технологію MIMO (Multiple Input Multiple Output), що підвищує якість сигналу та збільшує пропускну здатність за рахунок використання декількох антен на приймачі і передавачі.

Супутниковий зв'язок. Для підключення через супутникову систему необхідно встановити супутникову антену та спеціальний адаптер для підключення до комп'ютера. Швидкість отримання даних через супутник може досягати 400 Кбіт/с, але передача даних від користувача на супутник обмежена

швидкістю звичайного телефонного з'єднання. Це підключення добре підходить для використання Інтернету, де більшість трафіку йде в напрямку до користувача. Недоліком є обмежена швидкість передачі даних в зворотному напрямку, що робить цей варіант непідходящим для відеоконференцій. Також супутниковий доступ не доступний у всіх регіонах через обмежену зону покриття.

Мережа кабельного телебачення. Цей тип підключення використовує існуючу інфраструктуру кабельного телебачення та спеціальні кабельні модеми. Швидкість передачі даних може досягати до 440 Мбіт/с. Вартість кабельного модему досить низька, а абонентська плата — помірна, що робить цей варіант привабливим. Однак не всі будинки мають підключення до кабельної мережі, і деякі провайдери можуть проводити необхідні роботи для підключення.

1.4 Призначення і область застосування кабельних модемів

Кабельні модеми є важливим елементом для забезпечення швидкісного доступу до Інтернету. Для компаній, які планують надавати послуги з їх встановлення та експлуатації, важливо розуміти потреби клієнтів у високих швидкостях передачі даних. Основні напрямки, у яких кабельні модеми можуть бути ефективно використані відображено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Основні напрямки використання кабельних модемів

Область застосування	Опис
Доступ до Інтернету	Забезпечення швидкого підключення для користувачів, які активно використовують Інтернет, зокрема для доступу до мультимедійних ресурсів і нових технологій (Java, VRML).
Робота з дому (WAH, SOHO)	Швидкісний доступ для людей, що працюють вдома або в малих офісах, які потребують стабільного підключення до Інтернету для виконання робочих завдань.

Продовження таблиці 1.2

Малий бізнес	Забезпечення високошвидкісного Інтернет-зв'язку для малих підприємств, які використовують сервери, факси, принтери та інші пристрої для бізнес-операцій.
Intranet	Використання для корпоративних мереж, де важливий швидкий доступ до даних між філіями компанії.
Освіта	Підключення для дистанційного навчання та онлайн-курсів, що дозволяють студентам та професіоналам отримувати знання на відстані.
Відеоконференції	Підключення для організації відеоконференцій вдома або в офісах, забезпечуючи необхідну швидкість для відео та аудіозв'язку.

**Джерело:* [13]

Кабельні модеми стали одним з основних засобів забезпечення швидкісного Інтернет-з'єднання для різних категорій користувачів, від малих фірм до великих організацій. Вони особливо ефективні у ситуаціях, де необхідна несиметрична архітектура з переважною передачею великих обсягів даних з Інтернету до користувача, але з незначним зворотним трафіком від користувача. Це робить кабельні модеми ідеальними для веб-серфінгу, відео- та аудіопотоків, а також для надання віддалених послуг, таких як телемедицина, дистанційне навчання та інші.

Кабельні модеми вигідно відрізняються від інших способів підключення завдяки здатності забезпечувати стабільне та швидке з'єднання з високою пропускною здатністю, що особливо важливо для сучасних додатків, таких як відеоконференції, дистанційне навчання та мультимедійні сервіси. До того ж, вони прості в установці та вимагають мінімальних витрат на обслуговування, що робить їх привабливими як для домогосподарств, так і для малих і середніх бізнесів.

2 НАУКОВО-МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Постановка задачі

З розвитком інформаційних технологій і зростанням кількості інтернет-користувачів потреба в швидких і надійних каналах передачі даних набуває все більшої значущості. Одним з перспективних рішень є використання інфраструктури кабельного телебачення для забезпечення високошвидкісного доступу до Інтернету та створення систем автоматизованого управління і моніторингу. Кабельні модеми, що використовують існуючі мережі кабельного телебачення, можуть забезпечити високу пропускну здатність, стабільне з'єднання і різноманітні варіанти підключення, відкриваючи нові можливості для створення інтегрованих мережевих систем.

Швидкість. Застосування кабельних модемів для передачі цифрових даних дозволяє досягти значної швидкості завантаження, що є ключовим аспектом для ефективного функціонування системи моніторингу. У кабельних мережах швидкість передачі може сягати 1 Гбіт/с, що дає змогу передавати великі обсяги інформації про стан мережі, а також виявляти і реагувати на можливі неполадки в режимі реального часу. Це особливо важливо для автоматизованих систем управління, де швидкість передачі безпосередньо впливає на точність і оперативність роботи системи.

Гнучкість. Гнучка архітектура кабельних модемів дозволяє налаштовувати систему управління і моніторингу відповідно до існуючої інфраструктури кабельного телебачення. Кабельні мережі надають можливість як прямої, так і зворотної передачі даних, забезпечуючи двосторонній зв'язок для управління пристроями та збирання даних про їхню роботу. Це дає можливість автоматизованій системі не тільки виявляти збої, але й швидко відправляти команди для їх усунення. Наприклад, прямий сигнал може передаватися через кабельну мережу або за допомогою радіоканалу, а

зворотний канал можна організувати через кабель, телефонну лінію або інші види зв'язку.

Масштабованість. Інфраструктура кабельного телебачення сприяє простій масштабованості системи управління мережею. Додавання нових підключень або модулів до системи моніторингу може відбуватися з мінімальними зусиллями, оскільки кабельна мережа дозволяє легко під'єднувати нових користувачів чи пристрої до існуючої мережі. Завдяки цьому зростання мережі та збільшення кількості клієнтів не потребує суттєвих змін у загальній інфраструктурі. Якщо прямий і зворотний канали використовують різні середовища передачі, то процес інтеграції нових елементів в автоматизовану систему управління стає ще простішим і ефективнішим.

Такі можливості кабельної інфраструктури забезпечують стабільність і надійність мережі, що є критично важливими для автоматизованих систем управління, зокрема тих, що обслуговують розгалужені корпоративні чи муніципальні мережі.

Таблиця 2.1 демонструє, як високі швидкості, досяжні в інфраструктурі кабельного телебачення, дозволяють знизити затримки та підвищити ефективність роботи системи моніторингу комп’ютерної мережі.

Таблиця 2.1 - Порівняння швидкостей передачі даних для різних типів підключень

Швидкість передачі даних, Мбіт/с	**Тип модему/технології**	**Час передачі файлу (приблизно)**	**Додаткові нотатки**
0,128	ISDN	10 хв.	Застаріла технологія, рідко використовується.
100	Ethernet	15 с	Стандартна швидкість для локальних мереж.
55	Кабельний ED2.0	20 с	Попередній стандарт для кабельних інтернет-з'єднань.
440	Кабельний ED3.0	8 с	Сучасний стандарт для кабельних інтернет-з'єднань.

Продовження таблиці 2.1

1000	Ethernet Gigabit	1,5 с	Використовується для високошвидкісних локальних мереж.
100-1000	Wi-Fi 5 (802.11ac)	2-10 с	Популярна бездротова технологія для домашніх мереж.
2400	Wi-Fi 6 (802.11ax)	1-5 с	Новіша бездротова технологія з більшою пропускною здатністю.
до 10 000	Оптоволоконний інтернет	< 1 с	Найшвидший тип інтернет-з'єднання, використовується для корпоративних мереж та потреби високої швидкості.
50-1000	5G мобільний інтернет	2-20 с	Швидкість залежить від оператора, місцезнаходження та завантаженості мережі.

**Джерело:* створено автором

Таким чином, різні технології зв'язку забезпечують різноманітний рівень швидкості передачі даних, що безпосередньо впливає на можливості та ефективність систем управління та моніторингу комп'ютерних мереж. Застарілі стандарти, як-от ISDN, уже не відповідають сучасним вимогам і практично не використовуються. Натомість Ethernet, Wi-Fi та оптоволоконний інтернет забезпечують високошвидкісний доступ до мережі, дозволяючи обробляти великі масиви даних за малий проміжок часу.

2.2 Методи доступу до середовища мережі кабельного телебачення

Підключення до Інтернету за допомогою кабельного телебачення забезпечує швидкий та надійний доступ до глобальної мережі. Використання кабельної інфраструктури для передачі даних почалося ще у 1995 році, коли провідні компанії, такі як Hewlett-Packard та Intel, оголосили про плани розробки обладнання для підтримки високошвидкісного доступу до Інтернету через мережу кабельного телебачення.

Доступ до Інтернету через кабельні мережі має відносно просту схему підключення: стандартне обладнання для кабельного телебачення під’єднують до кабельного модема, який через маршрутизатор з’єднується з зовнішнім каналом провайдера. У користувача встановлюється кабельний модем, що з

одного боку з'єднується з його комп'ютером через мережеву карту або USB-порт, а з іншого боку підключається до телевізійної мережі.

Передача даних, включаючи Інтернет і мультимедійні сервіси, відбувається через кабельний канал, як і передача телевізійних сигналів. Кабельний модем, підключений до кабельної мережі, автоматично налаштовується на передачу даних, визначаючи канал для зв’язку з CMTS (центр кабельних модемів) на станції КТБ, яка безпосередньо з’єднана з провайдером. Після підключення кабельний модем отримує IP-адресу та надає користувачеві доступ до Інтернету.

Функція кабельного модема полягає в прийомі цифрового потоку інформації, переданого по мережі кабельного телебачення, та його передачі на ПК через USB або Ethernet. Подібно до телефонного модему, кабельний модем модуляцією і демодуляцією перетворює сигнали, проте має значно вищу швидкість завдяки широкому частотному діапазону мережі кабельного телебачення. Телефонні мережі розраховані на передачу голосу, тому їх пропускна здатність обмежена, тоді як мережа кабельного телебачення призначена для повноцінної передачі відеосигналу і має широку смугу частот. Це дозволяє передавати великі обсяги інформації за короткий проміжок часу, роблячи кабельний модем ефективним засобом для швидкісного доступу до Інтернету.

Щоб краще зрозуміти технічну сторону передачі даних у кабельній мережі, варто розглянути її інфраструктуру. Головна станція кабельного телебачення приймає та обробляє сигнали від супутників, місцевих студій та інших джерел. Кожен телевізійний сигнал передається на своїй частоті, що створює частотний спектр каналів. Це дозволяє отримувати телепрограми навіть там, де ефірний сигнал недоступний. Головна станція розподіляє телепрограми через магістральні кабелі з підсилювачами, що підтримують потрібний рівень сигналу. За допомогою відгалужувачів сигнал з магістралі передається до будинкових розводок, які забезпечують підсилення сигналу на виході до користувачів.

Коли користувач бажає підключити Інтернет через кабельне телебачення, від найближчого відгалуження кабельної мережі прокладають кабель до його будинку та підключають до телевізора або спеціального конвертора, якщо його телевізор не підтримує всі частоти. Така деревовидна структура мережі дозволяє ефективно передавати сигнали та знижує витрати на обслуговування.

Організація доступу до Інтернету через кабельну мережу вимагає спеціальних пристроїв – кабельних модемів. Ці модеми, розташовані на відгалуженні кабельної магістралі, виконують функції модему, маршрутизатора, шифратора-дешифратора, мережевого адаптера і навіть концентратора Ethernet (рисунок 2.1). Основна функція кабельного модема полягає в модуляції і демодуляції сигналів. Передача інформації від станції до кабельного модема (downstream) здійснюється на частотах, які використовуються для телевізійних сигналів.

Рисунок 2.1. Пристрій для забезпечення доступу в інтернет за допомогою мереж кабельного телебачення

**Джерело:* [16]

Сигнал даних передається через кабельну систему разом із телевізійними сигналами, не впливаючи на якість телепередач. Для передачі даних застосовуються різні методи модуляції, найпопулярнішими з яких є QPSK

(забезпечує швидкість до 10 Мбіт/с) та QAM64 (до 54 Мбіт/с). Передача зворотного сигналу від кабельного модема до станції (upstream) є складнішою, оскільки у стандартній дуплексній кабельній мережі зворотний сигнал може передаватися на частотах 5-65 МГц. Цей діапазон може зазнавати значних перешкод від радіошумів та інших зовнішніх джерел, включаючи погане з’єднання або непідключені антени.

Через деревовидну структуру кабельної мережі всі шуми від відгалужень можуть накопичуватися, заважаючи передаванню зворотного сигналу. Щоб зменшити вплив перешкод, більшість виробників пропонують використовувати QPSK для передачі даних, тому що цей метод краще підходить для зашумленого середовища, хоч і має нижчу швидкість порівняно з QAM. Якщо ж кабельна мережа не може передати зворотний сигнал через обмежену якість кабелів, можна використати альтернативні мережі, такі як телефонні лінії або ISDN.

Кабельний модем функціонує як приймач і передавач телевізійних та цифрових сигналів. Імпульси передаються від станції до модема по коаксіальному кабелю, звідки направляються до комп’ютера або в локальну мережу. Одним із основних методів підключення модему до комп'ютера є Ethernet 10BaseT, при якому модем має вбудований Ethernet-адаптер, що підключається безпосередньо до комп'ютера чи локальної мережі. Для коректної роботи на комп’ютері має бути встановлений Ethernet-адаптер і налаштований протокол TCP/IP. Хоча установка кабельного модема безпосередньо у комп’ютер могла б знизити витрати, це потребує спеціальних плат для різних платформ.

Інтерактивні комп’ютерні служби (КІС) на базі кабельних мереж (КТБ) почали активно розвиватися у кінці 1996 року, коли провідні оператори КТБ в США, такі як TCI, Time Warner і Continental Cablevision, розпочали надання комерційних послуг. Перші інтерактивні кабельні послуги з'явилися у Канаді наприкінці 1995 року та в Австралії влітку 1996 року. Масове впровадження цієї технології розпочалося у вересні 1996 року. Станом на сьогодні більшість

кабельних модемів встановлено у США і Канаді, і близько 85% користувачів таких мереж мають двосторонні підключення (із зворотним каналом), тоді як решта користуються односторонніми послугами, де зворотний канал забезпечується через телефонну лінію.

Найбільшим у світі провайдером КІС є компанія @Home Network, заснована корпорацією TCI, яка обслуговує понад 17 млн абонентів, а також інвестиційною компанією Kleiner Perkins Caufield & Byers. Співвласниками служби є кілька американських та канадських операторів КТБ, зокрема Comcast і Cox Communications – четвертий та п’ятий за величиною оператори кабельних мереж у США.

