

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи
фахового молодшого бакалавра**

на тему: **Оптимізація потоків мультимедійної інформації в локальних мережах з урахуванням вимог якості обслуговування**

Виконав студент IV курсу, групи ТК-41 спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
ОПП «Телекомунікації та комп'ютерні технології»
Новосад Максим Русланович

Керівник	_____	Володимир ПЛІШ
	(підпис)	
Нормоконтролер	_____	Володимир ПЛІШ
	(підпис)	
Рецензент	_____	Анатолій РОМАНЮК
	(підпис)	
Голова ЕК	_____	Андрій ВАХ
	(підпис)	
Члени ЕК	_____	Ігор ТИБЕЛЬ
	(підпис)	
	_____	Володимир ПЛІШ
	(підпис)	

Дипломна робота захищена в ЕК «___» _____ 2025 р.

з оцінкою «_____»

Львів 2025

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Циклова комісія	<i>Телекомунікації</i>
Освітньо-професійний ступінь	<i>Фаховий молодший бакалавр</i>
Освітньо-професійна програма	<i>Телекомунікації та комп'ютерні технології</i>
Спеціальність	<i>172 Телекомунікації та радіотехніка</i>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач відділення
«Телекомунікацій та
комп'ютерних технологій»
_____ Ігор ТИБЕЛЬ
« 25 » квітня 2025 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

Новосаду Максиму Руслановичу

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи	<i>Оптимізація потоків мультимедійної інформації в локальних мережах з урахуванням вимог якості обслуговування</i>
----------------	--

керівник роботи	<i>Володимир ПЛІШ викладач вищої категорії, викладач-методист</i>
-----------------	---

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

затверджені наказом директора від “ 20 ” березня 2025 року № 20-СТ

2. Строк подання студентом роботи “10” червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи	<i>3.1 Проаналізувати основні особливості IP-трафіку;</i>
---------------------------	---

3.2 Розглянути технології забезпечення QoS в системах IP;

3.3 Проаналізувати розрахунок теоретичних значень параметрів QoS роботи мережі;

3.4 Розрахувати швидкості обслуговування з використанням теорії масового обслуговування;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

4.1 Основні характеристики ip-трафіку в мультисервісних мережах.

4.2 Організація забезпечення якості обслуговування при передачі мультимедійного трафіку в локальних мережах.

4.3 Аналіз швидкості обслуговування

4.4 Техніко-економічне обґрунтування.

4.5 Охорона праці та безпека життєдіяльності

5. Перелік графічного матеріалу

5.1.	<i>Протоколи взаємодії постачальника контенту і глядача;</i>
5.2.	<i>Схема з'єднання сервера з IP-мережею</i>
5.3.	<i>Залежність часу відгуку від поля випадкової довжини</i>
5.4.	<i>Схема локальної обчислювальної мережі</i>
5.5.	<i>Схема локальної обчислювальної мережі (програмна реалізація)</i>

6. Консультанти розділів дипломної роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання отримав
Техніко-економічне обґрунтування	<i>Мар'яна СМУК викладач вищої категорії</i>	<i>25.04.2025р.</i>	<i>25.04.2025р</i>
Охорона праці та безпека життєдіяльності	<i>Олена МЕЛЬНИКОВА викладач першої категорії</i>	<i>25.04.2025р.</i>	<i>25.04.2025р.</i>

7. Дата видачі завдання « 25 » квітня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання	Примітка
1	<i>Вступ.</i>	<i>25.04-01.05</i>	
2	<i>Основні характеристики ір-трафіку в мультисервісних мережах.</i>	<i>02.05-08.05</i>	
3	<i>Організація забезпечення якості обслуговування при передачі мультимедійного трафіку в локальних мережах.</i>	<i>09.05-15.05</i>	
4	<i>Аналіз швидкості обслуговування</i>	<i>16.05-22.05</i>	
5	<i>Техніко – економічне обґрунтування</i>	<i>23.05-29.05</i>	
6	<i>Охорона праці та безпека життєдіяльності</i>	<i>30.05-03.06</i>	
7	<i>Висновки</i>	<i>04.06-05.06</i>	
8	<i>Підготовка графічного матеріалу.</i>	<i>06.06-09.06</i>	

Здобувач

_____ (підпис)

Максим НОВОСАД

_____ (ім'я, прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Володимир ПЛІШ

_____ (ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Текстова частина дипломної роботи: 71 с., 6 рис., 5 табл., 15 джерел.

Об'єкт дослідження – мультимедійний трафік в локальних обчислювальних мережах (ЛОМ).

Мета роботи – забезпечення якості обслуговування при пакетній передачі мультимедійного трафіку в локальних обчислювальних мережах (ЛОМ).

Метод дослідження – аналітичний з використанням комп'ютерних технологій.

У першому розділі дипломної роботи були проаналізовані різні вимоги QoS послуг, що надаються в мультисервісних мережах, до каналу зв'язку; оцінка якості обслуговування в мережах передачі даних.

У другому розділі проаналізовані особливості роботи алгоритмів моніторингу, управління навантаженням і перевантаженнями в архітектурі DiffServ. Основним алгоритмом є алгоритм Token Bucket.

У роботі наведені: статистичні особливості структури мережевого трафіку; основні теоретичні відомості, що визначають особливості трафіку мультисервісної мережі; архітектура мережевих механізмів забезпечення якості обслуговування в мережах IP.

ТРАФІК, СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ, АВТОКОРЕЛЯЦІЙНА ФУНКЦІЯ,
СПЕКТРАЛЬНА ГУСТИНА, ФРАКТАЛ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІР-ТРАФІКУ В МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖАХ.....	8
1.1 Основні особливості ІР-трафіку.....	8
1.2 Технологія інтерактивного телебачення IPTV	10
1.3 Оцінка якості обслуговування ІР-трафіка	16
1.4 Технологія забезпечення QoS в системах ІР.....	22
1.5 Розподіл IPTV-систем за складністю їх структури.....	23
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИ ПЕРЕДАЧІ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ В ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ	28
2.1 Опис системи, що перебуває під дослідженням	28
2.2 Розрахунок теоретичних значень параметрів QoS роботи мережі	37
3 АНАЛІЗ ШВИДКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ	44
3.1 Розрахунок швидкості обслуговування з використанням теорії масового обслуговування	44
3.2 Визначення середнього часу відповіді мережі	49
3.3 Дослідження впливу структури трафіку на характеристики якості обслуговування	52
4 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	54
4.1 Розрахунок капітальних витрат на розробку.....	54
4.2 Складові структури витрат на розробку.....	54
4.3 Витрати на відлагодження розробки.....	56
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЕДІЯЛЬНОСТІ.....	58
5.1 Загальні положення.....	58
5.2 Організація охорони праці на підприємстві.....	59
5.3 Заходи безпеки на робочому місці.....	61
5.4 Санітарно-гігієнічні вимоги.....	62

ВИСНОВКИ	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	65
КОПІЇ ОBOB'ЯЗKOBИХ KPECЛEНЬ.....	66
Лист 1 Протоколи взаємодії постачальника контенту і глядача; б) Стек протоколів	67
Лист 2 Схема з'єднання сервера з IP-мережею	68
Лист 3 Залежність часу відгуку від поля випадкової довжини	69
Лист 4 Схема локальної обчислювальної мережі	70
Лист 5 Схема локальної обчислювальної мережі (програмна реалізація) ...	71

ВСТУП

В сучасних телекомунікаційних мережах стало ключовим забезпечення якості обслуговування, особливо для мультимедійних послуг, таких як передача даних, відео та голосу. Це важливо через постійні зміни характеру і обсягу переданого трафіку. Для забезпечення високої якості обслуговування важливо дотримуватися ряду вимог до параметрів, таких як ймовірність втрати пакетів, затримка передачі, джитер та інші.

Незнання статистичних характеристик трафіку може призвести до неефективного використання мережевих ресурсів операторів і, відповідно, до погіршення якості наданої послуги або зменшення кількості обслуговуваних абонентів. Тому важливо проводити дослідження трафіку і використовувати його результати для вдосконалення мережі та підвищення якості обслуговування.

Якість обслуговування (Quality of Service, QoS) є однією з ключових складових в галузі телекомунікацій, і вона активно досліджується та стандартизується вже протягом багатьох років. Міжнародний союз електрозв'язку (МСЕ) грає значну роль у цьому процесі, вносячи великий внесок у розвиток і вдосконалення принципів якості обслуговування.

МСЕ розробив вимоги і норми до різних показників QoS, провівши значну роботу зі стандартизації численних мережевих механізмів, які забезпечують необхідні показники QoS. Крім того, МСЕ визначає основні поняття та визначення, що допомагають у зрозумінні та застосуванні концепцій якості обслуговування у телекомунікаційній галузі. Це сприяє створенню єдиного стандарту для оцінки і забезпечення якості телекомунікаційних послуг у міжнародному масштабі.

На сьогоднішній день в телекомунікаційній галузі однією з найактуальніших задач є передача трафіку з врахуванням вимог до якості обслуговування. Неефективне використання мережевих ресурсів, велика кількість абонентів і жорсткі вимоги до параметрів якості можуть призвести до зниження якості послуг в мультисервісних мережах передачі даних.

1 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІР-ТРАФІКУ В МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖАХ

1.1 Основні особливості ІР-трафіку

У зв'язку зі зростанням телекомунікаційних мереж, важливими стають питання, пов'язані з якістю наданих послуг. Для досягнення різноманітних вимог щодо якості обслуговування (QoS) у мультисервісних мережах передачі даних потрібно використовувати алгоритми та механізми управління трафіком. Вони мають враховувати особливості різних видів послуг і забезпечувати ефективне використання мережевих ресурсів та вузлів обслуговування. Особливу вагу мають буферний ресурс і механізми управління чергами і перевантаженням.

Головним завданням оператора зв'язку є збільшення доходу з кожного абонента (ARPU, average revenue per user). Для досягнення цієї мети операторам доводиться впроваджувати нові додаткові послуги, такі як IPTV, Video on Demand, IP-телефонія, а також інші менш відомі, але так само значущі.

На сьогоднішній день в Україні провайдери Інтернету використовують кілька основних методів надання послуг абонентам, таких як PPPoE, PPTP, і в рідкісних випадках «простий IP». Однак всі ці технології, як правило, змушують користувачів розуміти певні технічні аспекти і не дозволяють провайдерам абстрагуватися від конкретного типу надаваної послуги, чи то доступ до Інтернету, мультікастне відео, відео за запитом або телефонія.

Майбутнє мультисервісних мереж полягає у технологіях, які дозволяють користувачам отримувати весь спектр послуг через будь-яке середовище доступу, таке як xDSL, Ethernet, WiFi / WiMAX. Ці технології ґрунтуються на концепції ІРоЕ, такі як Cisco ISG, Huawei SSG, Redback IP sessions. Вони надають можливість провайдерам забезпечувати послуги без залежності від конкретного методу доступу і забезпечують більшу гнучкість і простоту в управлінні мережею та наданні послуг.

У мультисервісних мережах, особливо при значній кількості користувачів, необхідна складна інтелектуальна система управління трафіком. Просте нарощування пропускної здатності мережі не є ефективним, оскільки максимальний обсяг трафіку, який може бути згенерований всіма користувачами одночасно, може перевищити всі реальні можливості мережі.

Традиційні статистичні методи розрахунку навантаження телефонних мереж не підходять для мультисервісних мереж, оскільки вони призначені для однорідного трафіку і дають лише ймовірнісні результати. В умовах мультисервісної мережі необхідно забезпечити гарантоване з'єднання для користувачів, які уклали відповідний контракт, навіть за рахунок відключення менш пріоритетних користувачів.

Крім того, у мережі існує безліч різних типів і нерівномірних потоків одночасно, кожен з яких потребує дотримання власних параметрів якості обслуговування. Така різноманітність потоків вимагає гнучкого підходу до управління трафіком та надання послуг, з урахуванням відмінностей між ними.

Така структура трафіку невідмінно призводить до періодичних перевантажень, але мережа повинна мати засоби для їх автоматичного усунення, роблячи вибір між різними компромісами. Наприклад, для одного з'єднання можна зменшити смугу пропускання, скинувши всі пакети і не приймаючи наступні, для іншого можна збільшити час доставки, затримавши пакети в буферах до усунення перевантаження, а для третіх можна пожертвувати цілісністю інформації, частково скинувши, наприклад, прострочені звукові комірки.

Ефективні засоби управління трафіком дозволять значно змінити роботу користувачів. Наприклад, економний користувач може тимчасово замовити велику смугу пропускання для завантаження великого файлу, а потім повернутися в звичайний режим. Коли він не працює в мережі, його поштовий клієнт може автоматично підключатися в найповільнішому режимі, щоб прийняти і передати нові листи. Аналогічні рішення для статичних ресурсів вже пропонують великі Інтернет-провайдери: користувач може самостійно змінити обсяг дискового

простору для персональної веб-сторінки, перейти на інший тарифний план і т.д. Те ж саме можна буде робити і з мережевими ресурсами в режимі реального часу.

1.2 Технологія інтерактивного телебачення IPTV

Передача зображення та звуку в телевізійних мережах зазвичай потребує спеціалізованого каналу зв'язку. У аналоговому ефірному телебаченні цей канал створюється за допомогою електромагнітних хвиль і модуляцій АМ та ЧМ. У кабельному телебаченні також використовується модуляція, але електромагнітні хвилі поширюються в кабелі, а не в повітрі. Одна з ключових особливостей цих аналогових каналів полягає в обмеженій можливості передачі інших видів інформації, крім відео та звуку. У цифровому телебаченні DVB ситуація трохи поліпшується, але обмеженість у передачі інших типів інформації залишається.

У каналах зв'язку для ефірного цифрового телебачення відсутня маршрутизація, що обмежує пропускну здатність каналу. Кожен абонент отримує всю передану інформацію, оскільки неможливо передати конкретні біти на конкретну приставку. Це означає, що вся інформація поширюється на всіх абонентів, а потім кожна приставка обирає те, що їй потрібно.

Однак існують моделі клієнт-сервер для взаємодії між постачальником і споживачем, в яких є дві основні технології: "push" (штовхання) і "pull" (тягнення). У першому випадку клієнт обирає послугу з обмеженого списку, сформованого постачальником. У другому випадку клієнт і постачальник взаємодіють для формування послуги. Останні тенденції свідчать про рух від "push" до "pull", від "нав'язаної" послуги до запитуваної та формованої покупцем. Проте чисті форми обох технологій рідко зустрічаються, а перехід від "push" до "pull" пов'язаний з появою різноманітних послуг.

