

високоякісних ліній зв'язки, які дозволяють, застосовуючи прості методи пересилки даних, досягати високих швидкостей обміну даними близько 100 Мбіт/с. У зв'язку з цим послуги, які надаються локальними мережами, відрізняються широкою різноманітністю і зазвичай передбачають реалізацію в режимі on - line.

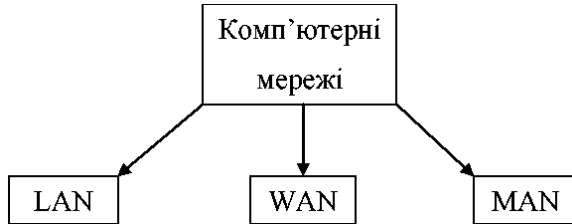


Рис. 1 – Класифікація мереж за територіальною ознакою

#### Перелік посилань

1. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М.:Радио и связь
2. Штойер Р.. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления, приложения. М.:Наука, 1982

### **Метод комплексного тестування операційних систем реального часу**

Ткач А.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Хмельницький Ю.В.

Хмельницький національний університет

Потреба в ефективній організації основних видів діяльності операторів зв'язку - в перетворенні і об'єднанні мережевих ресурсів і систем управління, з урахуванням ускладнення мережевої інфраструктури, з необхідністю скорочення часу виведення на ринок нових диференційованих послуг та підвищення якості обслуговування користувачів, вимагає комплексного інтегрованого підходу до підтримки експлуатації мереж зв'язку. Конкурентна боротьба в телекомунікаційній галузі все більш зміщується в сферу сервісів, де основну роль відіграють якість та оперативність. Необхідність надання в режимі реального часу нових послуг, що відповідають сучасним вимогам, дала подальший поштовх розвитку мереж операторів зв'язку, але одночасно породила масу проблем в сфері експлуатації, таких як:

- зростання доходів істотно відстає від зростання обсягів трафіку;
- обмеженість регіональних мережевих ресурсів;
- потрібні постійні витрати на розширення смуги;
- дефіцит бюджету на оплату інтернет-трафіку;

- втрати від пропуску несанкціонованого трафіку.

Відповідно до проведеного дослідження в дисертації опрацьовуються питання, що стосуються експлуатації мереж і їх ефективного використання. У даній роботі досліджуються і розглядаються завдання локалізації трафіку мережі, виявлення фактів несанкціонованого доступу до ресурсів компанії і нелегального пропуску трафіку (шахрайства). Запропоновані методи, моделі та алгоритми реальної реалізації досліджуваних процесів дозволяють дати оцінку експлуатації телекомунікаційних систем оператора зв'язку, сформулювати і обґрунтувати рекомендації щодо підвищення рівня експлуатації, відповідно підвищити ефективність експлуатації мереж зв'язку.

Актуальність теми дослідження. Активне впровадження інформаційних ресурсів в усі сфери сучасного суспільства, перехід до інформаційного суспільства, впровадження концепції інноваційного технологічного розвитку в сучасній Росії викликає необхідність удосконалення телекомунікаційної інфраструктури, основу якої складають підприємства та мережі зв'язку.

Розвиток телекомунікаційних мереж обумовлюється трьома факторами: потребою суспільства в нові послуги, зростанням трафіку і досягненнями технологій. Впровадження на мережах нового обладнання, взаємопроникнення телекомунікаційних та інформаційних технологій призводить до появи нових послуг - інфокомунікаційних, постійного розширення їх номенклатури і конкуренції між операторами зв'язку.

Супровід телекомунікаційних мереж потребує вирішення цілого комплексу завдань, включаючи моніторинг і управління мережею, планування і ефективне розміщення мережевої інфраструктури, забезпечення інформаційної безпеки в телекомунікаційних мережах, попередження шахрайства, управління сервісами, планування і розвиток нових послуг, забезпечення високоякісного обслуговування, підвищення задоволеності і лояльності клієнтів .