2.3 Методи автоматизованого управління

Автоматизоване управління комп’ютерними мережами на базі інфраструктури кабельного телебачення забезпечує ефективний контроль над ресурсами мережі, оперативне виявлення та вирішення проблем, а також оптимізацію продуктивності для безперебійного обслуговування користувачів. У цьому підрозділі докладно розглянемо основні методи автоматизованого управління з прикладами їх застосування в реальних умовах:

- моніторинг у режимі реального часу - автоматизований моніторинг дозволяє отримувати точні дані про роботу мережі. Наприклад, система Nagios, широко використовувана для моніторингу мережевих компонентів, збирає інформацію про використання каналів, затримки передачі, рівень пакетних втрат тощо. При виявленні аномалій, таких як раптове збільшення затримок або зниження пропускної здатності, система генерує тривогу, щоб оператор міг оперативно відреагувати. Інший приклад – платформа Zabbix, що також надає можливості для здійснення реального моніторингу та має інтегровані механізми оповіщення адміністраторів через електронну пошту або месенджери;
- автоматичне виявлення та відновлення відмов - у великих мережах автоматизовані системи, до прикладу, Cisco DNA Center, забезпечують

можливість швидкого виявлення збоїв і миттєвого реагування на них. Наприклад, у випадку збою маршрутизатора система може автоматично перемкнути трафік на резервний канал, тим самим уникаючи відмови сервісу. Це особливо важливо для кабельних мереж, які обслуговують великий обсяг клієнтів, де навіть короткочасний простій може викликати невдоволення користувачів. Інший приклад – Microsoft System Center, де є функція автоматичного перезапуску або перенаправлення трафіку при виявленні відмов мережевого обладнання;

- динамічне балансування навантаження - для розподілу навантаження між різними компонентами мережі використовуються спеціалізовані системи, а саме F5 Big-IP та Nginx Load Balancer. Наприклад, коли потік даних на сервери кабельного телебачення зростає, балансувальник може розподіляти трафік на додаткові сервери або інші мережеві компоненти, щоб уникнути перевантаження одного сервера. У випадку, коли мережа обслуговує потокове відео, такий підхід запобігає затримкам і забезпечує якість трансляції для кінцевих користувачів;
- система оповіщень та звітності - для своєчасного інформування адміністраторів про стан мережі використовуються системи з автоматизованими повідомленнями та звітами. Наприклад, Splunk генерує оповіщення на основі визначених умов, таких як підвищене використання процесора або падіння трафіку нижче певного рівня. Крім цього, SolarWinds дозволяє складати детальні звіти щодо ефективності мережі протягом певного часу. Ці звіти можуть бути застосовані для оцінки стабільності системи та прогнозування потреб у ресурсах на майбутнє;
- використання штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання - системи ШІ та машинного навчання знаходять все більше застосування в управлінні мережами, зокрема на базі інфраструктури кабельного телебачення. Наприклад, платформа Cisco AI Network Analytics застосовує методи машинної підготовки для обробки та аналізу даних мережі, виявлення аномалій та прогнозування потенційних збоїв. За допомогою ШІ система може передбачати

перевантаження в певний час дня або виявляти повільний доступ до серверів, що дозволяє вжити запобіжних заходів до настання проблеми. Інший приклад – Juniper Networks Mist AI, яка автоматично налаштовує мережу під поточні навантаження, забезпечуючи безперебійний доступ і зменшуючи час на ручне управління [18].

Ці методи дозволяють мережі функціонувати стабільно навіть при високих навантаженнях і знижують ймовірність простоїв, що особливо важливо в умовах кабельного телебачення, де велика кількість користувачів залежить від безперервного доступу до контенту.

2.4 Методи передачі даних в мережі кабельного телебачення

До 1984 року інфраструктура будівель практично не враховувала телекомунікаційні вимоги, які в майбутньому необхідно було задовольнити. Зі зростанням популярності передачі даних, кабельні мережі потребували спеціалізованих рішень. Наприклад, система IBM S/3X працювала на твінаксіальних кабелях 100 Ом, а Ethernet - на коаксіальних кабелях 50 Ом. Проте, якщо телефонні компанії мали змогу встановлювати свої мережі на стадії будівництва будівель, то фахівці з передачі даних отримували доступ після завершення будівництва. Це призводило до додаткових витрат і незадоволення кінцевих користувачів.

Кабельні мережі у цей час мали мінімальну структуру. У будівлях часто використовували неекрановану виту пару (UTP), яка підходила лише для передачі голосу та мала конфігурацію «зірка». Максимальні відстані сигналу та кількість кросових комутацій визначалися виробниками активного обладнання. У 1960-х роках для передачі даних використовували кабелі витої пари, що працювали із незбалансованими сигналами. Такі мережі обмежувалися низькою швидкістю. Згодом обмеження стали очевидними, і в 1970-х роках IBM впровадила коаксіальні кабелі з опором 93 Ом. Винахід "балунів" (BALUN) дозволив використовувати коаксіальний сигнал із витою парою.

З появою Ethernet у 1980-х роках коаксіальний кабель 50 Ом став популярним для комерційних будівель. У міру поширення Ethernet виробники почали створювати мережеві карти з модульними роз'ємами для кабелів UTP, який став стандартом для високошвидкісної передачі даних. IBM розробила Token Ring, що використовував двохпарний екранований кабель STP 150 Ом, проте UTP швидко завоював популярність завдяки низькій вартості та універсальності (табл. 2..2).

Таблиця 2.2 - Хронологія розробки стандартів кабельних систем ISO і ANSI

Рік	**Подія ISO**	**Подія ANSI**
1983	Перша пропозиція розробки стандарту	Початок роботи над стандартом
1985	Вивчення проблеми в Стокгольмі	Випуск першого проєкту TIA-568
1991	Перший проєкт стандарту опубліковано для схвалення	Випуск другого проєкту TIA-568-A
1995	Затвердження стандарту ISO	Випуск стандарту TIA-568-A
2000	Впровадження міжнародного стандарту ISO/IEC 11801	Оновлення стандарту до ANSI/TIA-568-B
2002	Додаткові специфікації в ISO/IEC 11801	
2005	Впровадження європейського стандарту CENELEC EN 50173	

**Джерело:* [20-21]

Протягом понад шести років комітети займалися створенням перших систематизованих стандартів для телекомунікаційного кабелювання, трас і технічних приміщень. Розроблені стандарти були впроваджені в багатьох країнах, включаючи специфікації для адміністративних процесів, заземлення, а також універсальні категорії кабельних продуктів і з’єднувачів для середовищ UTP/ScTP з опором 100 Ом. Подальша робота над цими стандартами привела до випуску оновленої версії ANSI/TIA/EIA-568-A та підготовки нового стандарту ANSI/TIA/EIA-568-B, а також появи міжнародного стандарту ISO/IEC 11801 та європейського стандарту CENELEC EN 50173.

До 1991 року основними розробниками стандартів для телекомунікаційного кабелювання були компанії-виробники комп’ютерного

обладнання. Через різні вимоги виробників кінцеві користувачі нерідко стикалися з труднощами та були змушені оплачувати дорогий монтаж і налаштування приватних систем. Усвідомлюючи потребу в універсальній та економічно ефективній системі кабелювання, EIA, TIA та низка провідних телекомунікаційних компаній об’єднали зусилля для створення єдиного стандарту для телекомунікаційних кабельних систем комерційних будівель (AM81/E1АД1А-568-1991). Випуск цього стандарту супроводжувався додатковими документами, що регламентували вимоги до проєктування, монтажу та адміністрування телекомунікаційних трас і приміщень, а також специфікації кабельних компонентів і комутаційного обладнання. Стандарт був переглянутий у 1995 році та отримав назву ANSI/EIA/TIA-568-A.

Мета стандартів полягає в описі структури кабелювання, здатної підтримувати широкий спектр комунікаційних додатків (передача мови, зображень і даних) на вимогу користувачів. Сучасне обладнання розробляється з розрахунку на відповідність інфраструктури стандартам, що гарантує його надійність та стабільні робочі характеристики. Недоліки нестандартних кабельних систем можуть призвести до зниження продуктивності мережі, високих витрат на модифікації системи та обмеженої підтримки нових технологій. Зростання використання структурованого кабелювання дозволяє зменшити витрати на мережеве обладнання та підвищити ефективність передачі даних.

Структурована кабельна система (СКС) виступає основою функціонування інформаційної мережі протягом її існування. Правильно спроєктована, змонтована та належно адміністрована система дозволяє оптимізувати витрати організації на всіх етапах.

Недосконалі кабельні системи спричиняють до 70% простоїв інформаційної мережі, а встановлення СКС відповідно до стандартів значно знижує цей показник. Попри те, що кабельна система зазвичай функціонує довше, ніж інші компоненти мережі, її вартість складає лише близько 5%

загальних інвестицій в інфраструктуру, що робить СКС економічно ефективним інструментом для підтримки продуктивності будь-якої компанії.

Таблиця 2.3 - Швидкість передачі даних для протоколів DOCSIS та EuroDOCSIS

Version	**DOCSIS Downstream**	**DOCSIS Upstream**	**Euro DOCSIS Downstream**	**EuroDOCSIS Upstream**
1.x	42.88 (38) Mbit/s	10.24 (9) Mbit/s	55.62 (50) Mbit/s	10.24 (9) Mbit/s
2.0	42.88 (38) Mbit/s	30.72 (27) Mbit/s	55.62 (50) Mbit/s	30.72 (27) Mbit/s
3.0 4-channel	+171.52 (+152) Mbit/s	+122.88 (+108) Mbit/s	+222.48 (+200) Mbit/s	+122.88 (+108) Mbit/s
3.0 8-channel	+343.04 (+304) Mbit/s	+122.88 (+108) Mbit/s	+444.96 (+400) Mbit/s	+122.88 (+108) Mbit/s

**Джерело:* [20]

Таблиця 2.3 демонструє еволюцію швидкості передачі даних для протоколів DOCSIS та EuroDOCSIS у різних версіях. З кожним новим поколінням протоколу швидкість передачі зростала, особливо помітний приріст у версії DOCSIS 3.0, яка дозволяє об’єднувати канали для значного збільшення пропускної здатності як на прийом, так і на передачу. Це свідчить про постійне вдосконалення стандартів для задоволення зростаючих вимог до швидкості в сучасних телекомунікаційних мережах.

2.5 Об’єкти мережі кабельного телебачення

Телекомунікаційна інфраструктура. Сукупність елементів телекомунікаційної мережі, яка забезпечує основну підтримку передачі даних у межах будівель або об’єктів на території підприємства, за винятком активного обладнання (відповідно до стандарту ANSI/TIA/EIA-568-A). Така інфраструктура включає мережеві кабелі, канали передачі та елементи підтримки інформаційного обміну.

Структурована універсальна кабельна система. Це стандартизована система кабелів, яка здатна підтримувати широкий спектр додатків та пристроїв для різних задач мережевого управління і моніторингу. Вона проектується без урахування специфічних застосувань, які можуть знадобитися в майбутньому, що дозволяє зберегти гнучкість і розширюваність системи для нових технологій (стандарт ISO/IEC 11801).

Кабельна система. Система, що включає телекомунікаційні кабелі, провідники, пасивне комутаційне обладнання та шнури, що забезпечує з’єднання та передачу даних між пристроями мережі кабельного телебачення. Вона слугує основою для ефективного інформаційного обміну в межах мережі (ISO/IEC 11801).

Кабель. Це сукупність одного або декількох провідників або оптичних волокон, розташованих у спільній оболонці з екраном (як додатковий елемент), що забезпечує захист і надійність передачі даних. Кабелі використовуються як окремо, так і групами для зв’язку елементів мережі (ANSI/TIA/EIA-568-A, ISO/IEC 11801).

Комутаційне устаткування. Механічні пристрої, що забезпечують підключення кабелів, зокрема патч-панелі та з'єднувальні блоки, необхідні для ефективної організації мережевих з'єднань (ANSI/TIA/EIA-568-A).

Додаток. Система або метод передачі інформації, які підтримуються телекомунікаційною кабельною інфраструктурою. Залежно від задач мережі, можуть використовуватися різні додатки для обміну інформацією, управління і моніторингу мережі кабельного телебачення (ISO/IEC 11801).

Канал. Шлях передачі сигналів, що з'єднує два кінцеві пристрої, забезпечуючи підтримку певних мережевих додатків. Канал включає комутаційні елементи та апаратні кабелі, що дозволяють ефективно організувати передачу даних (ISO/IEC 11801).

Апаратний кабель (шнур). Кабель із конекторами для підключення телекомунікаційного обладнання до основної кабельної системи. Такі шнури забезпечують підключення та адаптацію пристроїв, необхідних для управління

мережею, проте не входять до стандартних вимог до кабельних систем (ANSI/TIA/EIA-568-A, ISO/IEC 11801).

2.6 Принципи розповсюдження сигналів в кабельному середовищі

Коаксіальний кабель є одним із найбільш поширених типів середовища для передачі радіочастотних сигналів. Його конструкція складається з провідника, який може бути одножильним або багатожильним, оточеного шаром діелектрика — зазвичай щільного або м'якого пінополімеру. Поверх діелектрика розташовується алюмінієвий екран, покритий ламінованим поліестером, а зверху - луджена мідна сітка. Уся структура кабелю захищена зовнішньою оболонкою з полівінілхлориду або з матеріалу, що забезпечує вогнестійкість.

Основними електричними параметрами, які впливають на якість передачі сигналу коаксіальним кабелем, є імпеданс, загасання, ємність і затримка поширення сигналу (або його швидкість у середовищі передачі).

Імпеданс — це характеристичний опір середовища, який вимірюється в Омах і визначає реакцію кабелю на змінний струм. Імпеданс залежить від співвідношення розмірів внутрішнього і зовнішнього провідників і від діелектричної постійної кабелю. На відміну від звичайного опору провідника, імпеданс не змінюється зі збільшенням довжини кабелю.

Для оптимальної роботи системи необхідно, щоб номінальний імпеданс передавача, приймача і кабелю збігався. У разі невідповідності імпедансу виникають втрати сигналу через відображення, що негативно впливає на ефективність роботи системи.

Номінальний імпеданс Z_0 розраховується по наступній формулі:

$$Z_o = \frac{138,2}{\sqrt{E_r}} \lg \frac{D}{ad}, \tag{2.1}$$

де E_r - діелектрична константа матеріалу діелектрика, D - діаметр діелектрика, d - діаметр провідника, a - структурний коефіцієнт провідника

(наприклад, а = 0,939 для 7-жильного провідника, а = 0,970 для 19-жильного провідника).

Значення імпедансу кабелів визначає електричні вимоги до обладнання для комутації. Більшість коаксіальних кабелів призначена для роботи з обладнанням, що має імпеданс 50, 75 або 93 Ом.

У системах кабельного телебачення (CATV) зазвичай використовуються коаксіальні кабелі з імпедансом 75 Ом. Такі кабелі також застосовуються у системах CSMA/CD, а для підключення відеотерміналів у кабельних системах IBM використовують коаксіальні кабелі з імпедансом 93 Ом.

Загасання — це втрата або зменшення потужності сигналу під час його передачі через середовище. Воно залежить від двох типів втрат: втрат у провідниках (центральному провіднику та екрані) та діелектричних втрат. Обидва типи втрат зростають зі збільшенням частоти сигналу. Додатково, на рівень загасання впливає електричний витік із кабелю. Використання матеріалів з високими діелектричними або ізоляційними властивостями може допомогти знизити загасання у передавальному середовищі.

Загасання А вимірюється в дБ на одиницю довжини і розраховуються по формулі:

$$A = \frac{2{,}386\left(\sqrt{E_r}\sqrt{F}\right)}{\lg\left(D/ad\right)}\left[\frac{\sqrt{\rho_i}}{ad} + \frac{\sqrt{\rho_o}}{D}\right] + 2.772F\,E_r d_f\,, \qquad (2.2)$$

де E_r - діелектрична константа матеріалу діелектрика, F - частота сигналу в Мгц, D - діаметр діелектрика, d - діаметр провідника, а - структурний коефіцієнт провідника (наприклад, а = 0,939 для 7-жильного провідника, а = 0,970 для 19-жильного провідника).

Спектральне загасання. Одна з проблем коаксіальних кабелів полягає в різниці поширення низькочастотних і високочастотних сигналів, що призводить до спектрального загасання. Хоча високочастотні сигнали передаються швидше, вони більше втрачають потужність на довгих відстанях порівняно з низькочастотними. Втрата потужності (загасання) вимірюється в децибелах (дБ), і різниця між рівнями загасання високочастотних та

низькочастотних сигналів по всій довжині кабелю в робочому частотному діапазоні не повинна перевищувати допустимих меж.

Максимально дозволена довжина L кабельного сегмента в широкосмуговій мережі визначається з урахуванням спектрального загасання і розраховується за формулою:

$$L = N / (A_1 - A_2), \tag{2.3}$$

де N - максимально допустиме спектральне загасання в системі, A_1 - загасання високочастотного сигналу, A_2- загасання низькочастотного сигналу.

Структурні зворотні втрати — це показник втрати потужності в кабелі або в системі через наявність неоднорідностей у провіднику чи діелектриці кабелю, які призводять до відбиття частини сигналу. Якщо ці неоднорідності розташовані рівномірно по довжині кабелю, вони можуть викликати значні втрати на частотах, довжина хвиль яких пропорційна подвоєній відстані між ними. Зворотні втрати можуть бути спричинені як неякісним виготовленням кабелю, так і недбалим монтажем.

Номінальна швидкість розповсюдження сигналу (NVP) визначає швидкість поширення сигналу в конкретному кабелі. У вакуумі електромагнітні хвилі рухаються зі швидкістю світла, але в кабелі сигнал поширюється дещо повільніше, і ця швидкість обернено пропорційна діелектричній константі матеріалу кабелю. Чим менша діелектрична константа, тим ближче швидкість розповсюдження до швидкості світла. NVP виражається як відсоток від швидкості світла у вакуумі.