Аналогове ефірне телебачення є типовим push-сервісом, де клієнт не має вибору. Глядачі повинні слідувати розкладу програм, наприклад, дивитися новини о 21:00. У цифровому телебаченні доступно більше каналів, але сітка мовлення

все ще контролюється програмним директором телекомпанії, не дозволяючи глядачам впливати на неї.

Мережі IP, такі як Ethernet, є широко використовуваним способом передачі цифрової інформації через їх універсальність. Вони дозволяють передавати будь-яку цифрову інформацію. Наявність точки підключення до IP-мережі відкриває доступ до різних джерел інформації, включаючи телебачення, у відмінність від аналогової антени або кабельного телебачення.

Технології передачі відео- та аудіоінформації по мережах IP скоротилися до IPTV. Такі мережі можуть використовуватися для передачі додаткової інформації, не лише відео та аудіо. Тому терміни "телекомпанія" чи "радіостанція" в таких мережах втрачають свою актуальність, а замість них вживається загальний термін "постачальник сервісу" або "постачальник контенту". Слово "сервіс" використовується в розширеному значенні, описуючи будь-які пропозиції для абонентів: телепрограми, ігри, телемагазини, інтерактивні шоу тощо.

У мережах IP інформацію можна передавати не лише від постачальника сервісу до глядача, а й у зворотному напрямку. Це необхідно для застосування технології pull, яка дозволяє глядачам брати участь у формуванні персональної сітки мовлення, інтерактивних телепередач і т.д.

Крім того, в мережах IP можлива маршрутизація, що дозволяє ефективніше використовувати ресурси мережі. Наприклад, якщо в DVB-T2 максимальна пропускна здатність складає 50 Мбіт/с для всіх абонентів у зоні передавача, то мережа 1GB Ethernet забезпечує значно більшу пропускну здатність. Оператори передачі даних часто пропонують тарифи з гарантованою швидкістю трафіку, наприклад, 8 Мбіт/с. Для забезпечення такої гарантії з DVB-T2 у зоні одного передавача може бути не більше шести-семи абонентів.

У передачі сервісів в IPTV зазвичай використовуються Multicast-потоків в діапазоні локально адміністрованих адрес. Unicast-сервіси можуть застосовуватися для передачі індивідуально замовлених сервісів, таких як CoD - контент на вимогу. Під час обговорення multicast або unicast адреси, мається на увазі адреса і порт, за допомогою яких здійснюється адресація сервісу.

Існує кілька різних стандартів, пов'язаних з IPTV, включаючи відкриті і пропріетарні. Тут розглянуті лише відкриті стандарти. Кілька стандартів IETF визначають набір протоколів для передачі інформації IPTV, включаючи RTP, RTSP, SDP, SAP та інші.

Крім стандартів IETF, широко відомі стандарти MPEG2 визначають транспортний потік, до якого можуть бути інкапсульовані дані, а також способи компресії відео і аудіо. Останнім часом стандарт відеокомпресії ITU H.264 став дуже популярним. Для компресії відео і аудіо також можуть використовуватися інші методи, такі як MPEG-1, H.261, H.263 та інші.

Крім зазначених вище стандартів, існує великий набір стандартів, розроблений ETSI і консорціумом DVB під назвою DVB-IP. Цей набір стандартів стосується організації мережевих процедур, необхідних для роботи IPTV, представлення інформації (включаючи метадані) і організації додаткових сервісів в IPTV, таких як електронний програмний гід.

Також існує специфікація Nordig, яка розроблена країнами-членами Nordig (Данія, Ісландія, Норвегія, Фінляндія, Швеція). Проте в частині IPTV ця специфікація практично повторює DVB-IP.

Крім технічних стандартів, існує кілька бізнес-моделей, які можуть бути активно використані в IPTV і складно застосувати в традиційному телебаченні. Окрім класичних моделей "за все платить абонент" або "за все платить телекомпанія", існують такі моделі, як pay-per-view, коли абонент оплачує за певний час користування сервісом (наприклад, під час трансляції футбольного матчу), або перегляд зі свого депозиту у постачальника контенту та інші.

Відмінності в IPTV від традиційного телебачення відкривають широкі можливості для організації гнучких комерційних сервісів будь-якого характеру. Наприклад, сервіс CoD (Контент на вимогу), який розширює концепцію більш вузькоспеціалізованого VoD (Відео на вимогу).

Для встановлення з'єднання абоненту потрібно знати адресу, за якою він може відправити запит на отримання контенту. У мережі це може бути адреса Multicast-групи або URL-сервера. Цю адресу абонент може отримати різними

шляхами, такими як отримання Multicast-потoku за допомогою протоколу SAP, який у своєму навантаженні містить протокол SDP, або через публікацію адрес в Інтернеті або друкованих виданнях.

В сутності, передача адреси є звичайною формою реклами. IANA реєструє Multicast адреси для розповсюдження анонсів конкретних операторів зв'язку та постачальників контенту. Інформацію про ці адреси можна знайти на веб-сайті IANA. Наприклад, для анонсів DVB-сервісів зареєстрована адреса 224.0.23.14, проте оператор може також призначити будь-який інший адрес у своїй мережі в діапазоні локально адміністрованих адрес.

Коли абонент дізнався адресу сервісу, він може запросити бажану інформацію за допомогою програмного забезпечення приставки або комп'ютерної програми. Ця операція виконується з використанням протоколів IGMP або TCP, залежно від технології, яку використовує постачальник контенту.

Протокол IGMP потрібний для побудови маршруту Multicast-потoku, за допомогою якого буде доставлено сервіс. IGMP використовується для відправки запиту на маршрутизатор, щоб він передав Multicast-потік абоненту, або для запиту до інших маршрутизаторів в мережі про наявність підключеного джерела сервісу, який потрібний абоненту. Останній запит виконується між маршрутизаторами з використанням протоколу PIM.

Після того, як абонент надіслав запит і в мережі знайдено джерело запитуваного сервісу, він отримує запитаний сервіс. Це може відбуватися за допомогою різних методів:

- Unicast потоком по протоколах UDP або RTP.
- Multicast-поток через протокол UDP або RTP.
- Multicast-поток через протокол UDP або RTP у вигляді транспортного потоку MPEG (так званого MPEG over IP).

За допомогою протоколу TCP, в який інкапсульований транспортний потік MPEG та інші.

Якщо абонент використовує сервіси за запитом, які генеруються сервером постачальника контенту або оператора зв'язку, то абонентське обладнання може

застосовувати протокол RTSP для керування таким сервером. Це керування полягає в посилці сервером команд, які він виконує. Найпростіший приклад – контент на вимогу.

Абонент, дивлячись замовлений фільм, має можливість управляти показом за допомогою кнопок "Вперед", "Стоп", "Перемотка" та інших. Варто підкреслити, що мережа IP - складна структура, яка може містити різні фільтри, що пропускають тільки певні типи протоколів.

У найпопулярнішій мережі IP – Інтернеті надійність доставки може бути забезпечена за допомогою протоколу TCP, а в локальній мережі досить протоколу UDP або RTP. RTP протокол потрібен, коли в мережі можливе поширення кількома шляхами або коли в абонентській приставці необхідно відновити синхронізацію кодера.

Протокол RTP відрізняється від протоколу UDP тільки двома полями: порядковим відносним номером пакету і показанням годин кодера в момент генерації цього пакета. Перше поле допомагає поставити отримані по мережі пакети в правильному порядку, а друге поле – запустити декодер з тією ж швидкістю, з якою працює кодер.

Якщо мережа, в якій проводиться поширення IPTV, має складну структуру, то краще використовувати RTP, а якщо вона проста - можна обійтися UDP. Ще одна корисна властивість RTP - за допомогою поля з показаннями годин можна виміряти мережевий джитер, який згідно стандарту ISO 13818-9 не повинен перевищувати 20 мс.

Приклад стека протоколів, використовуваних при організації IPTV за допомогою транспортного потоку MPEG TS наведено на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – а) Протоколи взаємодії постачальника контенту і глядача;
б) Стек протоколів

Передані сервіси можуть бути інкапсульовані в транспортний потік MPEG-2. У цьому випадку для опису сервісів може бути використаний PSI / SI - гнучкий спосіб опису змісту транспортного потоку MPEG, який наведено в стандартах консорціуму DVB та ISO 13818-1.

Спосіб передачі декількох сервісів в складі транспортного потоку також називається «багатопрограмний транспортний потік» - MPTS. Можлива передача кожного сервісу в окремому транспортному потоці, в цьому випадку спосіб називається SPTS - «однопрограмний транспортний потік». У разі використання MPTS необхідний один Multicast-адреса для передачі всіх сервісів всередині MPTS і один анонс SAP на весь потік. У разі застосування SPTS кожен сервіс передається на своїй Multicast-адресі і, відповідно, може мати індивідуальний анонс SAP. Абонентський пристрій знаходить повідомлення SAP в мережі і таким чином дізнається, які потоки (і сервіси) доступні [10].

Замість спеціалізованих маршрутизаторів для підтримки маршрутизації IGMP, можна використовувати системи умовного доступу CAS (Conditional

Access System), які застосовують скремблювання переданих сервісів. У такому випадку абонентський пристрій отримує доступ до сервісів шляхом дескремблювання на основі певних умов або "ключа", який визначає доступ. Ці "ключі" можуть відрізнятися від розробника до розробника систем умовного доступу. Стандарти, розроблені консорціумом DVB, сприяють уніфікації систем умовного доступу і можуть навіть дозволяти застосовувати кілька систем одночасно до кожного сервісу за допомогою технології Simulcrypt.

Розповсюджені реалізації дескремблерів на базі CAM-модулів відомі не лише у рамках CAS. Оператори зв'язку часто мають білінгові системи з інтерфейсами до CAS, які формують інформацію, необхідну для створення та поширення критеріїв доступу.

Найважливішою перевагою IPTV перед іншими системами передачі відео і звуку залишається його універсальність. Теоретично абонент може отримати будь-який контент, який захоче. Тому широке впровадження IPTV сприятиме активізації виробників контенту, які будуть конкурувати один з одним на благо глядачів-абонентів.

1.3 Оцінка якості обслуговування IP-трафіка

В традиційних мережах IP якість доставки базується на принципі "найкращої спроби" (Best effort). Це означає, що трафік передається з максимальною можливою швидкістю в умовах завантаження ресурсів мережі, але при цьому не гарантується попередньо визначений рівень якості обслуговування. Основні риси цього підходу включають відсутність відмінностей між різними видами трафіку, відсутність гарантії в доставці пакетів в правильному порядку, доставці вчасно чи взагалі, тощо [2].

Концепція "найкращої спроби" виявилася досить ефективною для додатків, які не вимагають реального часу для передачі даних, таких як електронна пошта та передача файлів. З урахуванням надлишку мережевих ресурсів у транспортних мережах, заснованих на волоконно-оптичних лініях зв'язку, принцип "найкращої

спроби" в певній мірі дозволяє відповідати вимогам телефонії (голос по IP) та інших додатків реального часу.

Протягом останніх років з'явилися та стрімко розвиваються нові види послуг, такі як мобільний зв'язок, послуги Інтернету, IP-телефонія, високошвидкісна передача даних та послуги інтелектуальних мереж. Враховуючи це, динамічність мережі та потреби користувачів, можливо, вимагають більш високого рівня обслуговування, ніж просто "найкраща спроба", щоб забезпечити задоволення потреб споживачів у реальному часі [1].

Впровадження цих послуг стало можливим завдяки появі обладнання нового покоління, що базується на пакетній комутації, яка прийшла на зміну комутації каналів. У класичних мережах IP метод доставки повністю виключає будь-яку форму організації з'єднань - як фізичні, так і віртуальні. Цей метод заснований на розсилці пакетів-дейтаграм.

Технології пакетної комутації дозволяють надати користувачеві ряд нових інфокомунікаційних послуг, таких як дистанційне навчання, телемедицина, передача відеоінформації за запитом, віддалений моніторинг і управління об'єктами, участь в інтерактивних іграх, аудіо-відео конференції, маршрутизація викликів на інші телефонні номери, універсальна пошта та інші.

Сьогодні поступово формується загальна конвергована інфраструктура, що базується на протоколах сімейства IP. Ця інфраструктура забезпечує транспортування трафіку різноманітних додатків, включаючи традиційні мережі Інтернет, телефонні мережі та мережі телебачення. Конвергенція технологій дозволяє створити нові інфокомунікаційні послуги, що є економічно вигідним і сприяє розвитку сектора телекомунікацій.

Однак процес конвергенції відбувається повільно через проблему забезпечення необхідної якості обслуговування в єдиній мережі на базі IP. Ця єдина мережа, відома як мережа наступного покоління (NGN) або мультисервісна мережа, має на меті реалізувати всі додатки, які використовуються кінцевими користувачами.

Процеси управління трафіком та розподіл ресурсів дійсно потребують координації в умовах великої різноманітності додатків, які мають різні вимоги до мережевих характеристик. Таблиця 1.1 наводить чутливість різних додатків до цих характеристик.

Таблиця 1.1 – Чутливість різних додатків до мережевих характеристик

Тип трафіка	Рівень чутливості до мережевих характеристик			
	Смуга пропускання	Втрати	Затримка	Джиттер
Голос	Дуже низький	Середній	Високий	Високий
Електронна	Низький	Високий	Високий	Низький
комерція	Низький	Високий	Високий	Низький
Транзакції	Низький	Високий	Низький	Низький
Електронна пошта	Низький	Високий	Середній	Низький
Telnet	Низький	Середній	Середній	Низький
Постійний пошук в мережі	Середній	Високий	Високий	Низький
Пересилання файлів	Високий	Середній	Низький	Низький
Відеоконференція	Високий	Середній	Високий	Високий
Мультикастінг	Високий	Високий	Високий	Високий

З появою нетрадиційних послуг змінюється підхід до оцінки якості, оскільки з'являються нові споживчі властивості. Деякі показники стають менш важливими, тоді як інші набувають більшого значення. Це призводить до необхідності розробки та використання нових показників оцінки якості.