Вирішення цих завдань лежить в сфері управління процесом експлуатації мереж операторів зв'язку. Це одна з найбільш важливих і складних завдань. Телекомунікаційні компанії розглядають систему експлуатації також і з точки зору ефективності ведення бізнесу, тому даній проблемі завжди приділяється чимала увага. Крім того, факторами, що підсилюють інтерес до експлуатації, є оцінка ризиків компанії, відповідальність за контрактами за надання послуг, зростаюча конкуренція на телекомунікаційному ринку, підвищення вимог клієнтів до послуг зв'язку та можливостям операторів оперативно реагувати на зміну потреб клієнтів. Питанням оптимального проектування і експлуатації телекомунікаційних мереж приділяється велика увага як за кордоном, так і в країнах СНД. Методи оптимізації на мережах відображені в роботах: Раппа У. (Rapp U.) [165,166], Френка Г. (Frank G.) і Фріша І. (Frisch I.) [131], Бесслер Р. (Bessler

Р.) [ 5], Димарский Я.С. [36-38], Турина Л.С., Меркулова А.Д. [26], Даленбаха Д. [32], Гольдштейна А.Б. [21,22], Соколова Н.А. [115-122], Попкова В.К. [92-99], майніка Е. [68], Давидова Г.Б., Рогинского В.Н. [30-31] та інших.

Найбільш відомі дослідження в області оптимального управління системами викладені в роботах американських і вітчизняних вчених: Шварца М. (Schwartz M.) [135], Сейджана Е. і його співавтора Уайта Ч. (Sage E., White C.) [111], Димарский Я.С., Яновського Г.Г., Крутякова Н.П. [39], Гордеева Е.Н. [24], Гребешкова А.Ю. [25], Чернооруцкому І. Г. [134] та інших; управління послугами та білінгом представлені в роботах Хунтера Дж. і Тібо Мод (Hunter J. and Thiebaud M.) [156], Шувалова В.П. [58, 140], Ковальова Ю. [53] та інших авторів.

### **Управління інформаційними ресурсами в телекомунікаційних мережах**

Ткач А.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Хмельницький Ю.В.

Хмельницький національний університет

Проаналізуємо властивості телекомунікаційних мереж, які є найбільш істотними з погляду користувача і з погляду забезпечення заданого рівня вимог до завадостійкості, надійності та вірогідності каналів зв'язку як процесу доставки інформації. В процесі функціонування на телекомунікаційні мережі та її елементи впливають різні фактори, що порушують нормальну роботу. Вони призводять до порушення роботи каналів та ліній зв'язку, фізичного виходу з ладу елементів мереж, інших негативних наслідків, у результаті чого вони переходить до такого стану, при якому не може забезпечувати процес доставки необхідної інформації. Таким чином, сучасна мережа повинна мати здатність протистояти впливам, які порушують її роботу, що забезпечується стійкості її роботи. Під час функціонування доставки інформації може порушуватися не тільки факторами, що безпосередньо впливають на роботу каналу передачі в цілому але і бути готовою до елементів потенційної та реальної завадостійкості. В даному випадку під потенційною завадостійкістю розуміють максимальну завадостійкість для заданих сигналів та завад. Потенційна завадостійкість визначає таку граничну якість, яку можна дістати у заданій телекомунікаційній мережі, проте неможливо перевищити ніяким обробленням для існуючої завади. Загалом реальна завадостійкість - це завадостійкість телекомунікаційній мережі чи окремих її вузлів із урахуванням реального виконання та настройки окремих блоків каналу передачі.