Коаксіальний кабель був першим типом кабелю, на якому були побудовані телекомунікаційні мережі, такі як Ethernet, IBM PC-NET та Arcnet. Він досі використовується у багатьох системах, хоча в деяких випадках його замінили на виту пару. Коаксіальний кабель широко застосовується завдяки своїм властивостям: низьким загасанням на робочих частотах та відносно низьким витратам на монтаж. Його конструкція ефективно знижує чутливість до зовнішніх завад, шумів та випромінювання енергії в навколишнє середовище. Оскільки коаксіальний кабель був розроблений для передачі

радіочастотних сигналів, він має мінімальне загасання. Крім того, цей кабель легко доступний, порівняно недорогий і підходить для реалізації шинних та відгалужених схем, що знижує загальну довжину кабелів у системах.

Коаксіальні кабелі можуть мати як одножильні, так і багатожильні центральні провідники, екрани з фольги або сітки, а також різноманітні матеріали діелектриків і зовнішніх оболонок. Вони випускаються в різних розмірах і з різними значеннями імпедансу. Для використання в вертикальних трасах коаксіальні кабелі можуть бути оснащені спеціальною зовнішньою оболонкою. Коаксіал специфікований в документації IEEE 802.3, Ethernet Version 2.0, NEC і був включений в стандарт EIA/TIA 568 (1991 р.), але в TIA/EIA 568-A (1995 р.) був переведений в категорію рекомендованих кабелів, а в наступних версіях стандарту був виключений.

Конструкція коаксіального кабелю полягає в тому, що центральний провідник оточений коаксіально розташованим екраном, який ізольований від провідника діелектричним шаром. Зовнішня оболонка служить ізоляцією для екрану. Екран може бути виготовлений з фольги та заземлювального провідника або дротяної сітки. Деякі кабелі, такі як коаксіальний кабель товстого типу, мають подвійний шар екранування.

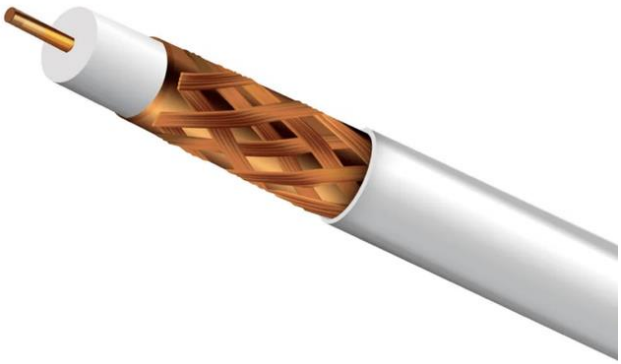

Рисунок 2.2. Розріз коаксіального кабелю

**Джерело:* [25]

У ідеальному випадку конструкція коаксіального кабелю, де центральний провідник повністю оточений концентричним екрануючим провідником,

забезпечує замикання всіх електромагнітних полів між двома провідниками. Така схема роботи називається «незбалансованою», на противагу «збалансованій» конструкції витої пари. Екран знаходиться під потенціалом «землі», а центральний провідник — під потенціалом сигналу, що використовується в конкретному застосуванні.

Оскільки екран коаксіального кабелю заземлений, зовнішні електромагнітні завади не повинні проникати всередину кабелю і впливати на центральний провідник. Якість заземлення є важливим аспектом при монтажі коаксіальних систем, оскільки коректність з'єднань з елементами заземлення впливає на ефективність екранування. Підключення до різних точок заземлення в одній будівлі або між різними будівлями може призвести до різноманітних проблем.

Розмір провідників коаксіального кабелю часто позначається за допомогою маркування «RG» або виробничого номера. Система нумерації RG є стандартною класифікацією коаксіальних кабелів, що визначає їх фізичні розміри, імпеданс, рівні передаваної потужності та інші характеристики.

Найбільш поширені моделі коаксіальних кабелів, що використовуються в мережах: RG-6/U, RG-7/U, RG-11/U, RG-58A/U, RG-59/U та RG-62/U. Зовнішній діаметр оболонки кабелів RG-8/U та RG-11/U становить 1/2 дюйма (12,7 мм), в той час як у кабелів RG-58A/U, RG-59/U та RG-62/U — 1/4 дюйма (6,4 мм). Версії цих кабелів типу plenum зазвичай мають зменшений діаметр.

Таблиця 2.4 - Типи коаксіального кабелю, використовувані в обчислювальних мережах

Тип коаксіала	**Імпеданс (Ом)**	**Додатки**	**Примітки**
RG-6/U	75	Arcnet	Компактніший і більш доступний за ціною варіант RG-11/U. Має менші втрати, але менш зручний у порівнянні з RG-59/U. Використовується з конекторами RG-6/U.
RG-7/U	50	Ethernet Thicknet	Може бути використаний як заміна для кабелю 802.3 в особливих випадках.

Продовження таблиці 2.4

RG-11/U	75	Arcnet	Масивний кабель, складний в установці. Може бути замінений RG-59/U.
RG-58A/U	50	Ethernet	Має багатожильний центральний провідник.
RG-59/U	75	Arcnet	Компактніший і дешевший варіант RG-11/U, легко встановлюється і широко використовується в кабельному телебаченні.
RG-62	93	Arcnet, IBM 3270	Термінальний кабель IBM, може також використовуватися в Arcnet.
Ethernet 10Base2	50	Ethernet Thinnet	Кабель 802.3, має подвійний екран, подібний до RG-8/U.
Ethernet 10Base5	50	Ethernet Thicknet	Кабель 802.3, багатожильний центральний провідник, схожий на RG-58A/U.

**Джерело:* []

Кодування кольору та маркування. Найпоширенішим кольором для коаксіальних кабелів класу non-plenum є чорний. Більшість кабелів цього класу, що використовуються в телекомунікаційних мережах, мають чорну зовнішню оболонку з синтетичної гуми або ПВХ і біле маркування. Кабелі класу plenum зазвичай мають білу або напівпрозору оболонку з чорним маркуванням.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1 Архітектура системи передачі даних

У сучасних кабельних мережах використовуються два основні типи архітектури передачі даних – симетрична та асиметрична, кожна з яких має свої особливості та обмеження.

Симетрична архітектура передбачає, що і прямий, і зворотний сигнал передаються по одному і тому ж кабелю, але в різних частотних діапазонах. Це дозволяє організувати одночасну передачу даних у двох напрямках, однак обмеження частотного спектра означає, що швидкість прямої і зворотної передачі буде різною. Як правило, симетрична архітектура забезпечує рівні швидкості передачі в обох напрямках, що робить її оптимальною для корпоративних мереж або для промислових середовищ, де важливий баланс між швидкістю отримання і передачі даних.

Асиметрична архітектура розроблена з урахуванням того, що більшість споживачів (особливо в домашніх умовах) вимагають вищої швидкості отримання даних (downstream), ніж передачі (upstream). Така архітектура забезпечує високу швидкість у прямому каналі, тоді як швидкість зворотного каналу залишається обмеженою. Це підходить для завдань, що потребують більше завантаження даних з мережі, таких як перегляд відеоконтенту або завантаження великих файлів, коли обсяг зворотного трафіку не є критичним.

Однак асиметрична архітектура має певні недоліки. Наприклад, низька швидкість зворотного каналу може бути обмежувальним фактором для тих користувачів, які хочуть активно взаємодіяти з мережею, наприклад, через онлайн-ігри або роботу з хмарними сервісами, що потребують значного обсягу зворотної передачі даних. Крім того, при необхідності організації платної зворотної передачі, витрати можуть збільшуватись, що робить асиметричну архітектуру менш економічною для користувача.

Індустрія поступово переходить на симетричні моделі, оскільки сучасні додатки (онлайн-стримінг, відеоконференції, обмін великими файлами) потребують більш збалансованого підходу до передачі даних. У випадках, коли необхідна висока швидкість у зворотному каналі, асиметричні архітектури вже не завжди здатні задовольнити потреби користувачів. Це особливо актуально для домашніх користувачів, які потребують швидкої передачі не лише для завантаження, але і для відправки контенту (фото, відео тощо).

Для модернізації кабельної інфраструктури для симетричної передачі потрібно близько 100 доларів США на одного абонента для мереж із понад 50 користувачами. Це забезпечує зростання швидкості в обох напрямках, роблячи кабельні мережі конкурентоспроможними з волоконно-оптичними лініями. Симетрична архітектура оптимальна для сучасних мереж, але обидві архітектури симетрична та асиметрична можуть використовуватися разом, забезпечуючи гнучкість під потреби користувачів.

Симетрична архітектура забезпечує рівну швидкість передачі в обох напрямках, що підходить для корпоративних мереж та середовищ з інтенсивним двостороннім трафіком. Натомість асиметрична архітектура орієнтована на високу швидкість у прямому каналі та підходить для користувачів, яким важливіша швидкість отримання даних, ніж передача. Обидві архітектури мають свої переваги, проте симетрична архітектура є перспективнішою для сучасних умов підвищеного навантаження на зворотний канал.

3.2 Аналіз проблем в роботі кабельних модемів

Впровадження будь-якої нової технології, включаючи кабельні модеми, передбачає чітке розуміння їхньої функціональної схеми. Функціональна схема кабельного модему складається з декількох основних блоків: блоку прийому сигналу RF, тюнера, демодулятора, процесора, блоку передачі RF-сигналу та інтерфейсів для підключення до локальної мережі (Ethernet/Wi-Fi). Ці блоки

забезпечують прийом, обробку, перетворення та передачу сигналів, а також управління роботою модему (рисунок 3.3). Така структура сприяє ефективній взаємодії з кабельною мережею, дозволяючи провайдеру контролювати якість з'єднання та адаптувати модем до різних умов експлуатації.

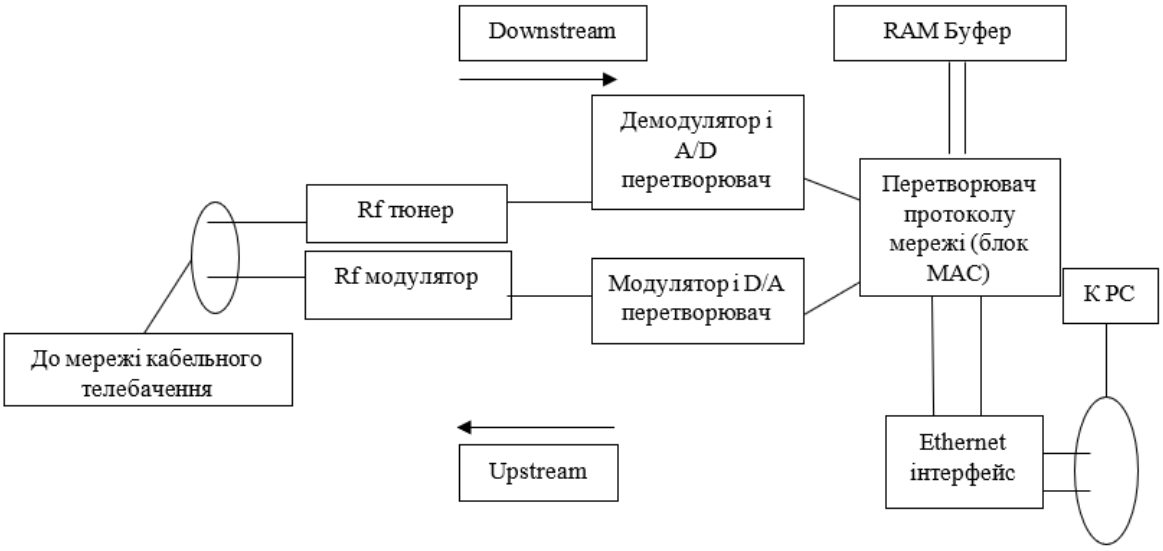

Рисунок 3.3. Пристрій кабельного модему конструкції (всі модеми мають одну і ту ж базову архітектуру)

**Джерело:* створено автором

Модем з'єднується з телевізійною антеною через тюнер, оснащений диплексором для прийому та передачі сигналів. Пройшовши через демодулятор, отриманий сигнал, який перетворює його з аналогового у цифровий формат, здійснює демодуляцію, синхронізацію кадрів і корекцію помилок. Для підготовки сигналу до передачі він проходить через модулятор і підсилюється до необхідного рівня потужності. Контроль передачі даних здійснює блок MAC, який використовує мікропроцесори, такі як POWERPC або інші RISC-процесори.

Однак для інтеграції кабельних модемів у мережу провайдери мають вирішити ряд завдань, які можуть бути не лише технічними, а й економічними та організаційними.

Робота кабельних модемів, які здійснюють передачу даних по кабельних мережах, супроводжується рядом технічних, організаційних і безпекових проблем, які безпосередньо впливають на стабільність та якість зв’язку. Кожен з цих аспектів може спричинити значні труднощі як для кінцевих користувачів, так і для провайдерів послуг. Нижче розглянуто основні проблеми, що виникають під час експлуатації кабельних модемів.

Перевантаження мережі. Однією з найпоширеніших проблем є перевантаження каналів, яке виникає в моменти пікового навантаження, коли велика кількість користувачів одночасно використовує інтернет-з’єднання. Це особливо актуально для житлових районів у вечірній час і вихідні дні. Перевантаження призводить до значного зниження швидкості передачі даних та появи затримок, що негативно впливає на якість обслуговування. Це може викликати такі проблеми, як буферизація відео, повільне завантаження сторінок та нестабільність у голосових і відеодзвінках.

Вплив відстані до головної станції. Швидкість і якість з'єднання часто залежать від відстані між кабельним модемом і головною станцією провайдера. Чим далі знаходиться користувач від центрального вузла, тим слабкішим стає сигнал. Це зниження потужності сигналу може призвести до зменшення швидкості передачі, підвищення ймовірності втрати пакетів та зниження загальної якості з'єднання. Це особливо актуально для віддалених районів та сільської місцевості, де рівень покриття мережі може бути слабшим.

Інтерференція та зовнішні перешкоди. Робота кабельного модему може бути ускладнена через зовнішні перешкоди або інтерференцію. Джерела інтерференції включають електромагнітне випромінювання від сусідніх пристроїв, таких як мікрохвильові печі, бездротові телефони, інші мережеві пристрої та побутова техніка. Крім того, погодні умови та фізичні перепони також можуть впливати на якість сигналу. Інтерференція призводить до погіршення якості сигналу, втрати даних і зниження швидкості передачі. Вирішенням може бути використання спеціалізованого обладнання, яке блокує зовнішні перешкоди, але це потребує додаткових інвестицій.

Застаріле обладнання. Використання застарілих моделей кабельних модемів також є поширеною проблемою. Старі модеми можуть не підтримувати сучасні стандарти передачі даних, такий як DOCSIS 3.1, який дозволяють значно підвищити швидкість і ефективність передачі. Через це обмежується швидкість з'єднання, знижується загальна продуктивність мережі, і користувачі не можуть повною мірою використовувати можливості, які пропонує провайдер. Провайдерам вигідно рекомендувати користувачам оновлювати обладнання для забезпечення вищої якості послуг.

Питання шифрування та безпеки даних. Кабельні мережі можуть бути доступними для різних користувачів, включаючи підприємства та домогосподарства, тому питання конфіденційності та безпеки є критично важливими. При передачі даних через загальні мережі існує ризик перехоплення або несанкціонованого доступу до конфіденційної інформації. Для вирішення цієї проблеми необхідно використовувати технології шифрування даних та безпечні протоколи, такі як VPN, WPA2 для бездротових мереж та інші засоби безпеки, щоб захистити інформацію від можливих загроз.

Управління мережею та налаштування. Провайдери послуг мають активно управляти мережею для підтримки її стабільності та ефективності. Це включає моніторинг роботи мережі, виявлення потенційних збоїв і своєчасне їх усунення, а також правильну конфігурацію обладнання. Неправильні налаштування мережі можуть призвести до конфліктів у розподілі частот або неузгодженості між окремими компонентами мережі, що спричиняє нестабільність роботи мережі.