Забезпечення високої якості послуг відрізняється від принципів класичної телефонії через використання системи комутації пакетів. Гарантована якість обслуговування забезпечується за допомогою підходу, відомого як QoS (Quality of Service). Згідно з цим підходом, головними пріоритетами є вимоги користувача: він подає заявку на послуги з необхідною якістю, а служба повинна виконати цю заявку або повідомити про неможливість реалізації, що є винятковою ситуацією [3].

Для досягнення необхідної якості обслуговування за допомогою QoS не обов'язково потрібно надмірно збільшувати пропускну здатність мережі. Замість цього можна використовувати такі заходи:

- пріоритезація користувачів та їх заявок;
- створення системи управління навантаженням, комутацією і передачею пакетів;

Система управління регулює як мережі, так і бізнес, елементи мережі та послуги, утворюючи єдину систему. Це дозволяє керувати потоками, скорочувати черги в маршрутизаторах, оптимально розподіляти пропускну здатність між заявками з урахуванням їх пріоритетів, зменшувати час передачі пакетів і коливання часу передачі (джиттер), а також зменшувати втрати пакетів та їхню кількість помилок.

У системі управління QoS користувачеві гарантується якість послуг, які він замовив, незалежно від його власного трафіку і трафіку інших користувачів. Однак, у деяких випадках це може призвести до деякого зниження якості послуг для низькопріоритетних користувачів. Для забезпечення більш високої якості обслуговування високопріоритетним користувачам число таких клієнтів зазвичай повинно бути обмеженим у порівнянні з загальним числом користувачів, а послуги для таких клієнтів можуть надаватися за вищими тарифами.

Забезпечення QoS в багатофункціональних мультисервісних мережах та мультимедійних службах є найбільш важливим з двох основних причин:

- Мережі зв'язку не можуть бути індиферентними до різних типів інформації, оскільки різні послуги вимагають різної якості обслуговування. Це обумовлено різними характеристиками різних систем комутації та передачі, такими як час поширення сигналів, флуктуація сигналу та достовірність. Методи комутації та передачі виникали для задоволення конкретних вимог зв'язку і мають відмінності в якості обслуговування.

- Інтеграція різноманітних служб базується на єдиній мережі з певними характеристиками, які можуть бути більш сприятливими для деяких видів зв'язку і менш сприятливими для інших. Тому важливо забезпечити адекватну якість обслуговування для всіх типів послуг, які передаються через мережу.

Технологія QoS широко застосовується в службах АТМ (асинхронного режиму передачі). На вході до мультиплексора АТМ формується черга повідомлень різних типів з різними вимогами і характеристиками до системи.

Міжнародним Спілка Електрозв'язку (МСЕ) визначила чотири класи послуг, залежно від потреби у синхронізації, типу передаваного трафіку і наявності або відсутності орієнтації на з'єднання:

– Клас 1: Трафік, орієнтований на з'єднання, що потребує синхронізації та має постійну пропускну здатність (наприклад, емуляція синхронних цифрових каналів).

– Клас 2: Трафік, орієнтований на з'єднання, що потребує синхронізації та має змінну пропускну здатність (наприклад, передача стиснутої мовної та відеоінформації).

– Клас 3: Трафік, орієнтований на з'єднання, що не потребує синхронізації та має змінну пропускну здатність (наприклад, передача кадрів Х.25, Frame Relay).

– Клас 4: Трафік, не орієнтований на з'єднання і не потребує синхронізації, має змінну пропускну здатність (наприклад, передача ІР-пакетів).

Кожному класу обслуговування поставлені відповідні значення параметрів QoS табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – QoS параметри

Клас QoS	QoS параметри						
	CTD	CDV	CLR(0+1)	CLR(0)	CER	CMR	SECBR
QoS1	400 мс	3 мс	$3 \cdot 10^{-7}$	-	$4 \cdot 10^{-6}$	1 комірка в день	10^{-4}
QoS2	Н	Н	10^{-7}	-	$4 \cdot 10^{-6}$	1 комірка в день	10^{-4}
QoS3	Н	Н	Н	10^{-5}	$4 \cdot 10^{-6}$	1 комірка в день	10^{-4}
QoS4	400 мс	6 мс	Нет	$3 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-6}$	1 комірка в день	10^{-4}

В таблиці 1.2 використовуються такі терміни як:

– CTD (Cell Transfer Delay) – час затримки переносу комірок;

- CDV (Cell Delay Variation) – відхилення часу затримки переноса комірок;
- CLR (Cell Loss Ratio) – коефіцієнт втрати комірок;
- CER (Cell Error Ratio) – коефіцієнт помилкових комірок;
- CMR (Cell Misinsertion Rate) швидкості надходження комірок;
- SECBR (Severely – Errored Cell Block Ratio) – коефіцієнт хибних блоків;
- індекси 0 та 1 означають пріоритети втрат - відповідно високий і низький;
- Н – не визначено.

У сучасних мультисервісних мережах, де важлива якість обслуговування QoS, системи управління повинні відповідати новим вимогам. Перш ніж виконувати запит користувача, система повинна аутентифікувати його, перевірити право на отримання послуги за договором та наявність достатніх коштів на рахунку.

Після цього система повинна перевірити власні ресурси для задоволення запиту з відповідною якістю обслуговування QoS. Тільки після позитивної перевірки система може приступити до обслуговування користувача. Якщо виявиться, що запропонована якість недостатня, системі управління доведеться мобілізувати всі наявні ресурси, включаючи виділені для інших користувачів.

Перехід до QoS не означає відмови від визначення оптимальної номенклатури параметрів якості та встановлення норм на них. Ці норми є необхідними для всіх учасників екосистеми електрозв'язку, включаючи розробників апаратури, провайдерів, операторів, контрольні органи, проектні та будівельні організації. Це важливо для забезпечення спільного використання однотипних компонентів систем електрозв'язку.

Прикладом такого підходу є норми для мереж АТМ, які побудовані з використанням технології QoS. Традиційні методи нормування якості послуг доповнюються характеристиками, що зручні для користувачів, для того, щоб забезпечити краще взаєморозуміння між учасниками системи електрозв'язку.

1.4 Технологія забезпечення QoS в системах IP

У IP-мережах (версія IPV4) повідомлення передаються методом «відправ і молися», тобто без гарантії і впевненості, що повідомлення потрапить до одержувача. При цьому немає перевірки ні на наявність пріоритету у повідомленні, ні на готовність мережі до його передачі. Незалежно від типу пакетів (дані, аудіо або відео), вони передаються за принципом «перший прийшов – перший пішов» [11].

Оскільки таке обслуговування для мультимедійного трафіку не підходить, сьогодні ведуться роботи зі створення нових протоколів. Організація з стандартизації в системі Інтернет ще в середині минулого століття розробила протокол RSVP (протокол резервування ресурсів), який містить у собі основні принципи QoS. Поряд з традиційними послугами він містить два нових класи обслуговування: контрольованої затримки і гарантованого обслуговування.

Другий гарантує певну смугу пропускання, затримку і відсутність втрат у разі переповнення черг, але не зменшує величину розкиду затримок джитера). Клас контрольованої затримки забезпечує аналогічне обслуговування, але на відміну від останнього, при збільшенні навантаження QoS залишається незмінною.

З'явилися так звані справедливі моделі, що забезпечують рівномірний розподіл пропускну здатності всіх потоків.

Наступним етапом раціоналізації стека протоколів IP стало встановлення абсолютних пріоритетів для пакетів тих видів інформації, які негативно реагують на великі затримки і джитер. Відзначимо протокол зваженої справедливої черговості – WFQ, згідно з яким кожному потоку виділяється частка пропускну здатності, пропорційна заданому ваговому коефіцієнту.

Для запобігання перевантажень мультиплексорів вводилася система примусового скидання пакетів при збільшенні трафіку вище певного значення.

Ці та інші протоколи хоча і наблизили технологію IP до вимог QoS, але не відповідали їм повністю з двох основних причин. По-перше, для їх впровадження

потрібна повна переробка мережевого обладнання та математичного забезпечення, отже – багато часу й істотні капіталовкладення. По-друге, в протоколі IP відсутній механізм маршрутизації, заснований на вимогах QoS [12].

В даний час протоколи IP-маршрутизації вибирають маршрут лише на основі кількості переходів або вартості з'єднання до точки призначення, а не на базі розміру доступної смуги пропускання, значення затримки або її варіації. Таким чином, протокол RSVP резервує ресурси на шляху, обраному без урахування параметрів, необхідних для забезпечення QoS. Навіть якщо маршрут з оптимальними параметрами QoS існує, протокол маршрутизації не має можливості його використовувати.

Ще один крок у напрямку врахування вимог QoS був зроблений після введення п'яти класів обслуговування: з низькою затримкою, високою пропускнуою здатністю, високою надійністю, низькою ціною, стандартного. Ці протоколи забезпечують «відносне QoS».

1.5 Розподіл IPTV-систем за складністю їх структури

1.5.1 Найпростіша IPTV-система

Для створення простої IPTV- системи потрібно мати стример і комп'ютери з встановленою програмою-плеєром. В залежності від типу стримера система може мати різні можливості, такі як проведення онлайн-презентацій, перегляд супутникових чи ефірних каналів, або перегляд зображення з камер спостереження.

Однак, крім стримера, необхідно виконати ще одну вимогу: локальна мережа повинна підтримувати роботу з мультикаст-потокми, тобто підтримувати протокол IGMP-snooping.

Додатково, для оптимальної роботи системи може бути корисним:

– побудова мапи з місцями якісного прийому стільникового сигналу, достатньої якості та поганого або взагалі відсутнього прийому сигналу;

– вибір обладнання для встановлення у торговельному центрі з метою посилення сигналу стільникового зв'язку.

1.5.2 Найпростіша IPTV-система с TV –приставками

Додавання TV-приставок до системи IPTV дозволяє значно розширити можливості традиційного телевізора. Кожній TV-приставці вручну призначаються телевізійні канали, що дозволяє користувачам персоналізувати свій телевізійний досвід. Замість традиційного перегляду ефірного телебачення, де телеглядач позбавлений можливості впливати на перегляд за винятком перемикання каналів, вони отримують абсолютно новий досвід інтерактивного телеперегляду.

STB (Set Top Box) – це універсальна високотехнологічна приставка до телевізора для використання абонентом послуг мультисервісної мережі без необхідності використання персонального комп'ютера. Управління приставкою може здійснюватися за допомогою ІЧ пульта дистанційного керування, комплексу бездротової клавіатури або маніпулятора. Споживання і керування послугами здійснюється через меню користувача STB.

Загальні вимоги до STB включають:

– Низька вартість: ОС та периферійне програмне забезпечення STB повинні бути поширені за ліцензією GPL (General Public License) для забезпечення доступності та економічної вигідності.

– Гнучкість: Можливість роботи без жорсткого диска, можливість завантаження ПЗ STB по мережі, зберігання налаштувань користувача, оновлення ПЗ без вторгнення в простір користувача. Конфігурація та наповнення меню повинні виконуватися на серверах мережі для досягнення гнучкості та уникнення вторгнень у простір користувача.

– Масштабованість: Можливість виконання рішень з різними опціями, такими як наявність жорсткого диска, оптичного приводу, бездротових пристроїв тощо.

– Достатня продуктивність ЦП: Для програвання відео, включаючи високоякісне відео (HDTV).

- Достатній обсяг оперативної пам'яті: Для одночасної роботи меню, програвача, браузера, що забезпечує однорідне графічне середовище.
- Стабільність: Надійна робота без системних збоїв або відмов.
- Підтримка сучасних форматів аудіо та відео: Включаючи різні кодеки для інкапсуляції та декомпресії.
- Підтримка різних методів виведення графічної інформації: Зокрема, різні відео роз'єми для підключення до різних типів пристроїв виведення.
- Низьке споживання електроенергії: З метою зменшення тепловиділення та шуму.
- Можливість підключення додаткових пристроїв: Включаючи USB 2.0, PCI, модулі оперативної пам'яті, SATA / IDE пристрої, ІЧ порти, Bluetooth.

Вимоги до програмної частини STB (Set Top Box) включають:

1. Операційна система:

- ліцензія GPL (General Public License);
- стабільність та продуктивність;
- підтримка графічного інтерфейсу;
- сумісність з мережею та сучасними апаратними пристроями;
- багатий набір бібліотек і програмного забезпечення, що відповідає стандартам;
- багатозадачність;
- програмна безпека та мережева безпека;
- підтримка завантаження ядра ОС та файлової системи з сервера мережі.

2. Програвач:

- ліцензія GPL;
- висока продуктивність та низьке споживання оперативної пам'яті;
- управління з клавіатури;
- підтримка різних кодеків, форматів та методів інкапсуляції відеопотоку;
- підтримка HDTV та різних протоколів.

3. Браузер:

- ліцензія GPL;

- висока продуктивність та низьке споживання оперативної пам'яті;
- управління з клавіатури;
- підтримка таблиць, фреймів, JavaScript та закладок;

4. Меню користувача:

- висока продуктивність та низьке споживання оперативної пам'яті.
- управління з клавіатури;
- доступ до всіх сервісів мережі;
- ергономічний і сучасний графічний інтерфейс;
- можливість фільтрації контенту за жанром для обмеження доступу.

5. Програмне забезпечення підтримки ІЧ пульта ДК:

Ліцензія GPL.

- Висока продуктивність та низьке споживання оперативної пам'яті.
- сумісність зі стандартними ІЧ пультами;
- гнучкість у налаштуваннях;
- можливість перетворення подій ІЧ пульта в події клавіатури графічного сервера ОС;
- підтримка набору тексту, подібного до того, що реалізовано в мобільних телефонах (T9).

Вибір операційної системи для STB (Set Top Box) - це важливий етап розробки, і Linux виявляється ідеальним варіантом з кількох причин:

- Гнучкість – Linux може бути налаштований для виконання на бездискових станціях з віддаленим завантаженням ядра і корня файлової системи по мережі, що робить його ідеальним для використання в STB.
- Стабільність та продуктивність – Linux відомий своєю стабільністю і високою продуктивністю, що є важливими якостями для STB, щоб забезпечити плавний і безперебійний перегляд відео.
- Безкоштовність і відкритий код – ОС Linux розповсюджується безкоштовно під ліцензією GPL (General Public License), що робить його доступним для використання без значних витрат на ліцензії.