Теоретично та технологічно не всі блоки каналу передачі можна

виготовити ідеальними із заздалегідь визначеними параметрами. також завжди є похибки установлення параметрів тих чи інших вузлів під час експлуатації мережі. Реальна завадостійкість практично залежить від великої кількості факторів та параметрів окремих ланок телекомунікаційної мережі та завжди менша за теоретичну потенційну завадостійкість. В таких умовах телекомунікаційна мережа повинна мати здатність адаптації до всіх можливих змін. Зробимо висновок, що тільки у разі забезпечення усіх властивостей, телекомунікаційна мережа може виконувати своє функціональне призначення - забезпечувати доставку всієї інформації у необхідному обсязі, із заданою якістю та вірогідністю. Дослідження та аналіз існуючого стану та методів забезпечення завадостійкої доставки інформації мереж передачі показав, що перспективним напрямком вирішення проблеми забезпечення вірогідності інформації в умовах значної невизначеності та завад є застосування необхідних видів кодування та багаторівневої структурної та параметричної адаптації із врахуванням розкриття невизначеності. Сьогодні виникає протиріччя між обмеженими можливостями традиційних підходів щодо завадостійкого контролю, класифікації та кодування інформації, методами та моделями забезпечення вірогідності мультимедійної інформації, що ґрунтуються на надлишкових критеріях та потребами створення організованої послідовності процесів адаптації багаторівневих систем із урахуванням невизначеності. Тому проблема підвищення ефективності роботи каналів передачі телекомунікаційних мереж в умовах невизначеності за рахунок забезпечення вірогідності інформації, за рахунок створення нової інформаційної технології, моделей і методів. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити проблему, яка полягає в забезпеченні завадостійкої передачі інформації в умовах невизначеності за рахунок методів, що використовують послідовність процесів багаторівневої адаптації та додаткових показників розкриття невизначеності при впливі різних завад.

При розгляді методів та засобів забезпечення завадостійкої передачі інформації в телекомунікаційних мережах необхідно розглянути, що в широкому розумінні являє собою передачу різного роду повідомлень із декількох пунктів в ряд пунктів. В технологіях та засобах передачі інформації семантична особливість повідомлень не враховується, і тому задачею системи передачі інформації в телекомунікаційній мережі є лише транспортування даних у визначене місце, так як оцінка змісту отриманих повідомлень це справа самого одержувача інформації. Сама теорія і техніка передачі інформації в телекомунікаційних мережах склалися протягом багатьох років і сьогодні продовжують швидко та якісно розвиватися. Особливе місце канали передачі інформації займають у системах управління, у яких необхідно забезпечувати передачу досить великих обсягів потоків інформації із високою швидкістю, достовірністю та надійністю. У процесі

функціонування на телекомунікаційній мережі та її елементи впливають багато різних факторів, що порушують нормальну роботу каналу передачі. Ці фактори призводять до порушення роботи каналів передачі, фізичного виходу з ладу елементів та компонентів мереж, інших негативних наслідків. Саму основу теорії потенційної завадостійкості розробив ще у 1946 р. академік В.О. Котельников[1]. У ній вирішуються три такі основні задачі:

- синтез оптимального приймача - знаходження правила його роботи та структурної схеми, що забезпечують найкращу в тому чи іншому розумінні якість приймання;
- аналіз роботи оптимального приймача - обчислення якості приймання сигналів, яка забезпечується цим приймачем;
- порівняння потенційної та реальної завадостійкості.

Для практичного використання останнє завдання має особливе значення. Адже порівнювати реальну завадостійкість різних систем, схем, пристроїв, методів оброблення, видів модуляції не має ніякого сенсу. Таких схем та методів існують сотні та зростання їх числа триває, а мала завадостійкість якоїсь системи чи схеми ще не означає, що вона невдала та нежкісна. За таких завад кращої якості й неможливо досягти. Тому порівняння реальної та потенційної завадостійкості дає можливість оцінювати якість реальної системи знайти ще не використані резерви. Якщо знати потенційну завадостійкість приймача каналу передачі, можна завжди оцінити, наскільки близька до неї реальна завадостійкість існуючих способів приймання та наскільки доцільне їх подальше удосконалення для заданого методу передавання по каналах передачі. Знання про потенційну завадостійкість за різних методів передавання інформації дають змогу порівнювати ці методи між собою та знайти, які із них у цьому відношенні є найбільш оптимальними. Розглянемо кількісну міру завадостійкості. Для теоретичних розрахунків як потенційної, так і реальної завадостійкості застосовуються прямі методи оцінки якості. У разі передавання дискретних первинних сигналів для обчислень використовують ймовірність помилки. Розглянемо деякі принципи та засоби побудови систем передачі інформації по каналам з шумами та перешкодами. На рис.1 наведена узагальнена схема системи зв'язку із завадами [1]. У загальному вигляді вимоги до системи зв'язку включає: систему передачі інформації - лінії передачі і відповідна апаратура, пристрої чи системи комутації, кінцеві пристрої.