Різні методи зворотної передачі даних. Кабельні модеми можуть працювати в асиметричній архітектурі, коли зворотний сигнал передається повільніше за прямий (downstream). Це підходить для домашніх користувачів, які переважно завантажують контент, але може бути проблемою для тих, кому потрібна значна швидкість зворотної передачі (upstream). В умовах, коли інтернет-послуги надаються невеликими провайдерами, може використовуватися несиметрична архітектура, де зворотний канал здійснюється

через телефонну лінію, що знижує швидкість і якість обслуговування. Це обмеження також позначається на можливостях таких користувачів, як, наприклад, геймери або компанії, які передають значний обсяг даних в обох напрямках.

Питання зручності експлуатації. Кабельний модем повинен забезпечувати користувачам комфортну взаємодію, включаючи просте налаштування, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс управління, можливість одночасного підключення декількох пристроїв, а також підтримку Wi-Fi та Ethernet-з'єднань. Деякі моделі кабельних модемів оснащені функціями контролю швидкості передачі даних та автоматичного налаштування, що полегшує роботу з мережею і дозволяє користувачам самостійно регулювати параметри відповідно до своїх потреб.

Вирішення вказаних проблем потребує комплексного підходу. Провайдерам слід інвестувати в оновлення мережевого обладнання, забезпечувати підтримку сучасних стандартів і постійно удосконалювати управління мережею. Важливо також використовувати технології для зменшення впливу зовнішніх перешкод, забезпечувати конфіденційність і безпеку даних, а також надавати користувачам модеми з розширеними функціональними можливостями. Це дозволить покращити стабільність роботи кабельних мереж, підвищити якість обслуговування кінцевих користувачів і забезпечити конкурентоспроможність кабельних мереж у сфері надання інтернет-послуг.

3.3 Аналіз автоматизованої системи управління

Автоматизована система управління (АСУ) є комплексом технічних та програмних засобів, що забезпечує контроль та управління процесами в реальному часі. Основною метою АСУ є підвищення ефективності роботи мережі, мінімізація людського фактора у процесі моніторингу, а також швидке реагування на виникаючі несправності чи збої в роботі.

В рамках кабельної телевізійної інфраструктури АСУ виконує функцію моніторингу мережі, контролю за станом з'єднань та обладнання, обробки інформації про навантаження на мережу та надає дані для оптимізації її роботи. Система містить різні модулі, які забезпечують збір, обробку, аналіз і зберігання інформації, а також інструменти для візуалізації даних і сповіщення відповідальних фахівців у разі виявлення будь-яких відхилень або несправностей.

АСУ може бути впроваджена за допомогою програмного забезпечення, що використовує мережеві протоколи, такі як SNMP або NetFlow. Це дозволяє отримувати дані про стан мережі, статистику трафіку, завантаженість каналів та інші ключові показники. Зокрема, у випадку з кабельною інфраструктурою, можливе використання специфічних рішень для відстеження стану кабелів, вузлів, перемикачів та інших компонентів мережі.

Автоматизована система управління дозволяє:

- зменшити час реагування на інциденти шляхом автоматизованого моніторингу та оповіщення;
- підвищити надійність мережі за рахунок постійного контролю за станом її елементів;
- оптимізувати витрати на обслуговування завдяки швидкому виявленню та усуненню потенційних проблем.

Таблиця 3.1 - Порівняння пропускної здатності мережі до та після оптимізації з АСУ

Параметр	**До оптимізації**	**Після оптимізації**
Середня пропускна здатність, Гбіт/с	5	6,2
Максимальна пропускна здатність, Гбіт/с	7,5	9,1
Кількість збоїв при піковому навантаженні	12 збоїв/місяць	3 збої/місяць

**Джерело:* []

Отже, впровадження автоматизованої системи управління гарантує надійність, швидкість та ефективність роботи комп'ютерної мережі, що побудована на інфраструктурі кабельного телебачення, створюючи можливість для фокусування на стратегії та розвитку мережевих можливостей.

Для прикладу продемонструємо роботу автоматизованої системи управління (АСУ) ТОВ «ВОЛЯ-КАБЕЛЬ», яка здійснює щоденний моніторинг рівнів сигналу Doxis-модемів у комп'ютерній мережі на основі інфраструктури кабельного телебачення.

Система щоденно відображає рівні сигналів для модемів, які працюють за технологією Doxis. Це дозволяє фахівцям швидко аналізувати якість сигналу та ідентифікувати проблемні ділянки мережі. Даний параметр є важливим для забезпечення стабільної роботи всієї комп’ютерної мережі.

На рисунку 3.4 наведено приклад моніторингу рівнів сигналів на різних ділянках, прив’язаних до вулиць у місті Тернополі. Це дозволяє структурувати дані по вузлах і локально ідентифікувати ділянки з можливими проблемами.

ЛОУ - Каскад	вул	Будинок	.	Рівні передачі модемів, в каждой квартире:									
тер-1\80 - 1	Липова	16 год	☐	40									
тер-1\80 - 1	Липова	18 год	☐	51.8									
тер-1\80 - 1	Липова	25	☐	42	48.5	45	41.3						
тер-1\80 - 1	Липова	27	☐	35	48.8	44	35.5						
тер-1\6 - 1	Чернівецька	50	☐	51	52.3	51	50	52.8	50.3				
тер-1\6 - 3	Чернівецька	63	☐	37.3	47.5								
тер-1\6 - 3	Чернівецька	64	☐	57	50	46.5	50	43.3					
тер-1\6 - 3	Чернівецька	65	☐	46.5	42.5	45							
тер-1\6 - 3	Чернівецька	67	☐	51.8	49.8	50.5	48	48					
тер-1\80 - 2	Шептицького митрополита	1	☐	37.5	42.3	31.3	42.3	41.8	32	44.5			
тер-1\80 - 2	Шептицького митрополита	1 стор	☐	37.8									
тер-1\80 - 2	Шептицького митрополита	3	☐	34.3	41.8	47	52.5	45.5	41.5	48	47.5	53	53

Показати вибрані

Щоб переглянути докладнішу інформацію про абонентів, натисніть назву вулиці або номер будинку.
При натисканні на квартиру в новому вікні з'явиться історія вимірювань.

Рисунок 3.4. Моніторинг рівнів сигналів АСУ ТОВ «ВОЛЯ-КАБЕЛЬ»

**Джерело:* [26]

Система дозволяє користувачу обрати конкретну вулицю або квартиру для перегляду детальної історії вимірювань сигналу (рисунок 3.5). Це спрощує процес аналізу та виявлення трендів або повторюваних проблем з сигналом на рівні окремих ділянок мережі.

Рисунок 3.5. Перегляд рівнів сигналів по квартирі

**Джерело:* [26]

Система також надає можливість перегляду статистики станів модемів абонентів, що дозволяє оцінити частоту та характер виникнення проблем у роботі пристроїв, зокрема відключення модемів, частоту перезавантажень та показники часу простою й підключення (рисунок 3.6). Аналіз статистики станів модемів відіграє важливу роль у діагностиці мережевих несправностей.

На основі цих даних можна виявляти тренди у роботі мережі, наприклад, зростання кількості збоїв у конкретних сегментах, оцінювати якість надання послуг окремим абонентам, що дозволяє своєчасно вирішувати індивідуальні проблеми.

Крім того, отримані дані допомагають прогнозувати потенційні масові відмови, виявляючи вузькі місця в інфраструктурі. Це, в свою чергу, сприяє покращенню загальної задоволеності клієнтів завдяки оперативному реагуванню на виявлені проблеми.

Відображення детальної інформації по Docsis-модемі на консолі CMTS видно з Додатка А.

Також можна перглянути погодинну статистику (Додаток В) та інформацію по модему (рисунок 3.7)

Статистика стану модемів абонентів.		
Зона	Кількість	Відсоткове співвідношення
Більше 53	3	6,12 %
52 :: 53	0	0 %
39 :: 52	38	77,5 %
35 :: 39	5	10,2 %
Менш 35	3	6,12 %
ППР-невуд	0	0 %
Проблеми у квартирах (ППР-пркв)	0	0 %
Усього виконано ППР: 0 (**0 %**) | Всього модемів в онлайн: **49**		

Рисунок 3.6. Аналіз статистики станів модемів

**Джерело:* [26]

Повна MAC адреса	943BB1D67A70
CMTS:	- Будь-який -
Надіслати	
sub-ter-1-4	
[Info] [Reset] [Log] [Firm] [ifSpeed On-line]	
DOCSIS 3 Signal Quality	

Параметр	Значення
MAC адреса	943B.B1D6.7A70
Історія	Вимірів, Ввімкнень (1), IP-MAC, ifSpeed
IP адреса	10.220.104.196
State	online
CMTS / Interface	sub-ter-1-4 / Us 2/0/0 / Ds 000
Service Group	US-SG 1001 / DS-SG 1
Тип модуляції	atdma
Upstream TX Power	45.3
Upstream RX Power, Iface PL	12 , (12)
Upstream SNR	27
Downstream RX Power	-3.1
Downstream SNR	39.3
Micro Reflx	21
Атенюатор *	4
Iface PL Norma	8

CPE 1	MAC адреса	94:3B:B1:D6:7A:71
	IP адреса	10.91.14.77
	NAT	46.150.71.85

Рисунок 3.7. Інформація по модему

**Джерело:* [26]

Отже, розглянута система є ефективним інструментом для моніторингу мережі каб. телебачення та забезпечення якісного обслуговування абонентів. Завдяки можливості глибокого аналізу даних, включаючи статистику станів модемів, вона сприяє підвищенню ефективності управління мережею та покращенню користувацького досвіду.

3.4 Стек протоколів DOCSIS

Оскільки техніка, що працює на основі DOCSIS, займає лідируючі позиції на ринку, варто більш детально ознайомитися з цією специфікацією. DOCSIS– це «стандарт інтерфейсу для передачі даних по кабельних мережах», а скорочення MCNS (Multimedia Cable-Network System) відноситься до «мультимедійної системи, заснованої на кабельних мережах». Стандарт DOCSIS складається з 12 документів, які регламентують взаємодію між кабельним модемом та кінцевим пристроєм, а також між системою термінації кабельних модемів і зовнішніми мережами. Крім того, ці документи описують радіочастотний інтерфейс, зворотне телефонне з'єднання, а також системи безпеки та управління.

Згідно зі стандартом DOCSIS, головною функцією кінцевої системи та підключених до неї кабельних модемів є забезпечення прозорої передачі TCP/IP-трафіку між обладнанням абонента та розподільчим вузлом. Прозорість передачі означає, що ані користувач, ані програмне забезпечення операційної системи не відчувають присутність кабельного модема (окрім його фізичного розташування поруч із комп'ютером).

Вони просто використовують стандартний TCP/IP-інтерфейс, наданий операційною системою. Завдяки цьому кабельні модеми сумісні з усіма стандартними TCP/IP-додатками.

Таблиця 3.2 - Стек протоколів DOCSIS порівняно з моделлю OSI

<table>
<tr><th>Рівні OSI</th><th colspan="2">Протоколи DOCSIS</th></tr>
<tr><td>Вищі рівні</td><td>Прикладні програми</td><td rowspan="3">Контрольні повідомлення DOCSIS</td></tr>
<tr><td>Транспортний</td><td>TCP або UDP</td></tr>
<tr><td>Мережевий</td><td>IP</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Канальний</td><td colspan="2">IEEE 802.2</td></tr>
<tr><td colspan="2">DOCSIS MAC</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Фізичний</td><td>До провайдера TDMA (міні-слоти)</td><td>Від провайдера TDM (MPEG)</td></tr>
<tr><td>5-65 МГц</td><td>8 МГц ITU-T j.83 Annex A</td></tr>
<tr><td colspan="2">Гібридна, оптично-коаксіальна система</td></tr>
</table>

**Джерело:* [27]

Канальний рівень включає три основні підрівні: підрівень контролю логічного каналу (LLC), який відповідає стандарту IEEE 802.2 (пізніше модифікованому в IEEE 802.14), підрівень захисту каналу та підрівень доступу до передавальної середовища, який змінюється в залежності від напрямку передачі. Параметри фізичного рівня також залежать від напрямку передавання, зокрема через використання різних діапазонів частот, способів модуляції та структур пакетів.

3.5 Аналіз доступу до середовища

Системи, що використовують кабельні модеми для передачі даних, мають асиметричну архітектуру через специфіку мереж кабельного телебачення. Одна центральна станція здатна обслуговувати сотні або навіть тисячі модемів. У такій архітектурі всі модеми отримують кадри, які передаються від головної станції через їх канал, і зберігають лише ті, що адресовані безпосередньо їм або підключеним пристроям. Це дозволяє уникати конфліктів під час передачі даних в одну сторону, але створює потенційну загрозу безпеці, оскільки передача здійснюється в широкомовному режимі, і будь-який модем у мережі може отримати ці дані.

Передача даних у зворотному напрямку є більш складною, оскільки кілька модемів можуть одночасно відправляти дані або запити до центральної станції, що призводить до конкуренції за доступ до каналу. Конфлікти найчастіше виникають під час запиту на виділення підканалу (часового інтервалу) для передачі або при спробах передати короткі повідомлення без попереднього запиту.

Для управління множинним доступом у зворотному каналі використовується метод доступу за часом (TDMA). Канал поділяється на часові інтервали (слоти), які класифікуються на зарезервовані, колізійні та ранжирувальні. Колізійні інтервали дозволяють модемам надсилати запити або дані, але якщо два чи більше модеми передають одночасно, виникає колізія, і пакети пошкоджуються. Кінцева станція виявляє такі колізії і повідомляє про них модеми, які після випадкової затримки повторюють спробу передачі згідно з алгоритмом усіченого бінарного експоненціального відкату. Колізійні інтервали зазвичай використовуються для коротких запитів на виділення зарезервованих інтервалів, які кінцева станція надає за власним алгоритмом розподілу пропускної здатності. Після отримання зарезервованого інтервалу модем може передавати дані без обмежень.

Ранжирувальні інтервали використовуються для синхронізації годинників і коригування рівня сигналу. Через різну довжину кабелів затримка сигналу від різних модемів може відрізнятися на кілька мілісекунд, що може призвести до накладення сигналів. Система CMTS визначає затримку сигналу та налаштовує синхронізацію для кожного модема, забезпечуючи точну синхронізацію. Крім того, ранжирувальні слоти гарантують узгодження потужності сигналів, щоб усі прийняті сигнали мали однаковий рівень, що дозволяє CMTS ефективно виявляти колізії, навіть якщо сигнали мають різну потужність.

У рамках автоматизованих систем управління та моніторингу комп'ютерних мереж, побудованих на основі кабельного телебачення, цей підхід сприяє оптимальному розподілу мережевих ресурсів, покращуючи надійність передачі даних та забезпечуючи своєчасне виявлення неполадок.

Ідентифікація мережевих сервісів. Захист кабельних мереж є надзвичайно важливим не тільки для передачі платного контенту, такого як «платний перегляд», але й для забезпечення конфіденційності даних у високошвидкісних мережах. Однією з основних складнощів є те, що ці мережі використовують принцип широкомовного зв'язку, що дає змогу легко перехоплювати передану інформацію. Для вирішення цієї проблеми в стандарті DOCSIS 1.0 було передбачено механізм шифрування через базовий інтерфейс конфіденційності, який застосовує алгоритм шифрування DES з 56-бітовим ключем та метод обміну ключами за допомогою RSA з довжиною 768 біт.

Проте початкові версії BPI не забезпечували захист від заміни пристроїв. Це стало можливим лише з появою DOCSIS 3.0, де була впроваджена вдосконалена версія BPI+ з сертифікатною аутентифікацією. Завдяки цьому кабельний модем тепер надає сертифікат, що підтверджує автентичність MAC-адреси та відкритого ключа RSA. Проте, незважаючи на ці заходи, деякі проблеми все ж залишаються, зокрема атаки типу «відмова у наданні послуг», коли зловмисники перевантажують зворотний канал.

3.6 Мультимедійні сервіси кабельного телебачення

Завдяки високій пропускній здатності кабельні модеми створюють можливості для надання мультимедійних послуг, зокрема голосових. Однак для забезпечення високої якості таких послуг необхідно вирішити низку технічних проблем. Однією з проблем мереж кабельного телебачення є обмеження, пов'язані з односпрямованим характером широкомовної передачі. Для обміну даними можна організувати зворотний канал через телефонну лінію, однак для забезпечення голосових послуг необхідна двостороння передача, що вимагає модернізації мережі, зокрема заміни підсилювачів.