– Підтримка периферійних пристроїв – Linux підтримує широкий спектр сучасних периферійних пристроїв, що важливо для забезпечення сумісності з різними типами обладнання STB.

– Багатий вибір програмного забезпечення – є великий вибір програмного забезпечення, доступного для Linux за ліцензією GPL, що дозволяє швидко розробляти функціональність STB без великих витрат.

– Документація і підтримка – Linux має високоякісну документацію і підтримку співтовариства, що спрощує розробку і управління системою.

– Мережева безпека – Linux має вбудовані засоби безпеки, такі як брандмауер IPTABLES, які допомагають забезпечити захист системи в мережі.

Загалом, Linux володіє всіма необхідними характеристиками для успішного використання в STB і може бути ефективним вибором для реалізації цієї технології.

1.5.3 IPTV- система с middleware

Це повноцінна система, що забезпечує надання абонентам всіх типів послуг, за умови, що вдасться домовитися з правовласниками контенту.

Middleware – проміжне програмне забезпечення для управління комплексом IPTV. Це основний компонент IPTV рішення, так як він, в кінцевому результаті, визначає набір послуг, доступний абоненту, користувальницький інтерфейс, логіку переходів і алгоритм управління. На Middleware покладається роль координатора в процесі взаємодії практично всіх компонентів комплексу.

Ядро підсистеми управляє зовнішніми компонентами комплексу, підтримує базу даних абонентів і наданих їм послуг, займається аутентифікацією і авторизацією абонентських пристроїв, взаємодіє з системою обліку послуг (система управління майном, в готелі – система прийому- поселення PMS).

Абонентський портал (інша назва: Інтерфейс користувача абонента, Subscriber User Interface, SUI) – обличчя всього комплексу, інтерфейс, який бачить абонент на своєму екрані, і завдяки якому він користується послугами.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИ ПЕРЕДАЧІ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ В ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

2.1 Опис системи, що перебуває під дослідженням

Система управління мережею (NMS) відіграє важливу роль у забезпеченні ефективної роботи мережі та контролю за станом обладнання. Використання протоколу TCP/IP дозволяє NMS взаємодіяти з обладнанням через локальну мережу (LAN), що робить його зручним і ефективним засобом керування мережею.

Зв'язок між NMS і інкапсулятором (IPE) через один з IP портів відкриває широкі можливості для оператора NMS. Це з'єднання дозволяє контролювати та моніторити стан обладнання, збирати статистичні дані, а також завантажувати та оновлювати програмне забезпечення для всіх компонентів мережі. Оператор NMS має повний контроль над мережею і може ініціювати різноманітні дії для її оптимізації та підтримки.

Сервер протоколу даних (DPS) є ключовим інтерфейсом між IP мережею користувача і постачальником послуг (оператором). Він сприяє обміну даними між цими сторонами, забезпечуючи доступ користувачів до мережі Інтернет. Інкапсулятор (IPE) дозволяє серверу DPS ефективно взаємодіяти з мережею оператора, виконуючи необхідні функції передачі даних.

Сервер DPS побудований на карті PowerPC. Для подолання проблеми продуктивності сервер DPS локально обробляє призначені для користувача протоколи (наприклад, TCP), видаляє протокольні заголовки і інкапсулює лише дані користувача.

Окрім прискорення трафіку TCP/IP, сервер DPS може мати додатковий програмний модуль для підтримки розширених можливостей, таких як шифрування, стиснення та підтримка Virtual Private Network (VPN). На рисунку 2.1 зображена схема з'єднання сервера з IP-мережею користувачів.

Сервер DPS направляє пакети в мережу Інтернет через сервер QoS (FairShare) та маршрутизатор. Дані з мережі Internet/Intranet проходять через сервер QoS (FairShare) та потрапляють в DPS.

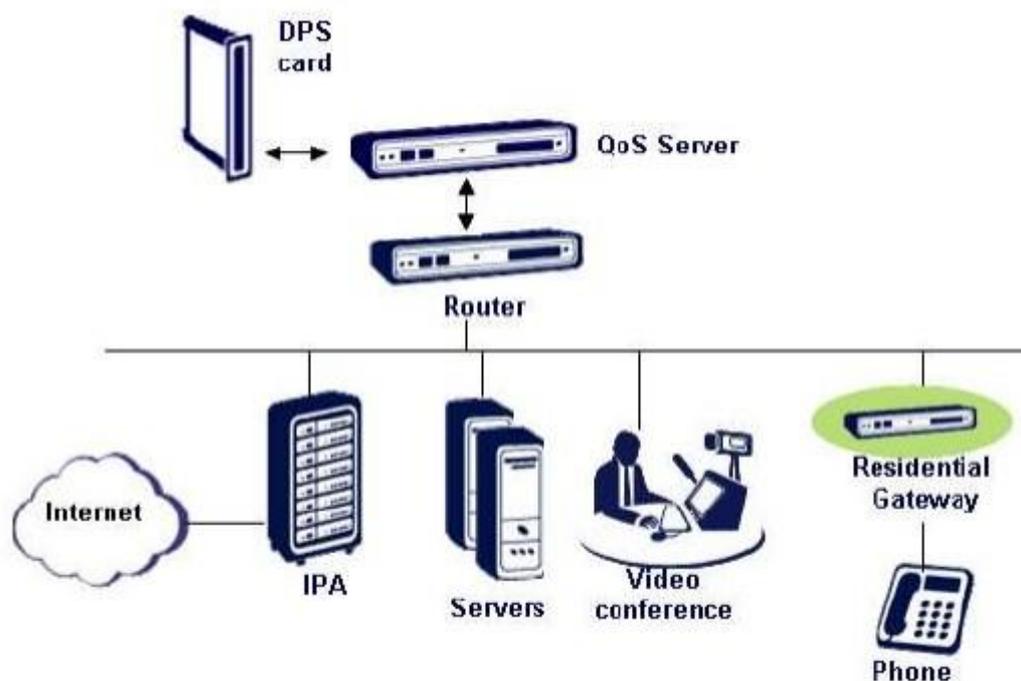


Рисунок 2.1 – Схема з'єднання сервера з IP-мережею

Система підтримує широкий діапазон протоколів зв'язку, включаючи такі спільні протоколи маршрутизації, як RIP v1 і v2, протокол DHCP, NAT, IGMP і IRDP. Крім того, вона включає набір IP функцій, які дозволяють працювати в середовищі з декількома IP-пристроями. Цей набір функцій включає встановлення пріоритетів IP, вхідні / вихідні QoS, IP Access Lists і логічне групування IP. Сервер DPS виступає як інтерфейс між IP-мережею клієнта і мережею оператора.

Мережа Інтернет базується на "наборі протоколів TCP/IP". Фактично, популярність цієї мережі може бути пояснена наявністю різноманітних протоколів, які складають цей набір.

Розроблений протягом останніх трьох десятиріч років, TCP/IP дозволяє різним комп'ютерам (відомим як «хости» мовою TCP/IP), приєднаним до різних мереж, підтримувати зв'язок один з одним та обмінюватися інформацією.

Для підтримки різноманітних мереж TCP/IP використовується модульна архітектура, що дозволяє йому бути набором протоколів. У цьому випадку, для підтримки нових типів мереж може бути розроблений лише необхідний модуль, який має прямий доступ до апаратного забезпечення мережі. Також можуть бути створені нові програми для забезпечення взаємодії з іншими модулями. Ця модульність в значній мірі сприяє широкому використанню TCP/IP.

Одним з аспектів є фізичне з'єднання пристроїв у мережі. Інтерфейси DPS і терміналу підтримують IP за допомогою підключення до локальної мережі Ethernet. У DPS з'єднання здійснюється через інтерфейс 100 Base T. У терміналі вбудований роз'єм RJ-45 для з'єднання 100BaseT. Також, в деяких моделях терміналів може бути встановлена плата розширення з 4-портовим LAN комутатором, який надає 4 з'єднання 100BaseT через роз'єми RJ-45.

Маршрутизація - це ключовий аспект в управлінні мережею. Кожен маршрутизатор, такий як DPS або термінал, ініціює свою таблицю маршрутизації при запуску. Ці таблиці можуть бути налаштовані статично або динамічно за допомогою протоколу RIP.

Протокол маршрутної інформації (Routing Information Protocol - RIP) є одним з найпростіших протоколів маршрутизації. Використовується в невеликих комп'ютерних мережах, дозволяючи маршрутизаторам динамічно оновлювати маршрутну інформацію, отримуючи її від сусідніх маршрутизаторів.

Протокол TCP (Transmission Control Protocol) в наборі протоколів TCP/IP відповідає за надійну наскрізну передачу даних. Він призначений для управління трафіком в мережі, запобігаючи перевантаженню. TCP визначає затори в мережі, відправляючи обмежені обсяги даних та враховуючи час, необхідний для їх передачі, щоб уникнути посилення затору.

Кожен термінал виступає як маршрутизатор групового розсилання, періодично відправляючи запити IGMPv2 підключеним хостам. DPS, у свою чергу, діє як хост, реагуючи на запити IGMP від маршрутизаторів в IP-мережі клієнта або мережі Інтернет.

У протоколі IGMP DPS складає список всіх підтримуваних Multicast груп. Для оновлення цього списку DPS періодично ширококомовно пересилає повідомлення з інформацією про всі групи, які він підтримує в даний момент. Це повідомлення має схожу форму з звичайним запитом про приналежність IGMP. Якщо термінал отримує звіт про приналежність IGMP (зовнішнього IGMP) від хоста, який надсилає звіти про приналежність до групи, що не включена в повідомлення DPS, термінал (після випадкового періоду часу) відправляє повідомлення з запитом IGMP.

Система управління мережею (NMS) є центральним пунктом управління, який дозволяє повністю контролювати мережу як локально, так і віддалено за допомогою програмного забезпечення «клієнт управління».

Усі компоненти Центру Управління Мережею (ЦУМ) мають "гарячий" резерв. Стан кожного компонента ЦУМ відстежується програмним забезпеченням з інтелектуальним алгоритмом, який автоматично перемикає управління на резервний компонент у випадку виходу основного з ладу.

Підтримка автоматичного резервування забезпечує безперерйне функціонування мережі з мінімальними перервами в разі виникнення несправностей. Радіочастотне обладнання і складові компоненти мають резерв за схемою 1:1, тоді як інші основні компоненти ЦУМ резервуються за схемою 1:1 або 1:N. Модульне виконання ЦУМ дозволяє системному оператору здійснювати заміну несправних компонентів без переривання трафіку в мережі.

У випадку виходу з ладу будь-якого компонента, система управління мережею (NMS) видасть відповідне попередження, і несправний компонент може бути замінений в режимі гарячої заміни (hot-swap), що означає, що це можна зробити без вимкнення всієї мережі.

Під час спадного процесу розробки надавалася велика увага питанням гнучкості та модульності всієї мережі. Під час розробки та тестування різних алгоритмів використовувалися процедури, що відповідають стандарту ISO-9000. Це стосується як алгоритмів передачі голосу, так і алгоритмів передачі даних, а також алгоритмів керування.

Розробники базувалися на базі, отриманої від існуючих ліній продуктів, що вже добре зарекомендували себе. Вони використовували технології, які пройшли випробування на різноманітних мережах, в різних конфігураціях і з різними додатками. Можливості нового програмного забезпечення стали результатом доданих можливостей в систему управління мережею (NMS), які піклуються про передачу голосу і даних через мережу.

Особливості програмного забезпечення включають:

- Програмне ліцензування – тепер потрібно тільки купити необхідну функцію, і ви отримуєте нові можливості та функції системи.
- Віддалена активація ліцензії – звільняє вас від необхідності відвідування віддалених станцій для оновлення або додавання нових функцій.
- Відновлення попередньої конфігурації – дозволяє вам повернутися до попередньої конфігурації робочої системи у разі непередбаченого результату під час оновлення програмного забезпечення.

Система управління мережею (NMS) охоплює кожен компонент системи. Об'єднуючи обидві сторони (дані і голос) на одній загальній платформі, функції управління NMS були покращені. До потужних функцій управління NMS входять:

1. Об'єднана, на основі стандарту, архітектура клієнт-сервер;
2. Впровадження таких засобів управління, як:
 - "Template" шаблон – легке і швидке копіювання існуючої конфігурації терміналу та будь-якого іншого елемента мережі.
 - "Commit" – визначте оновлені параметри, збережіть їх і визначте час, коли система застосує оновлення.
 - "Compare" порівняти – порівняння нової та існуючої конфігурації елементів та шаблонів.
 - Повне, безперервне забезпечення якості сервісу (End-to-end QoS).
 - Співіснування кількох SLA.
 - Вивід аварійних та інформаційних повідомлень на основі визначених правил дозволяє аналізувати первинні помилки на всіх компонентах мережі.

– Деталізований CDR – для формування даних, необхідних білінговим системам. Комп'ютер, з встановленим програмним забезпеченням клієнта NMS, підключається до сервера NMS через локальну мережу LAN.

NMS (Network Management System) дозволяє оператору управляти та контролювати телекомунікаційну мережу. З його допомогою можна переглядати і модифікувати окремі компоненти мережі. Модель клієнт-сервер дозволяє декільком операторам мати доступ до системи. Сервер NMS розташований на стороні оператора, в той час як клієнт NMS може працювати віддалено.

Інтерфейс користувача NMS використовується для конфігурації мережі, управління користувачами, контролю та управління мережею, надає аварійні повідомлення і події мережі, збирає статистику, повідомлення мережі та генерує LOG і CDR файли.

Адміністратор мережі може налаштувати різні рівні доступу для операторів, що дозволяє різним операторам здійснювати операції контролю та конфігурації мережі відповідно до їх рівня доступу. NMS також дозволяє оператору конфігурувати та контролювати DPS (Device Positioning System).

Система NMS має ієрархічний об'єктно-орієнтований графічний інтерфейс користувача (GUI - Graphical User Interface), який є зручним у використанні.

Іконки та вікна представляють мережеві компоненти та їх групи. Оператор може переносити мережеві елементи між групами за необхідності. Іконки використовуються для взаємодії з компонентом, включаючи конфігурацію, передачу команд, перевірку статусу, збір статистики та надання звітів. Якщо компонент має підкомпоненти, до них можна отримати доступ через компонент верхнього рівня. Колір іконки повідомляє про поточний статус компонента.