В іншому випадку структурна схема системи передачі інформації із завадами складається із джерела та одержувача повідомлень, перетворювачів повідомлення в сигнал та сигналу в повідомлення, каналу зв'язку. На рисунку 2 зображена типова структурна схема найпростішої одно каналної системи зв'язку. Джерелом повідомлень та одержувачем в одних системах зв'язку може бути людина, в інших різного роду пристрої - автомат, комп'ютер тощо.

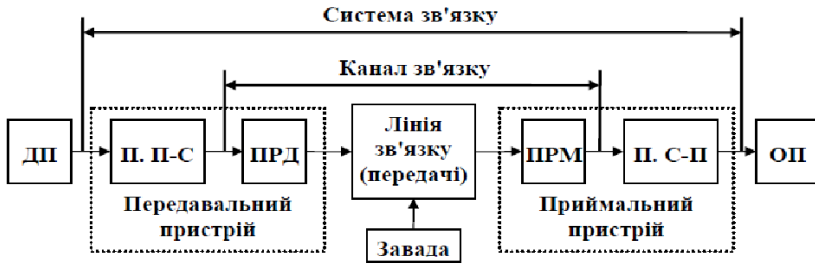


Рисунок 1 - Узагальнена схема системи зв'язку із завадами

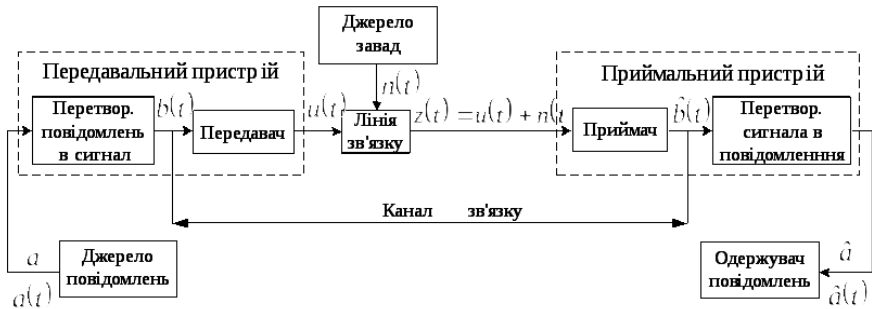


Рисунок 2 – Типова структурна схема системи передачі інформації із завадами

Перетворення повідомлення у сигнал повинне бути оборотним. В цьому випадку по вихідному сигналу можна відновити вхідний первинний сигнал, тобто одержати усю інформацію, що є в переданому повідомленні. В протилежному випадку частина інформації буде загублена при передачі.

Дослідивши основні взаємозв'язки перешкод на основні елементи каналів передачі мережі із позиції теорії імовірності, можливо оцінити коефіцієнти за «технічною надійністю» основних компонентів та елементів телекомунікаційної мережі за допомогою відомого співвідношення [2]:

$$p_n = \exp\left(-\sum_{i=1}^n \frac{\tau}{\lambda_i}\right), \quad (1)$$

де  $n$  – кількість основних компонентів телекомунікаційної мережі;

$\lambda_i$  – напрацювання на відмову  $i$ -го компонента відповідного елемента мережі;

$\tau$  – час роботи каналу передачі телекомунікаційної мережі.

Загалом кодер - пристрій, який, приймаючи одне з повідомлень від джерела повідомлень, створює відповідну послідовність сигналів, що

подається на вхід каналу передачі телекомунікаційної мережі. Джерело повідомлень генерує безперервний потік двійкових символів, при цьому кожні  $N$  двійкових символів перетворюються кодером у відповідне кодове слово. Декодер – це пристрій, який, приймаючи вихідну послідовність визначеної довжини, обробляє її та видає результат оброблення споживачу повідомлень у зручному для сприйняття нього вигляді. Головна мета споживача полягає в тому, щоб дізнатися, яке із кодових слів було передано. Якщо ж рішення не збігається із вхідним кодовим словом, то має місце помилка передачі. Імовірність помилки залежить від коду та методу оброблення інформації у декодері. Якщо ж застосовується детермінований декодер, то метод оброблення інформації може бути описаний як відображення безлічі усіх прийнятих послідовностей у множину кодових слів, а відображення задається як список послідовностей які перетворюються в декодоване слово. Ступінь ризику передачі невірогідної інформації в завадостійкій системі можна подати як добуток імовірності небажаних наслідків на відповідну величину втрат аналогічно як у працях [2].