Додатково до цього в пакетних мережах спостерігається значна і змінна затримка передачі пакетів, що включає час вибірки, оцифровки та передачі. У кабельних мережах додається ще затримка на запит. Це пов’язано з

необхідністю модема чекати, поки кінцева станція опитає інші модеми про наявність даних для передачі. Для мінімізації таких затримок обладнання повинно прогнозувати моменти опитування і готувати пакети заздалегідь.

Версія DOCSIS 1.1, випущена в 1999 році, запровадила механізми забезпечення якості обслуговування (QoS), що дозволяє пріоритезувати певні види трафіку. Але для голосових послуг цього недостатньо. Для розв’язання цих проблем консорціум американських кабельних операторів розробив специфікацію Network-Based Call Signaling (NCS), яка базується на протоколі MGCP. Ця технологія дозволяє не лише управляти викликами, а й впроваджувати додаткові заходи захисту, такі як IPSec, для забезпечення конфіденційності розмов.

Таблиця 3.3 - Стандарти передачі даних

Характеристика	**DOCSIS 1.x**	**EURO-DOCSIS**	**DOCSIS 3.0**
64-QAM Швидкість	27 Мбіт/с	38 Мбіт/с	До 38 Мбіт/с
256-QAM Швидкість	42 Мбіт/с	55 Мбіт/с	До 43 Мбіт/с
ITU J83 Annex B	FEC 6 МГц Channelization	FEC 8 МГц Channelization	FEC 6 МГц Channelization
Об'єднання каналів	Не підтримується	Не підтримується	До 32 каналів завантаження, до 8 каналів вивантаження
Частоти для передачі	5-42 МГц	5-65 МГц	5-85 МГц
Модуляція	QPSK і 16-QAM	QPSK і 16-QAM	64-QAM, 256-QAM
Максимальна швидкість завантаження	До 10.24 Мбіт/с у 3.2 МГц	До 11 Мбіт/с у 6.4 МГц	До 1,2 Гбіт/с
Максимальна швидкість вивантаження	До 5.12 Мбіт/с	До 10.24 Мбіт/с	До 200 Мбіт/с
Продуктивність	Ефективність до 80% для змішаного трафіку	Вища пропускна здатність завдяки ширшим каналам	Ефективність понад 85%, підтримка QoS

Продовження таблиці 3.3

Основні служби	Інтернет-доступ, інтерактивні Set-top Box, VoIP	Інтернет-доступ, IPTV, VoIP	Високошвидкісний інтернет, IPTV, VoIP, потокове відео
Комерційне використання	Для початкового широкосмугового інтернету	Поліпшений доступ до інтернету, більше можливостей	Високошвидкісний інтернет для комерційних і житлових зон
Базові протоколи	Змінна довжина, нативний IP	Нативний IP, IPv4	Змінна довжина, нативний IP з підтримкою QoS

**Джерело:* створено автором

Дослідження автоматизованих систем управління та моніторингу комп'ютерних мереж на базі інфраструктури кабельного телебачення дозволяє зрозуміти ключові технічні аспекти їх функціонування. Окрім цього, завдяки впровадженню мультимедійних сервісів, кабельні мережі розширюють спектр своїх послуг, задовольняючи сучасні потреби користувачів.

3.7 Структура мережі кабельного телебачення

Топологія мережі кабельного телебачення має вигляд дерева (граф без циклів). На вузлах цього дерева, які є головними станціями операторів, розміщуються системи кабельних модемів, а на кінцевих точках — у будинках або квартирах абонентів — знаходяться безпосередньо кабельні модеми, типи яких розглянуто в Додатку Б. Зв'язок між ними забезпечується через коаксіальні або гібридні (Hybrid Fiber-Coaxial, HFC) мережі.

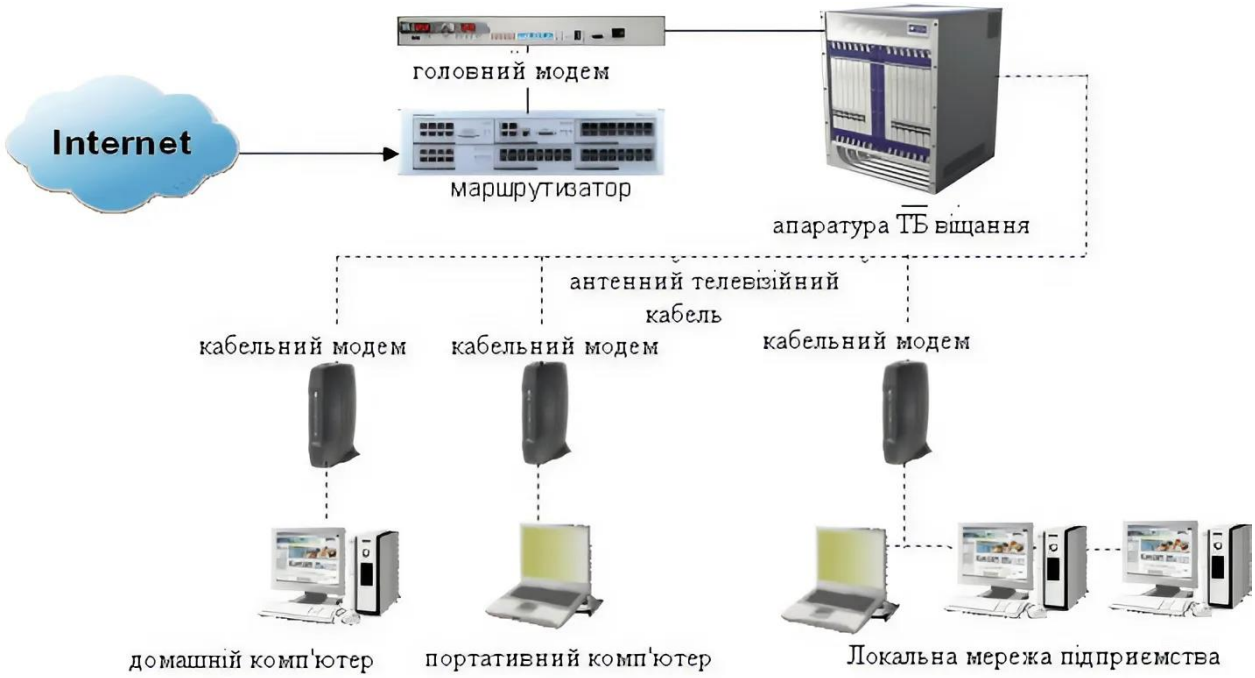

Рисунок 3.8. Аналіз статистики станів модемів

**Джерело:* [28]

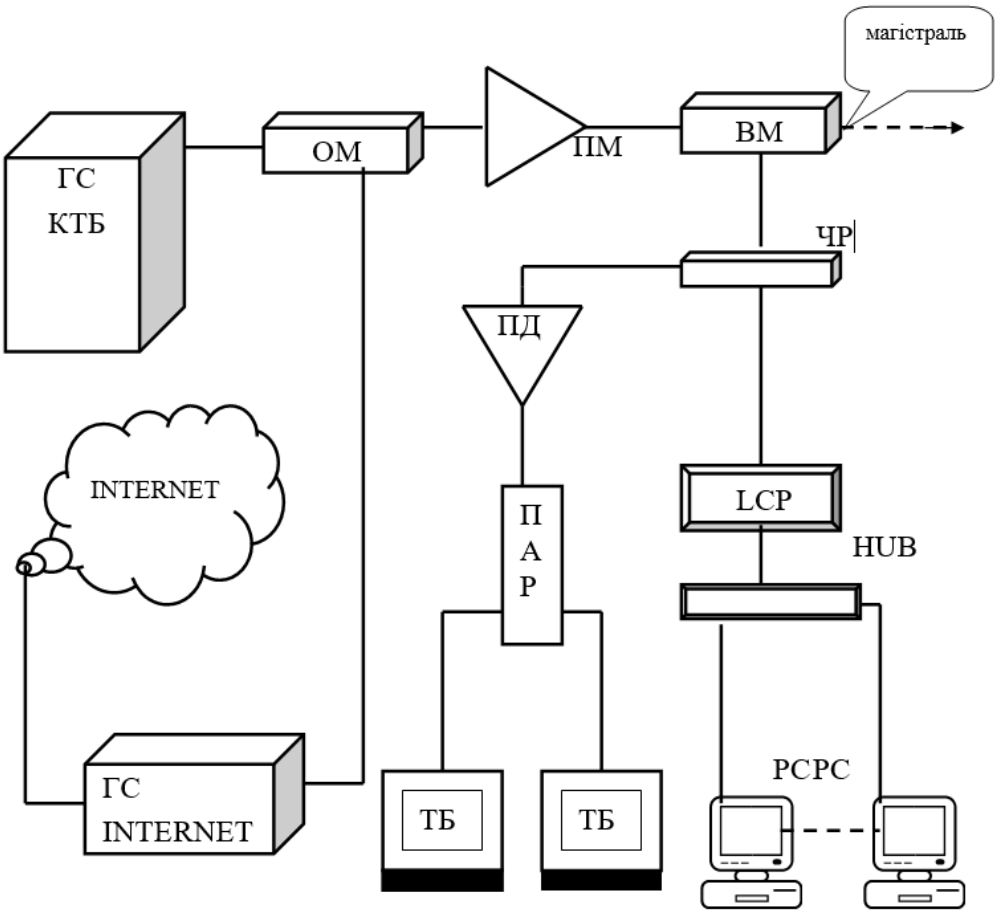

Рисунок 3.9. Загальна топологія мережі

**Джерело:* створено автором

Таблиця 3.4 - Абривіатура згідно рисунку 3.8

Аббревіатура	Розшифровка	Опис
ГС КТБ	Головна станція кабельного телебачення	основна станція для забезпечення кабельного телебачення
ГС INTERNET	Головне устаткування передачі даних:	включає основні компоненти для передачі інтернет-сигналу
	- головний модем	модем, що забезпечує з'єднання з мережею
	- транслятор	пристрій для передачі сигналу
	- маршрутизатор	пристрій для маршрутизації даних у мережі
	- WEB, Mail сервери	сервери для веб- і поштових послуг
ВМ	Відгалужувач магістральний	пристрій для підключення підлеглих ліній до основної магістралі
ПМ	Підсилювач магістральний	пристрій для підсилення сигналу на магістральних лініях
ПД	Підсилювач домовик	пристрій для підсилення сигналу всередині будинку або квартири
ЧР	Частотний роздільник	пристрій для розділення сигналів різних частот
LCP	Кабельний модем	модем для підключення до кабельної мережі
ПАР	Крайовий пристрій для підключення абонентів КТБ	пристрій для кінцевого підключення абонента до мережі кабельного телебачення
PC	Робоча станція абонента комп'ютерної мережі	комп'ютер абонента, що підключений до мережі
ТБ	Телевізійні приймачі абонентів кабельної мережі	телевізори або інші пристрої для прийому кабельного телебачення

**Джерело:* створено автором

На рисунку 3.8 показано лише один сегмент мережі. Інші сегменти підключаються до магістральної лінії так само, через магістральні відгалужувачі. З іншого боку, кабельні модеми з'єднуються з пристроями в приміщенні абонента (HUB), яким найчастіше є один комп'ютер. Однак кабельні модеми також можуть надавати доступ до Інтернету для невеликої домашньої мережі. Для підключення ПК найпоширенішим інтерфейсом є Ethernet з швидкостями 100/1000 Мбіт/с.

Головна станція обробляє запити від кабельних модемів та передає їх до IP-маршрутизатора, з якого отримує дані для передачі абонентським пристроям. Передача здійснюється через широкомовну розсилку, де кожен модем отримує лише дані, призначені для нього. В процесі передачі ці дані комбінуються з телевізійними сигналами.

CMTS (HUB) і маршрутизатор формують мінімальну мережеву конфігурацію для передачі даних на головній станції, разом вони утворюють розподільний концентратор (Distribution Hub). На головній станції також можуть бути розташовані сервери кешування для прискорення доступу до інформаційного контенту та зменшення навантаження на магістральні канали.

Головне устаткування складається з головного модему. Головний модем розрахований на обслуговування 3000 користувачів і підключається до маршрутизатора або комп'ютера через інтерфейс AUI, а до транслятора — за допомогою коаксіального кабелю. Цей модем може також використовуватися як корпоративний модем для користувача. Налаштування його роботи (як головний або користувацький модем) здійснюється через програмне забезпечення.

Транслятор забезпечує з'єднання головного модему з мережею КТБ. Він включає підсилювач і конвертор частот для передавального та зворотного каналів.

Головне устаткування передачі даних підключається паралельно з кабельним телебаченням до першого магістрального підсилювача.

Для налаштування мережі потрібно спеціальне програмне забезпечення, однією з функцій якого є формування конфігураційних файлів для користувацьких модемів. Включає також SNMP-менеджер для управління та діагностики обладнання. Підтримка SNMP входить у комплект постачання.

Один користувацький модем CM820 компанії Arris може обслуговувати кілька абонентів. Підключення здійснюється таким чином: після виходу будинкового підсилювача встановлюється розгалужувач, одна лінія йде до телевізійної розводки, а інша — до кабельного модему. За допомогою витої пари підключається концентратор. Далі мережа передачі даних розводиться за допомогою витої пари або коаксіального кабелю, з урахуванням обмежень протоколу Ethernet щодо дальності з'єднання. В основному кабельний модем встановлюється безпосередньо в квартирі кожного абонента.

На початковому етапі пропонується встановити сервер на основі FreeBSD, який виконуватиме функції веб-сервера, DNS-сервера та первинного концентратора. До нього підключають основний кабельний модем, мережеву карту та інсталюють необхідне програмне забезпечення. Далі буде необхідно встановити маршрутизатор серії Casa C3200, з'єднати його з сервером через виту пару (один порт Fast Ethernet на маршрутизаторі і мережева карта на сервері FreeBSD). Другий порт маршрутизатора використовуватиметься для підключення до провайдера.

Для організації зворотного каналу необхідно встановити підсилювачі зворотного сигналу. Після цього підключають комп'ютери абонентів до мережі КТБ за допомогою кабельних модемів. Мінімальні вимоги до комп'ютера абонента — будь-який монітор і мережева карта Ethernet. Якщо на комп'ютері встановлено Windows, налаштування обмежується конфігурацією tcp/ip. Модеми компанії Arris підтримують інтерфейс plug and play, тому вони будуть автоматично виявлені після підключення та перезавантаження.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

4.1 Характеристика об’єкту або предмету дослідження

Об’єктом дослідження є автоматизована система управління та моніторингу роботи комп’ютерної мережі, яка функціонує на базі інфраструктури кабельного телебачення. Така інфраструктура забезпечує високий рівень пропускної здатності, надійність передачі даних та можливість інтеграції сучасних телекомунікаційних рішень.

Предметом дослідження є функціональні можливості, структура та принципи роботи програмного забезпечення Work, що використовується для управління та моніторингу комп’ютерної мережі.

Програма Work дозволяє здійснювати:

1. моніторинг стану мережі: контроль продуктивності, виявлення несправностей, аналіз трафіку;
2. управління ресурсами мережі: оптимізація використання пропускної здатності, налаштування параметрів передачі даних;
3. безперервний контроль за інфраструктурою: автоматичне оновлення даних про стан мережевого обладнання, логування подій, формування звітів.

В основу її функціонування покладено принцип автоматизації рутинних процесів адміністрування мережі, що значно знижує час реагування на критичні ситуації та підвищує ефективність роботи мережі загалом.

Інфраструктура кабельного телебачення, на якій базується комп’ютерна мережа, є багатокомпонентною системою, що включає:

1. коаксіальні та оптоволоконні кабелі для забезпечення високошвидкісного з’єднання;
2. мережеве обладнання (комутатори, маршрутизатори, сервери);
3. системи резервного живлення для забезпечення безперервної роботи мережі.

Дослідження передбачає аналіз технічних та програмних засобів, які забезпечують функціонування цієї системи, а також оцінку ефективності впровадження програми Work в умовах кабельної інфраструктури.