Система підтримує дуже високий рівень ефективності передачі, завдяки автоматичній адаптації до змін у типі трафіку і завантаженні без втручання оператора. Цей механізм адаптації також допомагає забезпечувати стабільність каналу зв'язку навіть при збільшенні навантаження трафіку.

Клієнт-серверна система управління мережею (NMS) надає операторам можливість здійснювати централізоване багатозадачне управління та контроль

над усією мережею зв'язку. Оператор може переглядати, модифікувати та завантажувати окремі елементи конфігурації мережі. Доступ до сервера NMS здійснюється через єдиний користувацький інтерфейс, який запускається на віддаленому клієнті мережі.

Функціональні можливості NMS включають конфігурацію мережі, управління з боку оператора, моніторинг та контроль мережі, відображення аварійних сигналів і подій, збір статистики, журнальну реєстрацію подій, а також збір записів даних про виклики (CDR) для білінгу. Мережевий адміністратор призначає рівні авторизації, тим самим дозволяючи операторам виконувати лише дозволені дії з моніторингу, контролю або конфігурування мережі. Вони можуть переглядати, модифікувати або завантажувати конфігураційні елементи для системи.

Репозиторій програмного забезпечення в NMS зберігає всі версії програмного забезпечення, визначені в системі. Інформація про версію програмного забезпечення включає номер версії, назву програмного забезпечення та файли XML, в яких описана конфігурація мережі. Всі зміни конфігурації елементів мережі також зберігаються в базі даних NMS.

Оператор може редагувати ці зміни за потребою, а операція "Commit" (виконати) приводить їх у виконання. Функціональні можливості включають операцію скасування змін і можливість планування часу виконання операції. Кожен елемент має показник стану виконання, що дозволяє відстежувати хід виконання змін.

Додаткові інструменти конфігурування включають:

- Експорт / Імпорт – можливість зберігати конфігурацію елемента в файлі та відновлювати її з файла.
- Дублювання – можливість створення копії елемента мережі для резервування або інших цілей.
- Порівняння – здатність порівнювати терміни і значення між різними елементами, версіями, конфігураціями, а також виконаними та невиконаними змінами.

– Майстер конфігурації (Configuration Wizards) – інструмент, який допомагає легко і просто налаштувати елементи мережі шляхом крок за кроком інструкцій.

Мультисервісна МПД також включає поліпшену систему управління несправностями, яка дозволяє спостерігати за мережею та отримувати повідомлення в NMS рис2.2.

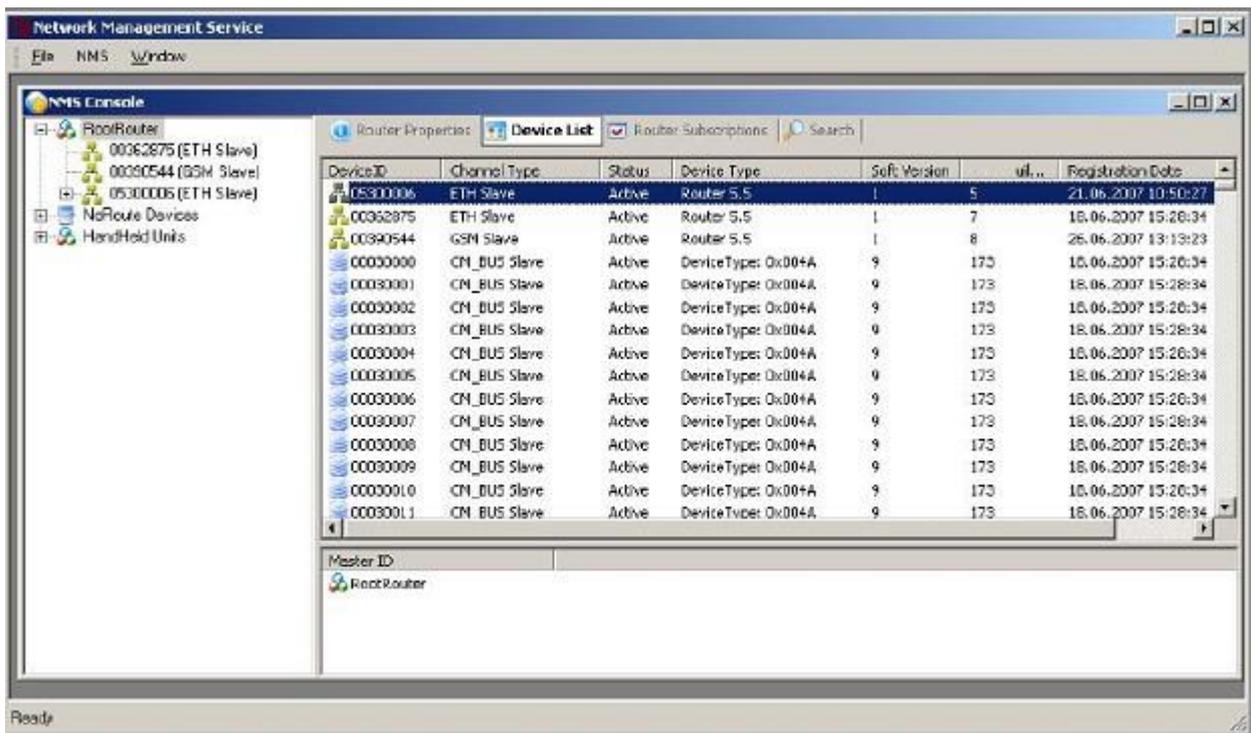


Рисунок 2.2 – Система NMS

Деякі характеристики системи управління несправностями включають:

– Аварійні повідомлення та події, вони відображають будь-які зміни в стані елемента мережі у вигляді графічної іконки з кольоровим кодуванням тексту, що дозволяє операторам швидко розпізнавати стан системи.

– Заснований на системі правил метод (RBR), складається з фактів (подій) та правил (бази знань), які дозволяють системі аналізувати стан мережі та ініціювати відповідні аварійні повідомлення на основі визначених правил.

– Аналіз основних причин, визначає взаємовідношення між подіями на основі правил, що дозволяє системі ідентифікувати основну причину та ініціювати лише відповідні аварійні повідомлення.

– Фільтрація відображення подій, спрощує перегляд та управління подіями в браузері шляхом фільтрації несуттєвих або не відносяться до подій, що допомагає підвищити ефективність роботи адміністраторів, особливо в умовах великого обсягу подій чи високої швидкості їх виникнення.

Механізм ліцензування програмного забезпечення дозволяє клієнтам вибирати різні варіанти в залежності від їх потреб. Це надає гнучкість і зручність управління функціями програмного забезпечення, оскільки клієнти можуть активувати додаткові опції лише тоді, коли це потрібно, за допомогою відповідного ключа ліцензії.

Автоматичне резервування бази даних забезпечує безперебійну роботу системи шляхом регулярного резервного копіювання даних. Це важливо для забезпечення надійності та захисту від втрати даних у випадку непередбачуваних ситуацій.

Підтримка SNMP дозволяє мережевим системам взаємодіяти з керуючими системами сторонніх мереж і забезпечує створення єдиної точки управління, що спрощує процес моніторингу та керування мережею.

Ці функції разом з гнучкістю управління, автоматизацією та підтримкою різних потреб користувачів роблять систему управління мережею ефективним і потужним інструментом для будь-якої організації.

Серед особливостей NMS варто відзначити можливість доступу до сервера звітів ReportEdge через веб-інтерфейс. Це забезпечує зручний доступ до різноманітних звітів про стан мережі, події, аварійні повідомлення та статистику за допомогою веб-браузера.

Наявність різних форматів збереження дозволяє користувачам легко зберігати та обробляти інформацію зі звітів відповідно до їх потреб і вимог.

Запланована активація звіту дозволяє автоматизувати процес формування звітів, що забезпечує ефективне використання ресурсів та регулярне отримання необхідної інформації.

Наявність бази даних з історією звітів у ReportEdge дозволяє зберігати історичні дані та проводити аналіз тенденцій у розвитку мережі, що є важливим для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Оптимізація розміру пакетів для передачі даних у мережі є важливим завданням, особливо в умовах змішаного трафіку з різними потоками даних. Використання поліпшеного формування пакетів дозволяє досягти більшої ефективності передачі даних, збільшуючи фактичний фактор заповнення тимчасових інтервалів на 5% - 15%.

Це поліпшення особливо корисне в мережах з декількома додатками у кожному вузлі або в мережах доступу до Інтернету з декількома ПК в кожному вузлі, де різні типи трафіку можуть вимагати різних розмірів пакетів для оптимальної передачі.

Також важливою функцією є підтримка режиму потоку даних для додатків з великим потоком даних, таких як відеоконференції або завантаження файлів. У цьому режимі пакети користувача розташовуються каскадом один за іншим і фрагментуються таким чином, щоб точно відповідати величині тимчасового інтервалу. Це дозволяє зменшити кількість пакетів і підвищити ефективність передачі даних, зменшуючи питому вагу службової інформації в потоці даних користувача.

2.2 Розрахунок теоретичних значень параметрів QoS роботи мережі

З розвитком технологій збільшується об'єм та різноманітність трафіку в мережах, що ставить перед ними виклик у забезпеченні високої якості обслуговування (QoS). Різні типи трафіку, такі як голосовий, відео та дані, мають свої власні вимоги до якості, зокрема, стосовно затримок, втрат пакетів і

пропускної здатності. Тому розробники мережевих технологій вдосконалюють механізми QoS для ефективного управління цими різними видами трафіку.

Застосування QoS в мережах має на увазі ряд технологій і методів, які дозволяють виділяти, пріоритизувати та керувати різними видами трафіку, щоб забезпечити відповідну якість обслуговування. Наприклад, для голосового трафіку може бути встановлено високий пріоритет для забезпечення мінімальної затримки та відсутності втрат пакетів, тоді як для відеотрафіку може бути важливою стабільність пропускної здатності.

Застосування QoS дозволяє мережі ефективно використовувати свої ресурси для задоволення потреб різних типів трафіку, забезпечуючи високу якість обслуговування для критичних додатків і користувачів. Це надає можливість оптимізувати продуктивність та ефективність роботи мережі в цілому.

Для оцінки якості обслуговування (QoS) в мережах телекомунікацій важливо враховувати кілька ключових параметрів, серед яких основними є кругова затримка (round trip delay), коливання пакетів (jitter) і втрата пакетів (packet loss).

Кругова затримка – це час, який потрібно для передачі сигналу з джерела до приймача і повернення назад. Вона визначається рядом факторів, таких як довжина мережевого шляху, швидкість передачі даних, кількість проміжних вузлів тощо.

Колівання пакетів – це непостійність часу прибуття пакетів на приймач. Він виникає через зміни в маршруті, конфігурації мережі, навантаження тощо. Надто велике коливання пакетів може призвести до проблем зі сховищем даних на приймачі.

Втрата пакетів – це кількість пакетів, які втрачені або не доставлені до призначення. Втрати можуть виникати через перевантаженість мережі, помилки в передачі даних, пошкодження пакетів тощо.

Розрахунок теоретичних значень параметрів QoS для різних класів сервісу може бути корисним для укладання угод про рівень обслуговування (SLA) та забезпечення заданої якості обслуговування в наскрізному з'єднанні для різних

видів трафіку. Для кожного класу сервісу теоретичні значення параметрів QoS можуть бути розраховані з урахуванням конкретних вимог і характеристик трафіку.

Необхідно визначити наступні параметри:

- кругова затримка;
- затримка розповсюдження;
- час очікування пакета в черзі на маршрутизаторі;
- затримка, яку вносить активне обладнання;
- втрата пакетів;
- коливання пакетів (jitter).

Кругова затримка (RTD – round-trip delay) – це сумарний час, необхідний для передачі пакета від джерела до одержувача і назад.

У загальному випадку кругова затримка включає в себе наступні види затримок:

- затримка розповсюдження сигналу;
- очікування пакета в черзі на маршрутизаторі;
- затримка, яку вносить активне обладнання.

За умови, що маршрутизація симетрична (використання одного маршруту від джерела до одержувача і назад) і проходить по найкоротших шляхах, кругова затримка розраховується наступним чином:

$$RTD = 2 \cdot (D_p + \sum D_{Qi} + \sum D_{aei}) \quad (2.1)$$

де RTD – кругова затримка;

D_p – затримка розповсюдження;

DQ – час очікування пакета в черзі на маршрутизаторі;

$Da.e.$ – затримка, яку вносить активне обладнання.

Спочатку розрахуємо затримку поширення (D_p).

Затримка поширення сигналу залежить від протяжності маршруту і швидкості поширення світлового потоку в оптичному волокні. Таким чином,

затримка розповсюдження дорівнює:

$$D_p = \frac{R \cdot k}{c} \quad (2.2)$$

де D_p – затримка розповсюдження;

c – швидкість світла у вакуумі (м/с);

R – протяжність маршруту (м);

k – коефіцієнт заломлення матеріалу сердечника оптичного волокна, значення якого лежить в межах від 1,45 до 1,55 (ближче до 1,5).

Розраховуємо затримку поширення на 3000 км, при $k = 1,5$:

$$D_p = \frac{3 \cdot 10^6 \text{ м} \cdot 1,5}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = 15 \text{ м/с}$$

У разі якщо протяжність маршруту R невідома, то значення R можна розрахувати з використанням коефіцієнтів, які оцінюються з D (air distance – пряма відстань між вузлами), відповідно до рекомендації ІТУ (G.826), в якій зазначено табл. 2.1:

Таблиця 2.1 – Розрахунок R відповідно з рекомендацією ІТУ (G.826)

Пряма відстань між вузлами (D)	Довжина маршруту (R)
$D < 1000$ км	$R = 1,5 \cdot D$
$1000 \text{ км} \leq D \leq 1200$ км	$R = 1500$ км
$D > 1200$ км	$R = 1,25 \cdot D$

Розраховуємо час очікування пакета в черзі на маршрутизаторі (D_Q) за формулою:

$$D_Q = \frac{b}{r} \cdot \frac{1}{1-u} \quad (2.3)$$

де b – середня довжина пакета (біт);

r – швидкість передачі каналу (біт/с);

u – середній коефіцієнт використання каналу.