Якщо розглядати завадостійкість телекомунікаційної мережі як здатність системи протидіяти завадам, для цього треба знати, чим протидіяти і на що протидіяти, тобто для боротьби із завадами потрібні апріорні відомості про властивості носія інформації та про самі завади. Знаючи всі ці властивості сигналу та завади, можна встановити певні відмінності між ними і використати їх для розроблення способів, засобів та методів забезпечення завадостійкості. Всі способи завадостійкості ведуть до часової та апаратурної надмірності як із боку джерела інформації, так і з боку адресата. Одна група способів підвищення завадостійкості базується на виборі методу передачі інформації. Друга група способів пов'язана із побудовою завадостійких приймачів. Способи підвищення завадостійкості в телекомунікаційній мережі:

- 1) методи оптимального приймання сигналів;
- 2) заглушення завад у місцях їх виникнення;
- 3) використання спеціальних кодів;
- 4) використання в системах каналу зворотного зв'язку;
- 5) багаторазового повторення інформації, що передається;
- 6) збільшення спів відношення сигнал та завада;
- 7) компенсація завади;
- 8) раціональний вибір виду оптимальної модуляції сигналів.

Досить простим і часто застосовуваним засобом підвищення завадостійкості є збільшення відношення сигнал та завада за рахунок збільшення потужності передавача. Хоча цей спосіб, може виявитись економічно недоцільним, поскільки він пов'язаний із значним збільшенням складності та вартості обладнання телекомунікаційної мережі. Важливим засобом підвищення завадостійкості передачі інформації шляхом

використання неперервних сигналів є раціональний вибір виду модуляції сигналів. Різні види модуляції мають неоднакову завадостійкість. Тому застосовуючи різні види модуляції, які забезпечують значне розширення смуги частот сигналу, можна досягти істотного підвищення завадостійкості передачі інформації в телекомунікаційній мережі. Ще одним радикальним способом підвищення завадостійкості дискретних систем є використання спеціального кодування інформації - використання завадостійких кодів. Підвищення завадостійкості передачі та оброблення інформації може бути досягнуто шляхом багаторазового повторення передачі інформації. Різновидом телекомунікаційних систем, у яких підвищення завадостійкості досягається за рахунок збільшення часу передачі, є системи із зворотним зв'язком. На сьогодні для побудови систем із оптимальним прийомом широко використовується апарат теорії статистичних рішень. Помилки систем передачі зменшуються із збільшенням відношення сигнал та завада на вході приймача. У зв'язку із цим часто проводять попереднє оброблення прийнятого сигналу із метою збільшення відношення корисної складової до завади.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що знання методів та засобів побудови сучасних каналів передачі телекомунікаційною мережею в умовах дії завад, дозволить будувати надійні канали передачі інформації для таких мереж.

#### Перелік посилань

1. Казимир В. В. Інформаційні основи побудови телекомунікаційних мереж / В. В. Казимир, В.В. Литвинов, С.М. Шкарлет, С.В. Зайцев // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. - Чернігів : ЧДТУ, 2013. – 340 с.
2. Горбатий І. В. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи : навч. посібник / І.В. Горбатий, А.П. Бондарев // – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 336 с.

### **Дослідження параметрів сигналів цифрового телебачення для систем надвисоких частот**

Шмига А.С.

Науковий керівник – д.т.н.,проф. Ройзман В.П.

Хмельницький національний університет

Стандарт MPEG - 2 (англ. Motion Picture Experts Group), прийнятий в 1994 році в замість застарілому MPEG - 1, зробив величезний вплив на розвиток мультимедійної індустрії в цілому. Практична значущість цього стандарту обумовлена тією обставиною, що описана в нім специфікація транспортного потоку MPEG - 2 TS лежить в основі багатьох розроблених в