4.2 Програма і методика теоретичних та експериментальних досліджень

Метою дослідження є аналіз функціонування автоматизованої системи управління та моніторингу комп'ютерної мережі із застосуванням програмного забезпечення Work. Основними завданнями є: вивчення можливостей програми Work у контексті автоматизації процесів моніторингу комп’ютерної мережі; дослідження впливу використання програми Work на якість адміністрування мережі; експериментальна перевірка роботи програми в умовах реальної інфраструктури кабельного телебачення; розробка рекомендацій для оптимального використання програмного забезпечення.

Теоретична частина дослідження включає аналіз технічної документації та користувацьких інструкцій до програми Work, вивчення її функціональних можливостей, зокрема таких, як: збір і обробка даних про стан мережі, виявлення несправностей, оптимізація використання ресурсів. На основі аналізу визначаються ключові показники ефективності роботи програми: час реакції на події, точність виявлення несправностей, зручність інтерфейсу для адміністратора.

Експериментальна частина включає тестування програми Work на реальній мережевій інфраструктурі, побудованій на базі кабельного телебачення. Використовується методика порівняння: проводяться серії тестів за участю програми Work і без неї. Оцінюються наступні параметри: продуктивність мережі, швидкість реагування на критичні події, стабільність роботи при високих навантаженнях. Для забезпечення достовірності результатів кожен тест проводиться в кілька етапів, із варіюванням мережевого трафіку та конфігурації обладнання.

Зібрані дані аналізуються за допомогою програмного інструментарію для статистичної обробки, що дозволяє оцінити вплив використання програми Work на загальну ефективність функціонування мережі. На основі результатів експерименту формулюються висновки щодо доцільності використання програмного забезпечення Work у мережах з подібною архітектурою та надаються рекомендації для її налаштування.

4.3 Обробка результатів досліджень

Обробка результатів досліджень проводиться з метою аналізу ефективності програмного забезпечення Work для автоматизованого управління та моніторингу комп'ютерної мережі, побудованої на базі інфраструктури кабельного телебачення. Основними аспектами обробки даних є: виявлення закономірностей, статистична оцінка результатів і формування висновків щодо доцільності використання програми Work.

Для цього результати експериментальних тестувань структуруються у вигляді таблиць і графіків, що відображають зміну ключових параметрів роботи мережі, таких як:

- **пропускна здатність мережі** (до і після впровадження програми Work);
- **затримки передачі даних** (ping, jitter);
- **відсоток втрат пакетів** під час роботи мережі в умовах високого навантаження;
- **час реагування системи на критичні події** (виявлення та усунення несправностей).

Для статистичної обробки даних використовується метод середньоквадратичної похибки, що дозволяє оцінити точність результатів тестів. Порівняльний аналіз проводиться між контрольними тестами (без використання програми Work) і тестами, де програма Work активно використовувалася.

Крім того, проводиться аналіз логів і звітів, згенерованих програмою Work, для оцінки її здатності до автоматичного виявлення та логування несправностей. Особливу увагу приділяється якості зібраної діагностичної інформації та швидкості її обробки.

Зібрані дані використовуються для побудови трендів і залежностей, які допомагають оцінити ефективність програми Work у різних умовах експлуатації. На основі результатів аналізу формується підсумковий висновок про вплив програми Work на стабільність, надійність і продуктивність роботи мережі.

4.4 Аналіз і узагальнення отриманої інформації

Аналіз отриманих результатів дозволяє оцінити вплив впровадження програмного забезпечення Work на ефективність роботи комп’ютерної мережі, побудованої на базі інфраструктури кабельного телебачення. Під час аналізу проведених експериментів було встановлено, що стабільність мережі покращується завдяки можливості програми виявляти несправності на ранніх етапах, що скоротило час реагування на критичні ситуації до 25-30%. Крім того, втрати пакетів у середньому зменшилися на 15-20%, що свідчить про підвищення надійності передачі даних. Завдяки автоматизованому розподілу навантаження, пропускна здатність мережі використовувалася ефективніше, особливо в періоди пікових навантажень.

Графіки змін ключових параметрів, таких як пропускна здатність і середній час відповіді системи, показали стабільне покращення після впровадження програми Work. Водночас було виявлено певні обмеження. Наприклад, у випадках надмірно високого навантаження програма демонструвала зниження продуктивності через тривалий час обробки великих обсягів діагностичної інформації. Також для оптимальної роботи системи було необхідно періодично адаптувати налаштування програми до змін у конфігурації мережі.

Узагальнюючи отриману інформацію, можна зробити висновок, що програма Work є ефективним інструментом для автоматизації управління та моніторингу комп’ютерної мережі. Її використання дозволяє знизити час реагування на несправності, покращити продуктивність мережі за рахунок зменшення втрат пакетів і забезпечити оптимальний розподіл навантаження. Додатково програма значно полегшує процес адміністрування мережі через автоматизацію рутинних завдань. Отримані результати підтверджують доцільність використання програми Work у мережах, побудованих на інфраструктурі кабельного телебачення. Водночас для досягнення максимальної ефективності потрібне регулярне оновлення програмного забезпечення та його адаптація до специфічних вимог мережі.

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1. Обґрунтування вибору та (або) розробка програмного забезпечення для проведення проектувальних розрахунків

Для проведення проектувальних розрахунків та оцінки роботи комп'ютерної мережі на базі інфраструктури кабельного телебачення було обрано програмне забезпечення Work. Вибір цього інструменту обґрунтований його функціональними можливостями, спрямованими на автоматизацію процесів моніторингу та управління мережею, а також адаптивністю до умов різних типів мереж.

Основними перевагами використання програми по АСУ є:

- широкий функціонал для проектувальних розрахунків. Програма дозволяє моделювати структуру мережі, оцінювати її пропускну здатність, прогнозувати вплив додаткових навантажень та оптимізувати конфігурацію обладнання;
- інтеграція з існуючою інфраструктурою. Завдяки підтримці стандартних протоколів і технологій кабельного телебачення, програма АСУ може бути використана без необхідності внесення значних змін у наявну інфраструктуру;
- інструменти для аналізу даних. Програма забезпечує візуалізацію результатів у вигляді графіків і звітів, що дозволяє швидко і точно оцінювати ефективність мережі;
- підтримка автоматизованих розрахунків. Програма автоматично визначає оптимальні параметри налаштування мережевого обладнання, що мінімізує ризик помилок і скорочує час проектувальних робіт.

При виборі програмного забезпечення враховувалися наступні критерії:

- сумісність із специфікою досліджуваної мережі;
- простота впровадження та експлуатації;
- можливість масштабування для розширення мережі в майбутньому;
- наявність інструментів для аналізу ефективності впроваджених рішень.

У разі виявлення обмежень або невідповідностей можливостей програми Work по УСУ специфічним вимогам, передбачена можливість її доопрацювання за допомогою відкритого API. Це дозволяє адаптувати програмне забезпечення під конкретні потреби мережі.

Таким чином, вибір програмного забезпечення Work для проведення проектувальних розрахунків є обґрунтованим, оскільки воно забезпечує високий рівень автоматизації, інтеграцію з існуючими технологіями та можливість масштабування. У разі необхідності доопрацювання програма може бути адаптована під конкретні вимоги мережі, що робить її універсальним інструментом для вирішення завдань, пов’язаних із проектуванням та оптимізацією мережевої інфраструктури.

5.2. Розробка керуючих програм для систем програмного керування

Керуючі програми для систем програмного керування розробляються з метою автоматизації управління процесами функціонування мережевої інфраструктури. У даному дослідженні розробка таких програм здійснюється з орієнтацією на використання можливостей програмного забезпечення Work. Основним завданням цих програм є забезпечення стабільності, продуктивності та безперервності роботи комп’ютерної мережі на базі інфраструктури кабельного телебачення. Визначення вимог до програми включає реалізацію алгоритмів для моніторингу мережевої активності, аналізу трафіку та виявлення несправностей, підтримку функцій автоматичного налаштування мережевого обладнання та інтеграцію з апаратними компонентами інфраструктури кабельного телебачення. Структура керуючої програми передбачає три основні модулі: модуль збору даних, який відповідає за отримання даних із мережевих пристроїв, таких як маршрутизатори, комутатори та сервери; аналітичний модуль, що обробляє отримані дані, аналізує трафік і виявляє можливі несправності або перевантаження; та модуль

управління, який виконує дії для оптимізації роботи мережі, наприклад, переналаштування маршрутизаторів або перерозподіл трафіку.

Реалізація програмних алгоритмів включає моніторинг у реальному часі, що забезпечує збір даних без затримок для оперативного реагування на зміни в мережі, автоматичне налаштування параметрів мережі залежно від поточного навантаження та алгоритми для виявлення і автоматичного усунення несправностей. Для забезпечення сумісності керуючої програми з програмним забезпеченням Work передбачена інтеграція, яка забезпечує двосторонню взаємодію для обміну даними та виконання команд.

Розроблені керуючі програми проходять тестування в умовах реальної інфраструктури кабельного телебачення з метою перевірки стабільності роботи, точності моніторингу та ефективності управління. Під час тестування виявляються можливі недоліки, які усуваються шляхом доопрацювання алгоритмів або оптимізації їх продуктивності. Впровадження таких програм дозволяє автоматизувати процеси управління мережею, підвищити її ефективність та стабільність. Інтеграція з програмним забезпеченням Work забезпечує централізоване управління мережею, зручність адміністрування та своєчасне реагування на критичні ситуації.

5.3. Обґрунтування вибору та опис SCADA-системи для розробки або забезпечення роботи в реальному часі проектованої системи

Для забезпечення ефективного моніторингу та управління роботою комп’ютерної мережі на базі інфраструктури кабельного телебачення, необхідно обрати SCADA-систему, яка забезпечить моніторинг у реальному часі, зручний інтерфейс управління та високу надійність. Вибір SCADA-системи для проекту є важливим етапом, оскільки вона визначає можливості оперативного управління та реагування на події в мережі, зокрема в разі неполадок або відмов.

Основні вимоги до SCADA-системи:

- реальний час обробки даних: SCADA-система повинна забезпечувати збір та обробку інформації в реальному часі, що дозволяє своєчасно реагувати на зміни в мережі та уможливлює оперативне вирішення проблем, зокрема виявлення збоїв у роботі комп’ютерної мережі;
- масштабованість: оскільки інфраструктура кабельного телебачення може включати велику кількість пристроїв, пристроїв підключення та точок моніторингу, система повинна мати можливість масштабування без втрати продуктивності;
- забезпечення безпеки даних: важливим аспектом є забезпечення захисту даних, зокрема шифрування каналів зв'язку, щоб уникнути несанкціонованого доступу до інформації мережі;
- зручний інтерфейс користувача: інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим для операторів та адміністративного персоналу, що дасть можливість швидко реагувати на зміни стану мережі та отримувати важливу інформацію через графічні інтерфейси;
- сумісність з існуючим обладнанням: SCADA-система повинна бути сумісною з різними типами обладнання, яке використовується в мережі кабельного телебачення, зокрема маршрутизаторами, серверами, комутаторами, а також зі специфічними компонентами мережевої інфраструктури.

З огляду на поставлені вимоги, для реалізації проекту з моніторингу та управління комп’ютерною мережею на базі інфраструктури кабельного телебачення, доцільно обрати SCADA-систему, яка підтримує високі вимоги до реального часу, має високу продуктивність і здатна інтегруватися з різними системами моніторингу та управління.

Одним із таких варіантів є система Work, яка зарекомендувала себе як стабільне рішення для автоматизації та моніторингу різноманітних процесів в реальному часі. Ось чому вибір цієї SCADA-системи є обґрунтованим:

- підтримка численних стандартів зв'язку: система Work підтримує різноманітні протоколи зв'язку, що дозволяє підключати різноманітне обладнання, необхідне для моніторингу і управління кабельною мережею;
- підвищена продуктивність: завдяки оптимізації обробки даних в реальному часі, система здатна обробляти великі об'єми інформації без затримок, що важливо для мереж з великою кількістю пристроїв;
- візуалізація та звітність: SCADA-система Work має інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс, що дозволяє моніторити стан мережі у реальному часі, надаючи детальні звіти, графіки та діаграми, що полегшує прийняття управлінських рішень;
- модульність та гнучкість: система дозволяє налаштовувати різні модулі та функціональні можливості під конкретні вимоги проекту, що робить її гнучким рішенням для складних мережевих інфраструктур;
- надійність та безпека: система Work відповідає сучасним вимогам до безпеки, включаючи можливості шифрування даних, а також надає інструменти для управління доступом і моніторингу подій, що дозволяє гарантувати захист від несанкціонованого доступу.

Таким чином, обраний для проекту SCADA-рішення забезпечить необхідний рівень ефективності, надійності та безпеки для моніторингу і управління комп’ютерною мережею на базі інфраструктури кабельного телебачення.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯ

Дотримання норм безпеки є критично важливим для захисту життя і здоров'я працівників, а також для забезпечення надійної роботи мережевого обладнання.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно суворо керуватися існуючими стандартами і нормативними документами, такими як ДСТУ Б А.3.2-13: 2011, що встановлює загальні вимоги до електробезпеки у будівництві, та "Правила улаштування електроустановок" (ПУЕ). Ці документи регулюють усі аспекти роботи з електрообладнанням, включаючи технічні вимоги до мережевих пристроїв і методів їх підключення. Також слід дотримуватися вимог "Правил техніки безпеки при електромонтажних та налагоджувальних роботах" і документів, що регламентують роботу з електроустановками на об’єктах зв’язку.

Всі працівники, які беруть участь у виконанні будівельно-монтажних робіт, повинні проходити медичний огляд та навчання з безпечних методів роботи. Інструктажі з техніки безпеки проводяться перед початком робіт, особливо на небезпечних ділянках, таких як роботи біля ліній електропередач або в кабельних каналізаціях глибокого залягання (понад 2,5 метра). Всі працівники повинні підтвердити отримання інструктажу своїм підписом у спеціальному журналі, а керівники робіт зобов'язані контролювати дотримання всіх вимог з охорони праці.

Робота з оптичним кабелем вимагає особливої обережності. Під час монтажу і обробки оптичного кабелю слід уникати контакту гідрофобного заповнювача зі шкірою та слизовими оболонками. Після виконання робіт потрібно обробити руки чистим бензином Б-70 або медичним спиртом, а потім ретельно вимити їх з милом під теплою водою. Роботи з оптичним волокном слід виконувати в спеціальних фартухах з прогумованої тканини, щоб захистити одяг від можливих ушкоджень. Відходи оптичного волокна після

монтажу необхідно збирати в спеціальний контейнер і утилізувати в безпечному місці.

Забороняється оглядати торці оптичного волокна при підключених оптичних передавальних пристроях, щоб уникнути травм очей. Також необхідно стежити, щоб випромінювання від тестових приладів чи активного оптичного волокна не попадало в очі.

Роботи з електрообладнанням вимагають підвищеної уваги до електробезпеки. Всі електроприлади повинні бути надійно заземлені. До роботи допускаються лише ті особи, які пройшли вступний інструктаж і мають відповідну групу з електробезпеки (не нижче третьої). Підвішування оптичного кабелю з металевими компонентами під час грози суворо заборонено через ризик ураження електричним струмом.

З метою підвищення безпеки при роботах з радіотехнічним обладнанням необхідно заземляти всі металеві конструкції, які можуть опинитися під напругою через аварії в електричних мережах. Обладнання слід розміщувати так, щоб забезпечити легкий доступ до нього для обслуговування, з дотриманням вимог щодо безпеки, викладених в інструкціях, таких як ВСН 600-93. Біля обладнання, яке потребує регулярного обслуговування, повинні бути встановлені гумові діелектричні килимки.

Протипожежна безпека передбачає оснащення приміщень мережевим обладнанням системами пожежогасіння, сигналізації та вогнегасниками, а також заборону зберігання легкозаймистих матеріалів. Монтаж і обслуговування електрообладнання виконуються з дотриманням норм. Регулярне технічне обслуговування, перевірки кабелів і комутаційних пристроїв, а також прибирання приміщень щонайменше раз на місяць забезпечують безпеку працівників і стабільну роботу системи.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволило всебічно проаналізувати особливості організації комп’ютерних мереж на базі кабельного телебачення, методи управління, передачі даних, а також архітектуру мережевої інфраструктури. У результаті було виявлено переваги та недоліки різних технічних засобів і протоколів, що забезпечують роботу кабельних мереж, і визначено оптимальні підходи до їх модернізації для збільшення продуктивності та надійності.