При швидкості 100 Мбіт/с, довжині пакета 2000 байт = 16000 біт і середньому коефіцієнті використання каналу рівному 0,9 час очікування пакета в черзі становить:

$$D_Q = \frac{16 \cdot 10^3}{10^8} \cdot \frac{1}{1 \cdot 0,9} = 1,6 \text{мс.}$$

При швидкості 100 Мбіт/с, довжині пакета 160 байт = 1280 біт і середньому коефіцієнті використання каналу рівному 0,9 час очікування пакета в черзі становить:

$$D_Q = \frac{1280}{10^8} \cdot \frac{1}{1 \cdot 0,9} = 0,28 \text{мс.}$$

Чим менше довжина пакета, тим швидше він буде оброблений і переданий через мережу. Короткі пакети витрачають менше часу на пересилання і обробку, що зменшує загальну затримку у мережі. Особливо в ненавантажених мережах, затримки на маршрутизаторах можуть бути дуже маленькими, зазвичай менше 1 мілісекунди.

Однак в умовах перевантажених мереж з великим обсягом трафіку час очікування пакета в черзі може збільшуватись, навіть для коротких пакетів. В таких ситуаціях може виникнути конкуренція за доступ до мережевого ресурсу, що призводить до затримок у передачі пакетів навіть при їхній короткій довжині.

Знайдемо затримку, внесену активним обладнанням $D_{a.e.}$.

Затримка, що вноситься активним обладнанням $D_{a.e.}$ – це сумарне значення затримок внесених наступним обладнанням:

- компенсаторами дисперсії;
- транспондерами;
- 3R регенераторами;
- іншим активним обладнанням.

Значення затримок, що вносяться активними елементами мережі та використовуються для розрахунку, наводяться постачальниками в технічній документації до обладнання.

$$D_{a.e.заг} = D_{a.e.1} + D_{a.e.2} + \dots + D_{a.e.n} = \sum D_{a.e.i} \quad (2.4)$$

Наприклад, для обладнання Cisco дані по затримці, що вноситься компенсаторами дисперсії такі (див. таблицю 2.2).

Таблиця 2.2 – Затримка у волокні компенсаторів дисперсії

DCM module	Propagation delay (μs)
DCM-2.5	1
DCM-5	3
DCM-7.5	5
DCM-10	7
DCM-20	15
DCM-30	22
DCM-40	30
DCM-50	38
DCM-60	45
DCM-70	53
DCM-80	61
DCM-90	68

Затримка, що вноситься транспондером, може бути визначена з урахуванням типу транспондера та характеру клієнтського сигналу. Наприклад, для транспондерів з можливістю використання як концентратора (мухспондери) та для різних типів клієнтських сигналів, затримка може варіюватись.

Зазначені значення затримки (150 μs , 160 μs , 175 μs) є типовими значеннями для різних комбінацій клієнтських та лінійних інтерфейсів. Важливо враховувати ці значення при проектуванні та розрахунках мереж оптичного транспорту, оскільки вони впливають на загальну затримку та продуктивність мережі.

Розрахуємо втрату пакетів. Рівень втрати пакетів визначається кількістю пакетів, що відкидаються мережею під час передачі. Одними з основних причин втрати пакетів є перевантаження мережі і пошкодження пакетів під час передачі

по лінії зв'язку. Також відкидання пакетів може бути викликано недостатнім розміром вхідного буфера.

Коефіцієнт втрати пакетів визначається наступною формулою:

$$K_{\text{втрат}} = \frac{N_{\text{втрат}}}{N_{\text{втрат}} + N_{\text{отриманих}}} \cdot 100\% \quad (2.5)$$

де $N_{\text{втрат}}$ – кількість втрачених пакетів;

$N_{\text{отриманих}}$ – кількість пакетів, отриманих успішно.

Кількість переданих пакетів 115303, втрачених (або пошкоджених) - 488, при цьому кількість доставлених пакетів 114800, то коефіцієнт втрати пакетів буде наступний:

$$K_{\text{втрат}} = \frac{488}{488 + 114800} \cdot 100\% = 0,4\%$$

Коливання пакетів (jitter)

Параметр визначається в RFC 3393 як різниця наскрізних затримок проходження двох пакетів. Значення jitter для i -ого та j -того пакетів буде розраховуватися за формулою:

$$D_{ij} = (R_j - R_i) - (S_j - S_i) = (R_j - S_i) - (R_i - S_j) \quad (2.6)$$

де R – час відправки пакета (с);

S – час доставки пакета (с).

3 АНАЛІЗ ШВИДКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ

3.1 Розрахунок швидкості обслуговування з використанням теорії масового обслуговування

Теорія систем масового обслуговування (СМО) є важливою галуззю для інженерії зв'язку, де вивчаються математичні моделі, що описують процес обслуговування об'єктів, які надходять у вигляді потоку на обслуговуючий пристрій. Ця теорія використовується для аналізу та оптимізації ефективності обслуговування в різних системах.

У теорії систем масового обслуговування використовується термінологія, яка запозичена з телефонії та інших галузей, така як заявки, вимоги, канали обслуговування та інші. Важливо враховувати, що моделі, які розглядаються у цій теорії, є абстрактними та математичними, а не пов'язаними з конкретними фізичними об'єктами.

Ця теорія дозволяє інженерам аналізувати та вдосконалювати системи обслуговування з метою покращення продуктивності, зменшення затримок та оптимізації ресурсів. Вона є важливою для розуміння та оптимізації процесів обслуговування в різних галузях, включаючи телекомунікації.

Правильне розуміння правил та математичних законів обслуговування об'єктів та моментів їх появи є критично важливим, оскільки вони визначають, наскільки адекватно відобразиться еволюція модельованого об'єкта в часі. Методи аналізу черг припускають використання абстрактних (математичних) моделей, проте важливо розуміти контекст та реальну систему, на яку застосовуються ці моделі.

Використання систем масового обслуговування як моделі допомагає аналізувати якість функціонування вихідних систем. Мережі масового обслуговування (MeMo) застосовуються для визначення ключових системних характеристик інфокомунікаційних систем, включаючи час доставки пакетів, продуктивність, ймовірність блокування у вузлах мережі, втрати повідомлень,

допустимі навантаження, які забезпечують необхідну якість обслуговування (QoS) та інші важливі параметри.

Поняття стану мережі є фундаментальним у цій теорії, а ймовірності станів є ключовою характеристикою MeMo. Для визначення ймовірностей станів в MeMo важливо досліджувати випадковий процес, який відбувається в мережі.

У моделях протікаючих процесів в MeMo широко використовуються марківські та напівмарковські процеси. Експоненційні MeMo описуються марківськими процесами з безперервним часом. В експоненційних мережах кожен потік вимог є пуассонівським, а час обслуговування має експоненційний розподіл. Це дозволяє вважати, що етапи обслуговування не залежать один від одного і від параметрів вхідного потоку або стану мережі.

Теорія експоненційних мереж масового обслуговування (MeMo) є однією з найбільш розвинутих галузей дослідження в цій області. Ця теорія широко застосовується як для аналізу мережевих пристроїв з передачею даних (МПД), так і для вивчення мультипроцесорних обчислювальних систем (ОС).

Глибокий аналіз немарківських моделей систем зв'язку представляє собою значні труднощі, особливо через відсутність незалежності тривалості вимог у різних вузлах моделі систем зв'язку з нестандартними дисциплінами. Загалом, гіпотеза про постійну довжину вимоги під час передачі через мережеві вузли розглядається як досить реалістична, але відстеження шляху кожної вимоги може бути складним завданням, особливо для мережі з більш ніж двома вузлами ($M > 2$).

Аналітичний розрахунок характеристик для складних мережевих систем може бути викликаний значними труднощами у випадку складних дисциплін та взаємодій між вузлами.

Дослідження, спрямоване на аналіз немарківських моделей, показало, що їх розв'язання вимагає складних чисельних розрахунків з використанням методу перетворень Лапласа-Стілтєса. Реалізація цих моделей у вигляді програм може бути часом затратною, а при високому навантаженні можуть виникати помітні похибки в оцінці продуктивності інфокомунікаційних систем (ІС). Це спонукає до

використання наближених методів у моделюванні мультиплікативних MeMo.

Аналітичні методи, засновані на аналізі експоненційних MeMo, використовуються для розрахунку характеристик інфокомунікаційних систем. Цей математичний підхід дозволяє створювати аналітичні моделі для рішення різних завдань у дослідженні систем масового обслуговування. Мережі масового обслуговування представляють собою важливу складову інфраструктури інформаційних систем.

Основні особливості інфокомунікаційних систем включають наступне:

– Заявки на обслуговування надходять до системи через випадкові або постійні інтервали часу, і вони обслуговуються за допомогою доступних каналів.

– Час обслуговування для кожної заявки є або фіксованим, або випадковим. Якщо всі канали зайняті, заявка направляється в буфер, де формується черга на обслуговування. У разі заповнення буфера система може відхилити нові заявки.

– Однією з ключових характеристик є ймовірність відмови, яка визначає ймовірність втрати заявки. Існують різновиди систем з обмеженим буфером (змішаний тип), без обмежень (з очікуванням) і без черг (з відмовами).

– Заявки можуть мати різний пріоритет, з вищим пріоритетом обслуговуються першими. Абсолютний пріоритет дозволяє призупинити обслуговування менш важливих заявок, щоб негайно обробити важливіші. Відносний пріоритет використовується для природуміння вільних приладів, але не дозволяє витіснити заявки з буфера.

– Існують різні дисципліни обслуговування, такі як випадковий вибір з черги (RAND), останній прийшов – першим обслужений (LIFO) і першій прийшов – першим обслужений (FIFO), яка найчастіше використовується в побуті.

– Фіксовані і динамічні пріоритети визначають порядок обслуговування заявок з однаковим пріоритетом. LIFO може бути доцільною дисципліною обслуговування, коли важливість знижується з часом.

Розподіл для стаціонарного потоку подій не залежить від положення інтервалу на осі часу, але визначається тільки його тривалістю. Властивість відсутності післядіїв означає, що кількість подій в не перекриваючихся інтервалах

є незалежною. Ординарність потоку підтверджує, що ймовірність виникнення більше однієї події на нескінченно малих інтервалах часу.

З метою позначення типу СМО Башарінім і Кендаллом запропонована система позначень виду $\Delta|\Theta|\Xi|\Omega$.

Звідси Δ – значення закону розподілу ймовірностей для інтервалів надходження, Θ – значення закону розподілу ймовірностей для часу, Ξ – число каналів обслуговування, Ω – число місць у черзі.

Закони зазвичай позначаються буквами з наступного списку:

- M – експоненціальний закон;
- R – рівномірний закон;
- E^k – закон Ерлангу порядку k;
- G – довільний (будь-якого виду);
- D – детермінований (постійна величина) та інші.

Якщо число місць у черзі необмежено, то позиція Ξ не вказується.

Наприклад, M | M | 1 означає звичайну СМО – ці розподіли експонентні,

канал обслуговування один, черга не обмежена. Позначки R | D | 2 | 100 означають, що СМО з рівномірним розподілом інтервалів надходження викликів, фіксованим часом їх обслуговування, двома каналами і 100 мест в черзі. В даній СМО заявки, надходять тоді коли всі місця в черзі зайняті, втрачаються (тобто залишають систему).

Приміром, використовуючи математичний апарат теорії СМО, можна обчислити залежність часу передачі кадрів від швидкості роботи Інтернету без підключення до реальної мережі. Подібні обчислення дозволяють відповісти на велику кількість запитань, що стосуються продуктивності мережі. Стає зрозумілим, яким є середній час затримки кадрів на маршрутизаторі, як може вплинути зростання швидкості роботи каналу зв'язку глобальної мережі на величину цих затримок і при яких умовах зростання швидкості обміну інформацією по каналах глобальної мережі не приведе до істотного зростання продуктивності моста/маршрутизатора. Розрахуємо швидкість обслуговування у мережі [22].

Кількість станцій – 300 (з урахуванням підключення резервних і додаткових терміналів). Число кадрів або транзакцій від однієї станції – 500. Режим роботи 24 години на добу (цілодобовий). У ЧНН від всього числа переданих кадрів передається 20 %. Розрахунки зробимо для різних розмірів кадру - 2000 байт і 160 байт.

Загалом, через HUB в годину проходить:

Загалом, через HUB в годину проходить:

– при нормальному розподілі:

$$N = 300 \cdot 500 / 24 = 6250 \text{ кадрів};$$

– при Гауссівському розподілі:

$$N = 300 \cdot 500 \cdot 0.2 = 30000 \text{ кадрів}.$$

Щоб визначити швидкість надходження кадрів, необхідно розділити отримані числа 3600:

– при нормальному розподілі $6250 / 3600 = 1,736$ кадрів в секунду;

– при Гауссівському розподілі $30000 / 3600 = 8,333$ кадрів в секунду.

Для того, щоб розрахувати швидкість обслуговування, необхідно задати значення швидкості роботи глобальної мережі. І при цьому абсолютно неважливо, наскільки швидкість обміну інформацією по глобальній мережі, взята в якості початкового наближення, близька до оптимальної, тому що обчислення можна з легкістю повторити для іншого значення швидкості.

Швидкість обміну інформацією дорівнює 64 кбіт/с. Необхідний час для передачі одного кадру довжиною 2000 байт, складе 0,25 секунди.

Таким чином, очікуваний час обслуговування дорівнює 0,25 секунди. Далі отримуємо середню швидкість обслуговування, взявши її обернену величину, яка складає всього лише 4 кадри в секунду. З вищевикладених розрахунків бачимо, що при Гауссівському розподілі швидкість надходження кадрів перевищує швидкість обслуговування, що неприпустимо. Таким чином, даний канал не справляється з поступаючим трафіком [16].

Тепер розрахуємо час для передачі одного кадру довжиною 160 байт.

$$1280 / 64000 = 0,02 \text{ (секунди)}.$$

Таким чином, очікуваний час обслуговування дорівнює 0,02 секунди. Далі отримуємо середню швидкість обслуговування, яка становить 50 кадрів в секунду. З вищевикладених розрахунків бачимо, що швидкість обслуговування перевищує швидкість надходження кадрів. Таким чином, даний канал справляється з поступаючим трафіком. Знайдемо степінь використання технічних можливостей обслуговуючого пристрою (P) в одно канальній однофазній системі, поділивши середню швидкість надходження замовлень на середню швидкість обслуговування:

- при нормальному розподілі $P = 1,736 / 50 = 0,03472 = 3,5 \%$;
- при Гауссівському розподілі $P = 8,333 / 50 = 0,16666 = 16,7 \%$.