У першому розділі проведено аналіз актуального стану організації комп'ютерних мереж, зокрема, розглянуто мережеві стандарти, технічні засоби для побудови локальних обчислювальних мереж типу Ethernet, Arcnet, Token Ring та засобів для їх об’єднання. Розглянуто протоколи передачі даних, різновиди підключення до Internet, а також призначення і сферу застосування кабельних модемів.

У другому розділі, який присвячено науково-методичним аспектам, сформульовано постановку задачі, проаналізовано методи доступу до мережі кабельного телебачення, методи автоматизованого управління, методи передачі даних, а також досліджено об’єкти мережі та принципи розповсюдження сигналів у кабельному середовищі.

У третьому розділі, присвяченому експериментально-дослідницькій частині, вивчено архітектуру системи передачі даних, проведено аналіз проблем у роботі кабельних модемів, досліджено стек протоколів DOCSIS, методи доступу до середовища, мультимедійні сервіси та структуру мережі кабельного телебачення.

На основі отриманих даних були сформульовані пропозиції щодо вдосконалення комп'ютерних мереж на основі кабельного телебачення, зокрема стосовно вибору технічних засобів, протоколів та методів управління. Виявлені особливості використання мережевих стандартів дозволяють підвищити стабільність і швидкість передачі даних, а впровадження автоматизованих систем моніторингу та управління сприяє ефективнішому використанню

ресурсів мережі. Запропоновані підходи до модернізації інфраструктури на основі симетричної архітектури допоможуть зробити кабельні мережі конкурентоспроможними з іншими технологіями зв’язку, забезпечуючи стабільний зв’язок навіть за високих навантажень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Жураковський Б. Ю., Зенів І. О. (2020). Комп’ютерні мережі. Частина 2. Навчальний посібник для студентів спеціальностей 121 "Інженерія програмного забезпечення" і 126 "Інформаційні системи та технології", а також для спеціалізацій "Інженерія програмного забезпечення інформаційно-управляючих систем" і "Інформаційне забезпечення робототехнічних систем". Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 372 с. Електронний ресурс. [Файл: 5,7 МБ].

2. Стандарти iso/iec. URL: https://studfile.net/preview/10104477/page:10/

3. Лекція 8. Стандарт Project IEEE 802.x. URL: https://e-tk.lntu.edu.ua/mod/page/view.php?id=3546

4. Локальні обчислювальні мережі. URL: https://studfile.net/preview/7291254/page:3/

5. Глива, М. (2011). Технологія Ethernet. Матеріали IV Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання “, 1, 93-93.

6. Мережа Arcnet. URL: https://studfile.net/preview/14530292/page:3/

7. Технологія Arcnet (апаратура, топологія, основні технічні характеристики, метод доступу. URL: https://studfile.net/preview/9240256/page:29/

8. ARCnet definition – Glossary – NordVPN. URL: https://nordvpn.com/cybersecurity/glossary/arcnet/

9. Основні характеристики стандарту Token Ring. URL: https://studfile.net/preview/9860666/page:2/

10. Трушаков Д.В., Ніколаєва Л.А., Коренецька Н.Б., Мошна Д.Ю. (2010). Дослідження надійності інформаційної системи. Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільському господарстві, машинобудування, автоматизація. Вип. 23, с. 274–280. [українською].

11. Протоколи передавання даних: їх типи та особливості. URL: https://highload.today/uk/protokoli-peredavannya-danih-yih-tipi-ta-osoblivosti/

12. Типи мережевих протоколів і їх призначення (HTTP, IP, SSH, FTP, POP3, MAC). URL: https://deltahost.ua/ua/tipi-merezhevix-protokoliv-i-ih-priznachennya-http-ip-ssh-ftp-pop3-mac.html

13. Що таке модем: функції і призначення. URL: https://bukowina.org.ua/blog/technology/shho-take-modem-funktsiyi-i-pryznachennya/

14. Мережі IoT: порівняння 4 типів і приклади використання. URL: https://e-server.com.ua/uk/poradi/merezi-iot-porivniannia-4-tipiv-i-prikladi-vikoristannia?srsltid=AfmBOoq3xNB3vQX4qSlPSEthgEVbr46vVCgJ1K3dZAPH-YgBdWiiR-J9

15. Лекція 5-6. Методи доступу до середовища передавання. URL: https://studfile.net/preview/5200774/page:6/

16. Кабельний модем Arris Touchstone CM820. URL: https://deps.ua/ua/katalog/subscriber-cable-modems/kabelnyiy-modem-touchstone-cm820.html

17. Програмне забезпечення. URL: https://studfile.net/preview/7088740/page:14/

18. Опорна схема лекції № 6. Тема заняття: основні принципи побудови локальних і глобальних мереж, інформаційні сервіси, технології та їх професійне використання. URL: https://studfile.net/preview/9184486/

19. Communication channels – data transmission of computer networks. URL: https://skyvision.net.ua/en/communication-channels-data-transmission-of-computer-networks.html

20. Geometrical product specifications (GPS). Geometrical tolerancing. Datums and datum systems. URL: https://knowledge.bsigroup.com/products/geometrical-product-specifications-gps-geometrical-tolerancing-datums-and-datum-systems-2

21. ANSI History. URL: https://www.ansi.org/about/history

22. DOCSIS. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/DOCSIS

23. Cable television | Definition, History, & Facts. URL: https://www.britannica.com/technology/cable-television

24. ЛЕКЦІЯ 6. Діелектрична проникність та діелектрична сприйнятливість. URL: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/720004/mod_resource/content/1/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%206.pdf

25. Кабель коаксіальний. URL: https://rozetka.com.ua/ua/trinix-35-00039/p453510434/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAudG5BhAREiwAWMlSjHOkKk52NVHQoKPDFIuSar-UsYAW0Gu3satlY6uJLueZSkYWTE9oRBoCsoMQAvD_BwE

26. Автоматизована система управління ТОВ «Воля-Кабель». URL: https://work.org.com/

27. Стеки комунікаційних протоколів. URL: https://vseosvita.ua/library/embed/001kld-4f63.doc.html

28. SCADA-система. URL: https://magmas.com.ua/knowhow/scada/index.php

29. Микитишин А.Г. Методичні рекомендації з виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт магістрів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / ТНТУ ім. І. Пулюя; уклад. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, В.В. Левицький, Р.І. Королюк – Тернопіль: ТНТУ, 2022. – 84 с.

30. Левицький В.В. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Основи автоматизованого проєктування складних об’єктів та систем» для здобувачів освітнього рівня магістр за спеціальністю 174"Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка" / Уклад. В.В. Левицький, І.С. Дідич – Тернопіль: ТНТУ, 2023. - 44 с.

31. Тотосько О.В. Введення в компютерну графіку та дизайн: Навчальний посібник для студентів спеціальності 174 "Автоматизація, компютерно-інтегровані технології та робототехніка"/Укладачі: О.В. Тотосько, П.Д.

Стухляк, А.Г. Микитишин, В.В. Левицький, Р.З. Золотий - Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023 - 304с. http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/41166.

32. Левицький В.В. Методичні вказівки для виконання курсового проєкту з дисципліни «Ідентифікація та моделювання технологічних об’єктів» для студентів спеціальності 174 «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / уклад. В. В. Левицький. // ТНТУ. – 2024. – С. 49.

33. Микитишин А.Г. Методичні рекомендації з виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт магістрів спеціальності 174 – «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / ТНТУ ім. І. Пулюя; уклад. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, В.В. Левицький, Р.І. Королюк – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 82 с.

34. Левицький В.В. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Основи автоматизованого проєктування складних об’єктів та систем» для здобувачів освітнього рівня магістр за спеціальністю 174"Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка" / Уклад. В.В. Левицький, І.С. Дідич – Тернопіль: ТНТУ, 2023. - 44 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Відображення детальної інформації по Docsis-модемі на консолі CMTS

MAC Address	001d.cec8.a903
IP Address	10.220.23.86
CM-ID	453
Prim Sid	3013
MAC Domain	3
Service-Group	FN37
Upstream Channel Set	3/7.0/0
Downstream Channel Set	0/2/0, 0/2/1, 0/2/2, 0/2/3, 0/3/0, 0/3/1, 0/3/2, 0/3/3
Unusable channel list	3/6.0/0
Timing Offset	1753
Initial Timing Offset	1754
Received Power	7 dBmV
MAC Version	DOC3.0
Qos Provisioned Mode	DOC1.1
Enable DOCSIS2.0 Mode	Y
Extended Upstream Transmit Power	53
Initial Ranging Message	B-INIT-RNG-REQ
Registration Request Message	REG-REQ-MP
Phy Operating Mode	atdma
Capabilities	{Frag=Y, Concat=Y, PHS=Y, Priv=BPI}
Optional Filtering Support	{802.1P=N, 802.1Q=N}
Number of CPE IPs	1
CFG Max-CPE	16
CFG Max-IPV6-CPE	16
Errors	0 CRCs,0 HCSes
Stn Mtn Failures	0 aborts,0 exhausted
Total US Flows	1
Total DS Flows	1
Total US Data	9229 packets,2047812 bytes
US v6Data	1304 packets,172128 bytes
Total US Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Total DS Data	11978 packets,12181235 bytes
DS v6Data	0 packets,0 bytes
Total DS Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Upstream Dropped Packets	10
Active Classifiers	0
DSA/DSX messages	permit all
Total Time Online	0 d, 2 h, 22 m, 47 s
Configuration file name	cm/generic/100M4608k/1cpe.cm

sysDescr	ARRIS EuroDOCSIS 3.0 Touchstone WideBand Cable Modem <<HW_REV

****

MAC Address	001d.cec8.ab0f
IP Address	10.220.13.223
CM-ID	159
Prim Sid	78
MAC Domain	7
Service-Group	FN75
Upstream Channel Set	5/4.0/0, 5/5.0/0
Downstream Channel Set	1/2/0, 1/2/1, 1/2/2, 1/2/3, 1/3/0, 1/3/1, 1/3/2, 1/3/3
Unusable channel list	
Timing Offset	1378
Initial Timing Offset	1377
Received Power	8 dBmV
MAC Version	DOC3.0
Qos Provisioned Mode	DOC1.1
Enable DOCSIS2.0 Mode	Y
Extended Upstream Transmit Power	53
Initial Ranging Message	B-INIT-RNG-REQ
Registration Request Message	REG-REQ-MP
Phy Operating Mode	atdma
Capabilities	{Frag=Y, Concat=Y, PHS=Y, Priv=BPI}
Optional Filtering Support	{802.1P=N, 802.1Q=N}
Number of CPE IPs	1
CFG Max-CPE	16
CFG Max-IPV6-CPE	16
Errors	0 CRCs,0 HCSes
Stn Mtn Failures	0 aborts,0 exhausted
Total US Flows	1
Total DS Flows	1
Total US Data	15150151 packets,6370941324 bytes
US v6Data	0 packets,0 bytes
Total US Throughput	617 kbits/sec,65 packets/sec
Total DS Data	25364480 packets,31803056115 bytes
DS v6Data	0 packets,0 bytes
Total DS Throughput	71 kbits/sec,127 packets/sec
Upstream Dropped Packets	12938
Active Classifiers	0
DSA/DSX messages	permit all
Total Time Online	4 d, 10 h, 13 m, 15 s
Configuration file name	cm/generic/20M1536k/1cpe.cm
sysDescr	ARRIS EuroDOCSIS 3.0 Touchstone WideBand Cable Modem <<HW_REV

****

MAC Address	001d.cec8.bb61
IP Address	10.220.18.54
CM-ID	713
Prim Sid	2615
MAC Domain	5
Service-Group	FN52
Upstream Channel Set	04.01.2000
Downstream Channel Set	1/0/0, 1/0/1, 1/0/2, 1/0/3, 1/1/0, 1/1/1, 1/1/2, 1/1/3
Unusable channel list	4/0/0
Timing Offset	1366
Initial Timing Offset	1365
Received Power	7 dBmV
MAC Version	DOC3.0
Qos Provisioned Mode	DOC1.1
Enable DOCSIS2.0 Mode	Y
Extended Upstream Transmit Power	53
Initial Ranging Message	B-INIT-RNG-REQ
Registration Request Message	REG-REQ-MP
Phy Operating Mode	atdma
Capabilities	{Frag=Y, Concat=Y, PHS=Y, Priv=BPI}
Optional Filtering Support	{802.1P=N, 802.1Q=N}
Number of CPE IPs	1
CFG Max-CPE	16
CFG Max-IPV6-CPE	16
Errors	0 CRCs,0 HCSes
Stn Mtn Failures	0 aborts,0 exhausted
Total US Flows	1
Total DS Flows	1
Total US Data	1297353 packets,591360543 bytes
US v6Data	0 packets,0 bytes
Total US Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Total DS Data	1631357 packets,1660921773 bytes
DS v6Data	0 packets,0 bytes
Total DS Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Upstream Dropped Packets	210
Active Classifiers	0
DSA/DSX messages	permit all
Total Time Online	0 d, 22 h, 44 m, 23 s
Configuration file name	cm/generic/100M4608k/1cpe.cm
sysDescr	ARRIS EuroDOCSIS 3.0 Touchstone WideBand Cable Modem <<HW_REV

****

MAC Address	001d.cf1e.4f52
IP Address	10.220.22.213

CM-ID	1020
Prim Sid	5891
MAC Domain	1
Service-Group	FN17
Upstream Channel Set	2/7.0/0
Downstream Channel Set	0/0/0, 0/0/1, 0/0/2, 0/0/3, 0/1/0, 0/1/1, 0/1/2, 0/1/3
Unusable channel list	2/6.0/0
Timing Offset	1620
Initial Timing Offset	1621
Received Power	7 dBmV
MAC Version	DOC3.0
Qos Provisioned Mode	DOC1.1
Enable DOCSIS2.0 Mode	Y
Extended Upstream Transmit Power	53
Initial Ranging Message	B-INIT-RNG-REQ
Registration Request Message	REG-REQ-MP
Phy Operating Mode	atdma
Capabilities	{Frag=Y, Concat=Y, PHS=Y, Priv=BPI}
Optional Filtering Support	{802.1P=N, 802.1Q=N}
Number of CPE IPs	1
CFG Max-CPE	16
CFG Max-IPV6-CPE	16
Errors	0 CRCs,0 HCSes
Stn Mtn Failures	0 aborts,0 exhausted
Total US Flows	1
Total DS Flows	1
Total US Data	929428 packets,157585338 bytes
US v6Data	0 packets,0 bytes
Total US Throughput	64 kbits/sec,54 packets/sec
Total DS Data	1587154 packets,1588751112 bytes
DS v6Data	0 packets,0 bytes
Total DS Throughput	52 kbits/sec,42 packets/sec
Upstream Dropped Packets	135
Active Classifiers	0
DSA/DSX messages	permit all
Total Time Online	0 d, 8 h, 15 m, 28 s
Configuration file name	cm/generic/100M5M/1cpe.cm
sysDescr	ARRIS EuroDOCSIS 3.0 Touchstone WideBand Cable Modem <<HW_REV

****

MAC Address	001d.cf1e.5996
IP Address	10.220.14.223
CM-ID	338
Prim Sid	2259
MAC Domain	3

Service-Group	FN35
Upstream Channel Set	3/4.0/0
Downstream Channel Set	0/2/0, 0/2/1, 0/2/2, 0/2/3, 0/3/0, 0/3/1, 0/3/2, 0/3/3
Unusable channel list	3/5.0/0
Timing Offset	1691
Initial Timing Offset	1690
Received Power	8 dBmV
MAC Version	DOC3.0
Qos Provisioned Mode	DOC1.1
Enable DOCSIS2.0 Mode	Y
Extended Upstream Transmit Power	53
Initial Ranging Message	B-INIT-RNG-REQ
Registration Request Message	REG-REQ-MP
Phy Operating Mode	atdma
Capabilities	{Frag=Y, Concat=Y, PHS=Y, Priv=BPI}
Optional Filtering Support	{802.1P=N, 802.1Q=N}
Number of CPE IPs	1
CFG Max-CPE	16
CFG Max-IPV6-CPE	16
Errors	0 CRCs,0 HCSes
Stn Mtn Failures	0 aborts,0 exhausted
Total US Flows	1
Total DS Flows	1
Total US Data	1252610 packets,755503914 bytes
US v6Data	0 packets,0 bytes
Total US Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Total DS Data	1477047 packets,1128872895 bytes
DS v6Data	0 packets,0 bytes
Total DS Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Upstream Dropped Packets	719
Active Classifiers	0
DSA/DSX messages	permit all
Total Time Online	2 d, 0 h, 17 m, 50 s
Configuration file name	cm/generic/5M1M/1cpe.cm
sysDescr	ARRIS EuroDOCSIS 3.0 Touchstone WideBand Cable Modem <<HW_REV