Тепер, знаючи ступінь використання обслуговуючого пристрою, визначимо ймовірність відсутності обслуговуваних кадрів (замовлень) в даний момент часу. Позначимо цю ймовірність як P_0 . Вона рівна одиниці мінус ступінь використання каналу ($P_0 = 1 - P$).

- при нормальному розподілі $P_0 = 1 - 0,03472 = 0,96528 = 96,5 \%$;
- при Гауссівському розподілі $P_0 = 1 - 0,16666 = 0,83334 = 83,3\%$.

Застосувавши цей метод розрахунку ми визначили, що при Гауссівському розподілі навантаження на канал його швидкість повинна складати 64 кбіт/с. Ймовірність відсутності кадрів в системі - 83,3 %. Ступінь використання каналу 16,7 %.

3.2 Визначення середнього часу відповіді мережі

У роботі подано фрагмент мережі без встановлення з'єднання з комутацією пакетів, що складається з двох вузлів, які з'єднують їх дуплексні канали. Інтенсивність потоку у вхідному вузлі $\lambda = 50$ пак/с, пропускна здатність дуплексного каналу між вузлами дорівнює:

$$C_T = N \cdot C_L \quad (3.1)$$

де N – число вихідних каналів;

$CL = 64.0$ кбіт/с – пропускна здатність абонентської лінії.

Кожен прийнятий пакет генерує окреме підтвердження фіксованої довжини $LI = 60$ байт = 1280 біт, $mc = 4000$ байт 32000 біт – поле випадкової довжини. Знайдемо середній час відгуку TD від вузла до вузла.

Розробимо програму для розрахунку даного параметра, а також побудуємо залежність середнього часу відгуку TD від величини поля випадкової довжини mc .

У мережі передачі даних, не орієнтованих на з'єднання, кожен пакет доставляється індивідуальним маршрутом, і передача пакета вважається завершеною тільки після отримання підтвердження про його прийом.

Мережа складається з двох вузлів і з'єднуючих їх дуплексних каналів.

Для порівняння результатів з мережею із комутацією каналів будемо вважати повну інтенсивність потоку у вхідному вузлі, рівною $\lambda\lambda$, пропускну здатність дуплексного каналу між вузлами рівною $CT = N \cdot CL$ в кожному напрямку, де величина CL визначає максимальну швидкість доступу до сайту від індивідуального абонента (пропускна спроможність абонентської лінії). У цій мережі принципово відсутні витрати часу на встановлення з'єднання, однак, в якості накладних витрат виступає час на отримання підтверджень про прийом пакету. Розглянемо два способи передачі підтверджень. Перший полягає в передачі від вузла. В окремих пакетах з інформацією про підтвердження, а другий передбачає, що в інформаційні пакети зворотного напрямку вбудовуються спеціальні поля бітів підтвердження про прийом пакетів зустрічного напрямку

Розглянемо спочатку перший спосіб. Нехай кожен прийнятий пакет генерує окреме підтвердження фіксованої довжини LI біт. Тим самим у кожному вузлі утворюється потік пакетів змінної довжини, що складаються з деякого фіксованого поля довжини LI і поля випадкової довжини з середнім значенням mc . Такі пакети надходять в чергу на вхідному вузлі і обслуговуються в порядку надходження. Зрозуміло, що тут ми повинні використовувати модель СМО з довільним розподілом часу обслуговування в силу специфіки структури пакетів.

У кінцевому рахунку загальний час відгуку від вузла до вузла складається з щойно отриманого часу затримки в черзі у вузлі А й затримки в черзі підтверджень у вузлі В, а також середнього часу передачі пакету і часу передачі підтвердження.

Шуканий час дорівнює:

$$T_D = t_m + 2 \cdot t_h + 2 \cdot M(W) \quad (3.2)$$

За отриманими результатами побудуємо залежність середнього часу відгуку мережі від поля випадкової довжини рис. 3.1.

У даній роботі представлено характеристики якості обслуговування в мультисервісних СПД і розраховали основні якісні показники, такі як середній час відгуку від вузла до вузла (0,307 с) при пропускній здатності абонентської лінії $C_L = 64$ кбіт/с.

Також в даній роботі була побудована залежність часу відгуку від поля випадкової довжини пакету. З'ясувалося, що при збільшенні поля випадкової довжини, починаючи з довжини, що дорівнює 25000 біт, відбувається різке збільшення часу відгуку (сумарний час затримки на передавальному вузлі, затримки в черзі підтвердження на приймальному вузлі і середнього часу передачі пакету і часу підтвердження).

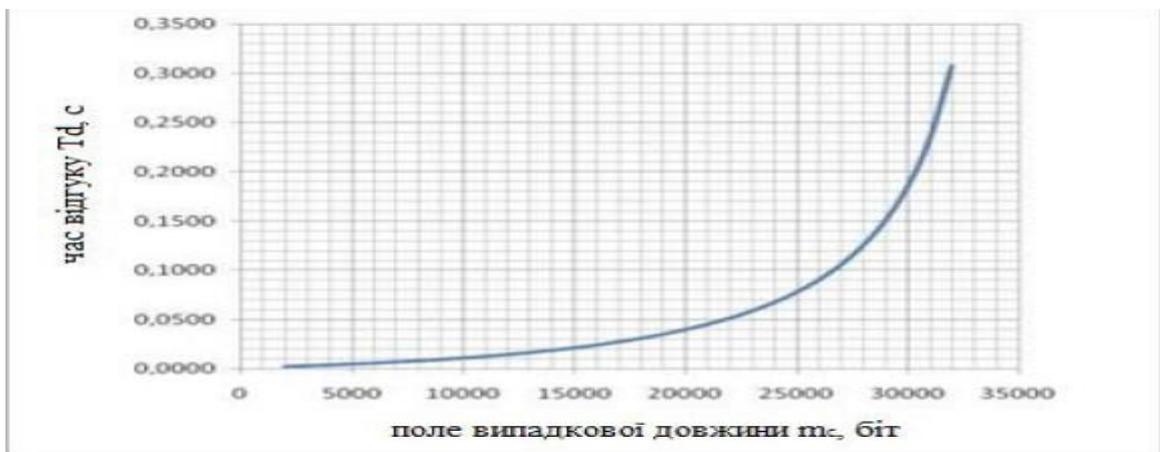


Рисунок 3.1 – Залежність часу відгуку від поля випадкової довжини

3.3 Дослідження впливу структури трафіку на характеристики якості обслуговування

Моделювання мережі у середовищі ns2 відображається на рис. 3.2., та відтворює реальні сценарії мережевого трафіку. У цій конкретній схемі досліджується передача трафіку між джерелом 2 та одержувачем 2. Також моделюється конкуруючий трафік від джерел 1 та 3 до відповідних одержувачів 1 та 3.

Ця модель дозволяє досліджувати взаємодію різних видів трафіку у мережі та вплив конкурентного трафіку на передачу досліджуваного потоку. Вона допомагає аналізувати та оцінювати різні параметри мережі, такі як затримка, пропускна спроможність, втрата пакетів тощо.

Ця базова схема може бути використана для подальших експериментів та досліджень щодо оптимізації та управління мережею.



Рисунок 3.2 – Схема локальної обчислювальної мережі

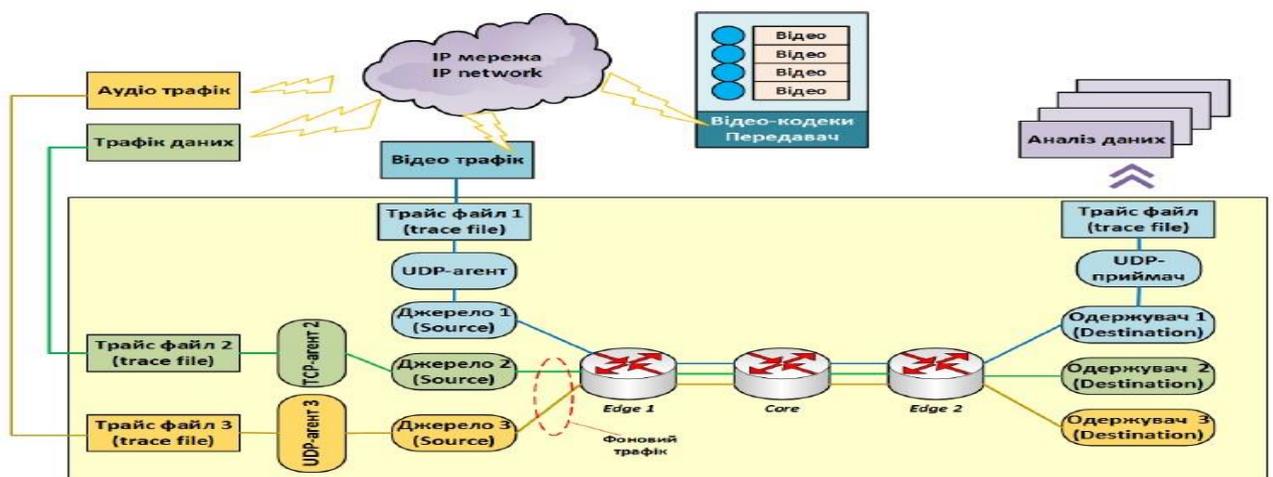


Рисунок 3.3 – Схема локальної обчислювальної мережі (програмна реалізація)

Функції якості обслуговування в мережах IP (IP QoS) є критично важливими для забезпечення ефективності та надійності мережного трафіку. Вони включають механізми, які контролюють використання ресурсів мережі і управляють завантаженням оператора мережі. IP QoS забезпечує гарантію передачі даних з урахуванням потреб різних видів трафіку, зокрема тих, що вимагають реального часу. Це досягається за допомогою механізмів розподілу ресурсів, комутації, маршрутизації, управління чергами та відкидання пакетів.

IP QoS важливий в умовах перевантаження магістральних каналів, оскільки дозволяє ефективно регулювати і розподіляти ресурси мережі між різними видами трафіку. Це сприяє запобіганню втрати пакетів та зниженню затримок для даних, які вимагають найвищої пріоритетності, таких як відео чи голосові дзвінки.

Отже, IP QoS є ключовим інструментом для забезпечення якості обслуговування в мережах, що дозволяє вдосконалювати ефективність і продуктивність мережевого трафіку в умовах різноманітних навантажень.

4 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

4.1 Розрахунок капітальних витрат на розробку

Капітальні витрати на розробку становлять:

$$K=K1+K2 \quad (4.1)$$

де: $K1$ – витрати на розробку, грн.;

$K2$ – витрати на налагодження і дослідну експлуатацію програмного засобу на ПК, грн.;

4.2 Складові структури витрат на розробку

Складові структури витрат на розробку та реалізацію розробки розраховуються за формулою:

$$K1=Zz+Nz +Vi, \quad (4.2)$$

де: Zz – загальна зарплата розробників, грн;

Nz – нарахування на зарплату, грн;

Vi – інші витрати, грн;

Для проведення розрахунків зарплати (Zz) необхідно визначити спеціальність робітників, чисельність робітників і трудомісткість цих робіт. Для розробки проектного рішення потрібно чотири спеціалісти розробники:

- Керівник проекту(K);
- Студент-дипломник(CD);
- Консультант з економічне її частини(KE);
- Консультант з охорони праці(KOP);

Згідно з штатним розписом сума витрат на оплату праці робітників, з 01.01.2025р. складає:

- Керівник (викладач вищої категорії) – 107,93 грн/год;
- Консультант з економічної частини (викладач вищої категорії) – 107,93 грн/год;

- Консультант з охорони праці(викладач першої категорії) 93,70 грн/год;

- Час витрачений керівником – $t_k = 14$ годин.

- Час витрачений консультантом з охорони праці – $t_{ko} = 1$ година.

- Час витрачений консультантом з економічної частини – $t_{ke} = 1$ година.

- Час витрачений студентом дипломником $t_s = 3 \times 50 = 150$ годин.

Витрати на оплату праці керівника проекту:

$$S_k = 14 \text{ роб.год.} \times 107,93 \text{ грн.год.} = 1511,02 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату праці консультанта з економічної частини:

$$S_{ke} = 1 \text{ роб.год.} \times 107,93 \text{ грн.год.} = 107,93 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату праці консультанта з охорони праці :

$$S_{ko} = 1 \text{ роб.год} \times 93,70 \text{ грн.год.} = 93,70 \text{ грн.}$$

Денна оплата студента дипломника :

$$1510/173 = 8,73 \text{ грн.}$$

1510 – стипендія

173 – місячний фонд робочого часу, годин.

Витрати на оплату праці студента дипломника

$$S_s = 8,73 \times 150 = 1310 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату праці робітників проекту становлять

$$Z_z = S_k + S_{ke} + S_{ko} + S_s = 1511,02 + 107,93 + 93,70 + 1310 = 3022,65 \text{ грн.}$$

Нарахування на зарплату визначаються в розмірі 22% від фонду оплати праці

$$N_z = Z_z \times 22\% = (3022,65 \times 22)/100 = 664,98 \text{ грн.}$$

де 22 – норматив нарахування на зарплату, %

Інші витрати V_i відображають витрати які, не враховані в попередніх статтях витрат. Ці витрати розраховуються згідно структури витрат(5%)

$$B_i = 0.05 \times (Z_3 + H_3) = 0.05 \times (3022,65 + 664,98) = 1843,93 \text{ грн.}$$

$$K_1 = Z_3 + H_3 + B_i = 3022,65 + 664,98 + 1843,93 = 5578,56 \text{ грн.}$$

4.3 Витрати на відлагодження розробки

Витрати на відлагодження та дослідну експлуатацію розробки

$$K_2 = S_{M-г.} \times t \quad (4.3)$$

де $S_{M-г.}$ – вартість однієї машино-години роботи конкретно ПК, грн./год.;
 t – машинний час, витрачений на накладку та дослідну експлуатацію програмного засобу, год.

Вартість 1 машинно-години роботи ПК розраховуємо за складовими витрат на таку роботу:

$$S_{M-г.} = (A + E_n) / \Phi_d \quad (4.4)$$

де A – амортизація використаного ПК, грн;

E_n – вартість електроенергії, яку споживає ПК, грн.;

Φ_d – дійсний час від лагодження програми, год.;

Розрахунок складових вартості 1 машино-години роботи ПК:

а) амортизація ПК становить

$$A = (K_T \times N_a) / 100 = (670,31 \times 15\%) / 100 = 100,55 \text{ грн.}$$

Де K_T – вартість використання ПК, грн..

N_a – норма амортизації ($N_a = 15\%$)

$$K_T = (K_c \times T_{\text{експ}}) / T_{\text{вик}} = (14625 \times 2,2) / 48 = 670,31 \text{ грн.}$$

де K_c – вартість компютерної системи, грн.

$T_{\text{експ}}$ – період експлуатації системи 2.2 місяців (50 робочих днів)

$T_{\text{вик}}$ – термін корисного використання 4 роки (48 місяців):

$$K_c = P_{\text{комп}} \times P\$ = 500 \times 41,00 = 14625 \text{ грн.}$$

де $P_{\text{комп}}$ – вартість комп'ютерної системи у доларах США;

$P_{\$}$ – курс долара США по курсу НБУ на момент купівлі системи.

б) вартість використання електроенергії розраховується за формулою:

$$E_n = (P \times T_f) \times \Phi_d \times K_{\text{вик}} = (0,25 \times 5,60) \times 150 \times 0,8 = 154,8 \text{ грн.}$$

де P – потужність обчислювальної системи, кВт ($P=0,25$)

$K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання ПК

T_f – ціна за 1кВт/год., грн. ($T_f = 5,16$ грн.)

Φ_d – дійсний час від лагодження програми

$$\Phi_d = \text{пр.д.} \times T_{\text{сер}} = 50 \text{ р.дн.} \times 3 \text{ год.} = 150 \text{ год.}$$

Де пр.д. – кількість робочих днів ПК

$T_{\text{сер}} = 3$ год – середній щоденний час роботи ПК

Отже вартість 1 машино-години роботи і від лагодження на ПК становить

$$S_{\text{м-г}} = (100,55 + 154,8) / 150 = 1,70 \text{ грн.}$$

Таким чином сумарні витрати на від лагодження і дослідну експлуатацію проектного рішення становлять:

$$K_2 = S_{\text{м-г}} \times \Phi_d = 1,70 \times 150 = 255 \text{ грн.}$$

Отже, капітальні витрати на розробку проектного рішення за формулою становлять:

$$K = K_1 + K_2 = 5578,56 + 255 = 5833,56 \text{ грн.}$$

Загальний кошторис витрат на розробку проектного рішення приведений в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Кошторис витрат на розробку проектного рішення

Складові елементи витрат	Умовне позначення	Сума витрат, грн
Витрати на оплату праці	Зз	3022,65
Нарахування на зарплату	Нз	664,98
Інші витрати	Ві	1843,93
Разом	K_1	5578,56
Витрати на відлагодження	K_2	255
Разом $K = K_1 + K_2$	K	5833,56

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЕДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Загальні положення

Визначення поняття охорони праці дається в ст. 1 Закону України від 14 жовтня 1992 р. «Про охорону праці». Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. В поняття охорони праці входять і всі ті заходи, що спеціально призначені для створення особливих полегшених умов праці для жінок і неповнолітніх, а також працівників зі зниженою працездатністю. Охорону праці і здоров'я громадян віднесено до пріоритетних напрямків соціальної політики України. Так, Конституція України одним з основних соціальних прав громадян визначає право кожного на належні, безпечні й здорові умови праці, встановлює, що використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється. Завдання охорони праці:

- проектування підприємств, технологічних процесів і конструювання обладнання з обов'язковим виконанням вимог охорони праці;
- знаходження оптимальних співвідношень між різними факторами виробничого середовища, що дозволяє забезпечити мінімум несприятливого впливу їх на здоров'я працівників;
- розробка конкретних заходів щодо покращення умов праці та забезпечення її безпеки на основі застосування у виробництві новітніх досягнень науки і техніки;
- застосування раціональних засобів захисту працівників від впливу несприятливих факторів виробничого середовища, а також втілення організаційних заходів, які нейтралізують або послаблюють ступінь їх впливу на організм людини;
- розробка та застосування методів і засобів оцінки ефективності заходів з охорони праці, що плануються і здійснюються.

5.2 Організація охорони праці на підприємстві

На сучасному етапі науково-технічного розвитку нашої держави питання охорони праці на підприємствах є одним із найактуальніших.

Належна організація охорони праці, яка відповідає вимогам нормативно-правових актів, є основним заходом профілактики та запобігання виробничому травматизму й професійній захворюваності. Крім того, кожним трудовим договором передбачаються зобов'язання роботодавця щодо забезпечення найманих працівників безпечними умовами праці.

Законодавство України покладає на всіх роботодавців обов'язок щодо забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці. Витрати на охорону праці на підприємстві згідно зі ст. 19 Закону повинні становити не менше 0,5% від фонду оплати праці за попередній рік, а за невиконання законодавства про охорону праці до підприємства можуть бути застосовані санкції аж до заборони його експлуатації.

Для того щоб не поставити під загрозу існування підприємства, роботодавцю необхідно:

- створити службу охорони праці.

Згідно зі ст. 15 Закону така служба обов'язково повинна бути створена на підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб відповідно до Типового положення про службу охорони праці, затвердженого наказом Держкомітету з нагляду за охороною праці від 15.11.2004 № 255. На підставі цього документа також має бути розроблено Положення про службу охорони праці цього підприємства, визначено структуру такої служби, її чисельність, основні завдання, функції та права її працівників. На підприємствах із кількістю працівників менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

- Розробити та затвердити на підприємстві положення, інструкції та інші акти з охорони праці.

Обов'язок роботодавця стосовно розробки та затвердження документів, які повинні встановлювати правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майдан-чиках і робочих місцях, передбачений ст. 13 Закону про охорону праці.

– Організувати проведення інструктажів з питань охорони праці.

Перед початком роботи нового працівника роботодавець згідно зі ст. 29 КЗпП зобов'язаний проінформувати його під розпис про умови праці, наявні на його робочому місці, у тому числі про всі небезпечні чи шкідливі виробничі фактори, які ще не усунуто, та про можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника, а також про можливі пільги та компенсації за роботу в таких умовах.

– Забезпечити навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Згідно зі ст. 18 Закону працівники, зайняті на роботах з підвищеною безпекою або там, де є потреба у професійному доборі, проходять спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці. Таке навчання з питань охорони праці може проводитись як безпосередньо на підприємстві, так і навчальним центром.

– Подбати про проведення медичних оглядів.

Згідно зі ст. 169 КЗпП роботодавець зобов'язаний за свої кошти організувати проведення попереднього (при прийнятті на роботу) та періодичних (протягом трудової діяльності) медоглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі. Також він зобов'язаний проводити щорічний обов'язковий медогляд осіб віком до 21 року.

– Забезпечити працівників засобами індивідуального захисту.

На роботах із шкідливими й небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими температурними умовами, працівникам згідно зі ст. 164 КЗпП необхідно безкоштовно видавати спеціальний одяг, взуття та інші ЗІЗ.

– Провести атестацію робочих місць.

На підприємствах, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина, матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, які можуть негативно впливати на стан здоров'я працюючих, повинна проводитись атестація робочих місць за умовами праці. Така атестація повинна проводитись атестаційною комісією, склад і повноваження якої визначаються наказом по підприємству в строки, передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на 5 років. Порядок проведення такої атестації передбачений постановою КМУ від 01.08.1992 № 442. Відомості про результати атестації заносяться в картку умов праці.

– Налагодити облік нещасних випадків.

Згідно зі ст. 22 Закону «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний організувати розслідування та вести облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій у порядку, встановленому постановою КМУ від 30.11.2011 № 1232. За результатами такого розслідування роботодавець повинен скласти акт за формою Н-5 (якщо нещасний випадок визнано таким, що не пов'язаний з виробництвом) або Н-1 (якщо він визнаний пов'язаним з виробництвом). Один із примірників повинен видатися потерпілому або іншій зацікавленій особі не пізніше трьох днів з моменту закінчення розслідування.

5.3 Заходи безпеки на робочому місці

Конструкція робочого місця, його розміри та взаємне розташування його елементів повинні відповідати антропометричним, фізіологічним і психофізіологічним характеристикам людини, а також характеру роботи.

Організація робочих місць повинна забезпечувати стійке положення та вільність рухів працівника, безпеку виконання трудових операції виключати або допускати лише в деяких випадках роботу в незручну позиціях, котрі зумовлюють підвищену втомлюваність.

Загальні принципи організації робочого місця:

- на робочому місці не повинно бути нічого зайвого; всі необхідні для роботи предмети повинні знаходитись поряд з працівником, але не заважати йому;
- ті предмети, котрими користуються частіше, розташовуються ближче, ніж ті предмети, котрими користуються рідше;
- предмети, котрі беруть лівою рукою, повинні знаходитись зліва а ті предмети, котрі беруть правою рукою, повинні знаходитись справа;
- якщо використовують обидві руки, то місце розташування інструментів вибирається з врахуванням зручності захоплення його двома руками;
- небезпечніше, з точки зору можливості травмування обладнання повинне розташовуватись вище, ніж менш небезпечне. Однак слід враховувати, що важкі предмети під час роботи зручніше опускати, ніж піднімати.

5.4 Санітарно-гігієнічні вимоги

Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці під час виконання роботи мають відповідати визначеним нормативам:

- параметри мікроклімату у приміщенні забезпечували комфортне самопочуття організму. Параметри мікроклімату закритих приміщень унормовані за санітарні норми ДСН 3.3.6.042-99.
- освітлення приміщень та робочих місць забезпечене відповідно до встановлених вимог. Відносно вікна робоче місце розміщено так, що природне світло збоку, переважно з лівого та забезпечувало коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5 %. Освітленість за штучного освітлення в площині робочої поверхні становила 300 – 500 Лк. Відношення яскравості робочих поверхонь було 3:1, а яскравість робочих поверхонь і стін (іншого обладнання) – 5:1. Використана система вимикачів, що дозволяє регулювати інтенсивність штучного освітлення залежно від інтенсивності природного, а також дозволяє освітлювати тільки потрібні для роботи зони приміщення.

– Дотримані вимоги до рівнів шуму та вібрації. Було дотримано допустимих рівнів звукового тиску в октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях встановлені санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99.

– Надходження свіжого повітря регульоване, виходячи із відповідних нормативних.

– Передбачений захист від шуму та вібрацій.

Дотримані заходи особистої гігієни на робочому місці (підтримання чистоти, миття рук тощо). Заходи особистої гігієни на робочому місці передбачають щоденне вологе прибирання, утримання у чистоті робочого місця, наявність на робочому місці тільки необхідних для роботи засобів. На робочому місці необхідно дотримуватись вимог правил внутрішнього трудового розпорядку.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеного дослідження були вирішені задачі забезпечення необхідної якості обслуговування в мультисервісних МПД, які можна досягти прямим шляхом – на основі підвищення ефективності мережевих пристроїв – маршрутизаторів і шлюзів, надання гарантованої смуги пропускання, використання магістральних мереж з високою пропускнуою здатністю. Однак, найбільш доцільним, вважається використання більш гнучких методів, що забезпечують необхідні показники якості обслуговування, при цьому ефективно використовуються ресурси мережі для величезного набору різних додатків і послуг.

В роботі вивчалоя ряд методів управління мережевими ресурсами з метою оптимізації функціонування комп'ютерних мереж в умовах самоподібності обслуговуваного трафіку. Розглянуті основні теоретичні аспекти, що визначають особливості трафіку мультисервісних мереж, що включають передачу даних, голосу та відео.

Окрім цього, досліджена архітектура мережевих механізмів, спрямованих на забезпечення якості обслуговування в мережах IP. Висвітлено питання управління пропускнуою здатністю, контролю затримок та втрати пакетів для забезпечення оптимального рівня обслуговування різноманітного трафіку.

Додатково, робота присвячена технології IPTV (Internet Protocol Television), в якій детально розглянуті характеристики мереж IPTV та проведена класифікація IPTV-систем за різноманітними критеріями, включаючи їх складність побудови, масштабність та вимоги до мережевої інфраструктури.

В цілому, робота розкриває важливі аспекти управління та оптимізації комп'ютерних мереж у контексті обробки різноманітного трафіку і впровадження сучасних технологій передачі даних та мультимедійного контенту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт компанії Cisco Packet Tracer (Електронний ресурс)
Режим доступу: [www/ URL: https://www.cisco.com/](http://www.cisco.com/)
2. В. Оліфер, Н. Оліфер Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи – 5 видання (2016).
3. Керівництво за технологіями об'єднаних мереж. 4 видання. - М .: Вільямс, 2005
4. Протоколи передачі даних: що це, які бувають і в чому відмінності? (Електронний ресурс). Режим доступу: [www/URL: https://tproger.ru/explain/protokoly-peredachi-dannyh-chto-jeto-kakie-byvajut-i-v-chjom-razlichija](https://tproger.ru/explain/protokoly-peredachi-dannyh-chto-jeto-kakie-byvajut-i-v-chjom-razlichija)
5. Pavlou,G. SurreyUniv.,Guildford Traffic Engineering and Quality of Service Management for IP-based NGNs, Network Operations and Management Symposium, 2006. NOMS 2006. 10th IEEE/IFIP,3-7 April 2006
6. Crovella M., Krishnamurthy B. Internet Measurement: Infrastructure, Traffic and Applications. John Wiley&Sons, Ltd., 2006. — 495 p.
7. C. Fraleigh, S. Moon, B.Lyles, C. Cotton, M. Khan, D. Moll, R. Rockell, T.Seely and C. Diot. Packet-level traffic measurements from the Sprint IP backbone. IEEE Network, 2003.
8. McDysan. QoS and Traffic Management in IP and ATM Networks // McGraw-Hill. 2000.
9. МСЭ-Т Recommendation Y.1540. IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters//December 2002.
10. МСЭ-Т Recommendation Y.1541. Network Performance Objectives for IP-Based Services//May 2002.
11. Олифер В. Г. Олифер Н. А. Основи Мереж передачі даних. Курс лекцій. М.: Інтернет-університет Інформаційних Технологій, 2003, 248с.

КОПІЇ ОБОВ'ЯЗКОВИХ КРЕСЛЕНЬ