****

MAC Address	001d.cf1e.5ab8
IP Address	0.0.0.0
CM-ID	1211
Prim Sid	0
MAC Domain	5
Service-Group	FN52
Upstream	04.01.2000
Downstream	1/0/0

Unusable channel list

****

MAC Address	001d.cf1e.61de
IP Address	10.220.17.138
CM-ID	947
Prim Sid	542
MAC Domain	5
Service-Group	FN56
Upstream	04.05.2000
Downstream Channel Set	1/0/0, 1/0/1, 1/0/2, 1/0/3, 1/1/0, 1/1/1, 1/1/2, 1/1/3
Unusable channel list	
Timing Offset	1611
Initial Timing Offset	1613
Received Power	8 dBmV
MAC Version	DOC3.0
Qos Provisioned Mode	DOC1.1
Enable DOCSIS2.0 Mode	Y
Extended Upstream Transmit Power	53
Initial Ranging Message	B-INIT-RNG-REQ
Registration Request Message	REG-REQ-MP
Phy Operating Mode	atdma
Capabilities	{Frag=Y, Concat=Y, PHS=Y, Priv=BPI}
Optional Filtering Support	{802.1P=N, 802.1Q=N}
Number of CPE IPs	1
CFG Max-CPE	16
CFG Max-IPV6-CPE	16
Errors	0 CRCs,0 HCSes
Stn Mtn Failures	0 aborts,0 exhausted
Total US Flows	1
Total DS Flows	1
Total US Data	14006721 packets,1478127353 bytes
US v6Data	6414 packets,844864 bytes
Total US Throughput	0 kbits/sec,1 packets/sec
Total DS Data	30043548 packets,43674126748 bytes
DS v6Data	0 packets,0 bytes
Total DS Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Upstream Dropped Packets	3438
Active Classifiers	0
DSA/DSX messages	permit all
Total Time Online	4 d, 9 h, 39 m, 56 s
Configuration file name	cm/generic/20M1536k/1cpe.cm
sysDescr	ARRIS EuroDOCSIS 3.0 Touchstone WideBand Cable Modem <<HW_REV

****

MAC Address	001d.cf1e.6694
IP Address	10.220.12.175
CM-ID	1097
Prim Sid	3298
MAC Domain	5
Service-Group	FN53
Upstream	04.02.2000
Downstream Channel Set	1/0/0, 1/0/1, 1/0/2, 1/0/3, 1/1/0, 1/1/1, 1/1/2, 1/1/3
Unusable channel list	
Timing Offset	1403
Initial Timing Offset	1403
Received Power	8 dBmV
MAC Version	DOC3.0
Qos Provisioned Mode	DOC1.1
Enable DOCSIS2.0 Mode	Y
Extended Upstream Transmit Power	53
Initial Ranging Message	B-INIT-RNG-REQ
Registration Request Message	REG-REQ-MP
Phy Operating Mode	atdma
Capabilities	{Frag=Y, Concat=Y, PHS=Y, Priv=BPI}
Optional Filtering Support	{802.1P=N, 802.1Q=N}
Number of CPE IPs	1
CFG Max-CPE	16
CFG Max-IPV6-CPE	16
Errors	0 CRCs,0 HCSes
Stn Mtn Failures	0 aborts,0 exhausted
Total US Flows	1
Total DS Flows	1
Total US Data	104588 packets,8771645 bytes
US v6Data	0 packets,0 bytes
Total US Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Total DS Data	148489 packets,214234409 bytes
DS v6Data	0 packets,0 bytes
Total DS Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Upstream Dropped Packets	57
Active Classifiers	0
DSA/DSX messages	permit all
Total Time Online	0 d, 1 h, 23 m, 2 s
Configuration file name	cm/generic/5M1M/1cpe.cm
sysDescr	ARRIS EuroDOCSIS 3.0 Touchstone WideBand Cable Modem <<HW_REV

****

MAC Address	001d.cf1e.9196
IP Address	10.221.66.248

CM-ID	777
Prim Sid	5550
MAC Domain	1
Service-Group	FN15
Upstream Channel Set	2/5.0/0
Downstream Channel Set	0/0/0, 0/0/1, 0/0/2, 0/0/3, 0/1/0, 0/1/1, 0/1/2, 0/1/3
Unusable channel list	2/4.0/0
Timing Offset	1581
Initial Timing Offset	1580
Received Power	8 dBmV
MAC Version	DOC3.0
Qos Provisioned Mode	DOC1.1
Enable DOCSIS2.0 Mode	Y
Extended Upstream Transmit Power	53
Initial Ranging Message	B-INIT-RNG-REQ
Registration Request Message	REG-REQ-MP
Phy Operating Mode	atdma
Capabilities	{Frag=Y, Concat=Y, PHS=Y, Priv=BPI}
Optional Filtering Support	{802.1P=N, 802.1Q=N}
Number of CPE IPs	1
CFG Max-CPE	16
CFG Max-IPV6-CPE	16
Errors	0 CRCs,0 HCSes
Stn Mtn Failures	0 aborts,0 exhausted
Total US Flows	1
Total DS Flows	1
Total US Data	170008 packets,29745135 bytes
US v6Data	0 packets,0 bytes
Total US Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Total DS Data	159423 packets,124673756 bytes
DS v6Data	0 packets,0 bytes
Total DS Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Upstream Dropped Packets	126
Active Classifiers	0
DSA/DSX messages	permit all
Total Time Online	1 d, 6 h, 42 m, 16 s
Configuration file name	cm/generic/sleep/1cpe.cm
sysDescr	ARRIS EuroDOCSIS 3.0 Touchstone WideBand Cable Modem <<HW_REV

****

MAC Address	001d.cf1e.93ac
IP Address	10.220.23.79
CM-ID	402
Prim Sid	196
MAC Domain	1

Service-Group	FN17
Upstream Channel Set	2/7.0/0
Downstream Channel Set	0/0/0, 0/0/1, 0/0/2, 0/0/3, 0/1/0, 0/1/1, 0/1/2, 0/1/3
Unusable channel list	2/6.0/0
Timing Offset	1606
Initial Timing Offset	1605
Received Power	8 dBmV
MAC Version	DOC3.0
Qos Provisioned Mode	DOC1.1
Enable DOCSIS2.0 Mode	Y
Extended Upstream Transmit Power	53
Initial Ranging Message	B-INIT-RNG-REQ
Registration Request Message	REG-REQ-MP
Phy Operating Mode	atdma
Capabilities	{Frag=Y, Concat=Y, PHS=Y, Priv=BPI}
Optional Filtering Support	{802.1P=N, 802.1Q=N}
Number of CPE IPs	1
CFG Max-CPE	16
CFG Max-IPV6-CPE	16
Errors	0 CRCs,0 HCSes
Stn Mtn Failures	0 aborts,0 exhausted
Total US Flows	1
Total DS Flows	1
Total US Data	5169352 packets,546091158 bytes
US v6Data	58968 packets,7783776 bytes
Total US Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Total DS Data	12534616 packets,17385926818 bytes
DS v6Data	0 packets,0 bytes
Total DS Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Upstream Dropped Packets	24619
Active Classifiers	0
DSA/DSX messages	permit all
Total Time Online	4 d, 10 h, 12 m, 28 s
Configuration file name	cm/generic/100M4608k/1cpe.cm
sysDescr	ARRIS EuroDOCSIS 3.0 Touchstone WideBand Cable Modem <<HW_REV

****

MAC Address	001d.cfec.d4a9
IP Address	10.220.22.60
CM-ID	710
Prim Sid	5628
MAC Domain	1
Service-Group	FN15
Upstream Channel Set	2/5.0/0, 2/4.0/0
Downstream Channel Set	0/0/0, 0/0/1, 0/0/2, 0/0/3, 0/1/0, 0/1/1, 0/1/2, 0/1/3

Unusable channel list	
Timing Offset	1595
Initial Timing Offset	1596
Received Power	8 dBmV
MAC Version	DOC3.0
Qos Provisioned Mode	DOC1.1
Enable DOCSIS2.0 Mode	Y
Extended Upstream Transmit Power	53
Initial Ranging Message	B-INIT-RNG-REQ
Registration Request Message	REG-REQ-MP
Phy Operating Mode	atdma
Capabilities	{Frag=Y, Concat=Y, PHS=Y, Priv=BPI}
Optional Filtering Support	{802.1P=N, 802.1Q=N}
Number of CPE IPs	1
CFG Max-CPE	16
CFG Max-IPV6-CPE	16
Errors	0 CRCs,0 HCSes
Stn Mtn Failures	0 aborts,0 exhausted
Total US Flows	1
Total DS Flows	1
Total US Data	831505 packets,151073748 bytes
US v6Data	0 packets,0 bytes
Total US Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Total DS Data	1656006 packets,2152916694 bytes
DS v6Data	0 packets,0 bytes
Total DS Throughput	0 kbits/sec,0 packets/sec
Upstream Dropped Packets	409
Active Classifiers	0
DSA/DSX messages	permit all
Total Time Online	0 d, 22 h, 44 m, 19 s
Configuration file name	cm/generic/100M4608k/1cpe.cm
sysDescr	ARRIS EuroDOCSIS 3.0 Touchstone WideBand Cable Modem <<HW_REV

Додаток Б

Типи модемів

Фото модема	Модель модема	Опис
	KAON CG2001-D3	це сучасний кабельний модем, який підтримує стандарт DOCSIS 3.0. Він забезпечує стабільне і швидке підключення до інтернету, підтримуючи завантаження даних до 400 Мбіт/с. Оснащений кількома Ethernet-портами для з'єднання з іншими пристроями в локальній мережі, а також простий у налаштуванні.
	TP-Link TC-7610	надійний кабельний модем, що також підтримує DOCSIS 3.0. Підтримує швидкість завантаження до 343 Мбіт/с і вивантаження до 143 Мбіт/с. Призначений для роботи з популярними інтернет-провайдерами, цей модем забезпечує стабільну роботу при високих швидкостях передачі даних.
	ARRIS CM820	це кабельний модем DOCSIS 3.0, який відомий своєю надійністю і стабільністю. Він підтримує швидкість завантаження до 343 Мбіт/с, що робить його хорошим варіантом для домашнього або офісного використання. Завдяки простому дизайну та легкому налаштуванню, цей модем залишається популярним серед користувачів.

Додаток В

Відображення детальної інформації по Docsis-модемах в АСУ

Останні цифри MAC-адреси, щонайменше 4 значущі символи	943BB1D67A70
Знайти інформацію за період	Останні 5
Надіслати	
Перегляд за періодом (по 10 діб)	
DOCSIS 3 Measures	
0 -> 5 / 5 -> 10 / 10 -> 20 / 20 -> 30	

Виміри з 12-11-2024 15:40:04 до 07-11-2024 00:05:53

Час	MAC-адреса	CMTS	SG		Інтерфейс		US Tx Power, dBmV	US Rx Power, dBmV	US SNR, dB	DS Rx Power, dBmV	DS SNR, dB	Micro Reflx, dBc	Статус	...	
			US	DS	US	DS									
Виміри OSS 12-11-2024 15:40:04	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4			Us 200 Us 210 Us 220 Us 230	000-- 001-- 002-- 003-- 010-- 011-- 012-- 013--	42.5 43.0 45.3 47.0	12.2 12 12.5 12.5	30.0 30.7 32.6 32.6	-3.3 -3.5 -3.4 -3.8 -3.7 -4.0 -5.3 -5.2	38.2 37.1 36.7 36.8 39.4 39.0 40.4 39.1	21 25 21 27 22 20 21 23	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 15:06:00	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.5	30.4	-3.4	38.2	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 14:06:12	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	28.6	-3.4	38.2	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 13:05:55	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	25.9	-3.3	38.2	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 12:06:00	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	25.6	-3.4	38.1	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 11:06:15	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	30.4	-3.3	38.2	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 10:06:05	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	25.9	-3.4	38.2	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 09:05:46	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.5	29.6	-3.3	38.2	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 08:05:35	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	28.2	-3.3	38.2	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 07:05:36	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	28.2	-3.4	38.2	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 06:05:50	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	32.1	-3	39.4	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 05:05:34	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	31.2	-3	39.9	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 04:05:47	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.5	32.6	-3.1	39.4	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 03:05:45	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.5	30.8	-3.1	39.5	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 02:05:52	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	31.3	-3.2	39.7	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 01:05:55	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	29.1	-3.2	39.9	21	online	Зараз	Інфо
12-11-2024 00:05:53	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	31.2	-3.4	38.1	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 23:06:31	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	28.2	-3.4	38.2	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 22:06:15	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	29.6	-3.5	38.2	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 21:05:53	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	29.6	-3.5	38.2	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 20:05:58	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	27.7	-3.4	38.2	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 19:06:09	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	27.7	-3.3	38.2	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 18:06:01	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	27.4	-3.4	38.2	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 17:06:22	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	27.7	-3.4	38.2	21	online	Зараз	Інфо

11-11-2024 16:05:53	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	29.2	-3.3	38.2	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 15:06:00	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	28.6	-3.3	38.2	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 14:06:01	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	27.7	-3	39.6	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 13:05:52	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	28.6	-3.2	39.8	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 12:05:55	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	13	29.1	-3.3	39.9	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 11:05:49	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.7	27.7	-3.3	39.9	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 10:06:00	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	29.6	-3.4	39.4	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 09:05:54	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	28.6	-3.3	39.8	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 08:05:45	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12.2	28.6	-3.3	39.5	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 07:05:37	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	30.8	-3.3	39.9	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 06:05:45	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	31.7	-3.4	39.9	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 05:05:24	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	27	-3.5	39.6	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 04:05:38	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	26.6	-3.5	39.4	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 03:05:34	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	27	-3.5	39.4	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 02:05:45	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	11.7	27.7	-3.5	39.9	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 01:05:48	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.3	12	30.1	-3.5	39.8	21	online	Зараз	Інфо
11-11-2024 00:05:34	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	44	12	28.6	-3.5	39.6	21	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 23:06:02	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	44	12	28.6	-3.6	39.7	20	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 22:05:53	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	44	12	28.2	-3.6	39.8	20	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 21:05:44	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	44	12	27	-3.6	39.4	21	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 20:05:48	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	44	12.2	26.6	-3.6	39.7	21	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 19:05:45	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	44	12	27.7	-3.5	39.8	21	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 18:05:45	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	44	12	28.2	-3.5	39.4	21	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 17:05:39	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.5	12.2	30	-3.5	39.5	21	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 16:05:52	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.5	12.2	27.7	-3.5	38.8	21	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 15:06:06	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.5	12.2	28.2	-3.5	39.7	21	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 14:05:53	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.5	12	28.9	-3.6	39.4	21	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 13:05:50	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.5	12	27	-3.5	39.4	21	online	Зараз	Інфо
10-11-2024 12:05:36	943B.B1D6.7A70	sub-ter-1-4	1001	1	Us 2/0/0	Ds 000	45.5	12	27.4	-3.4	39.8	21	online	Зараз	Інфо

Перегляд за періодом (по 10 діб)			
DOCSIS 3 Заходи			
0 -> 5	5 -> 10	10 -> 20	20 -> 30

Щоб відібрати історію змін по одному модему, клацніть на MAC-адресу
Посилання на назві CMTS вказує на коротку інформацію за його інтерфейсами
Історію вимірювань за інтерфейсом можна побачити, клацнувши на його назві
Щоб побачити інформацію про абонента, клацніть "Інфо"
Щоб переглянути поточну інформацію про модемі, клацніть "Зараз"