

## **Забезпечення надійної передачі інформації при впливі перешкод у телекомунікаційних мережах**

Кульпак Н.В.

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

Хмельницький національний університет

Під час передачі каналами даних виникає багато труднощів, пов'язаних із впливом природних, промислових навмисних та ненавмисних перешкод. В умовах динамічних перешкод збільшується ймовірність помилки, стає неможливим забезпечення заданого рівня надійності та вірогідності інформації за допомогою простого використання відомих методів кодування. Невизначеність щодо природи перешкод у мережах приводить до появи проблеми забезпечення надійної достовірності інформації, коли підтримується необхідний рівень протягом визначеного проміжку часу передачі даних. Сучасні методи адаптивного управління, які застосовуються для забезпечення заданої надійності та правдоподібності інформації на основі завадостійких кодів, носять розрізнений характер. Водночас, існує суперечність між обмеженими можливостями традиційних підходів щодо контролю, класифікації та кодування інформації, розрізненими методами, моделями забезпечення надійності та вірогідності інформації, що ґрунтуються на надлишкових критеріях, та потребами створення організованої послідовності процесів адаптації багаторівневих систем з урахуванням невизначеності.

У процесі функціонування на сучасні телекомунікаційні мережі та її елементи впливають різні фактори, що порушують її нормальну роботу. Таким чином, мережа повинна мати здатність протистояти впливам та перешкодам, які порушують її роботу. У 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 системи передачі в цілому. У таких умовах мережа повинна мати здатність адаптації до всіх змін [1]. Можливо зробити висновок, що тільки у разі забезпечення всіх властивостей, мережа може виконувати своє функціональне призначення - забезпечувати доставку інформації у необхідному обсязі, з заданою якістю та вірогідністю. Для цього така мережа повинна мати відповідну пропускну здатність. Від того, як пропускну здатність мережі відповідає потребам системи управління, залежить виконання вимог до каналів зв'язку, а також і вимог до управління з безперервності та оперативності. Дослідження та аналіз існуючого стану та методів забезпечення якісної доставки інформації сучасних мереж передачі

даних показав, що перспективним напрямком вирішення проблеми забезпечення вірогідності інформації в умовах невизначеності є застосування каскадного кодування та багаторівневої структурної і параметричної адаптації з врахуванням розкриття невизначеності.

На сучасному етапі розвитку технологій виникає протиріччя між обмеженими можливостями традиційних підходів щодо контролю, класифікації та кодування інформації, методами та моделями забезпечення вірогідності інформації, що ґрунтуються на надлишкових критеріях, та потребами створення організованої послідовності процесів адаптації багаторівневих систем з урахуванням невизначеності. Тому проблема підвищення ефективності роботи телекомунікаційних мереж передачі даних в умовах апріорної невизначеності за рахунок забезпечення надійності інформації за рахунок створення інформаційної технології, моделей і методів. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити проблему, яка полягає у забезпеченні вірогідності передачі даних в умовах апріорної невизначеності за рахунок методів, що використовують послідовність процесів багаторівневої адаптації каскадних кодових конструкцій та додаткові показники розкриття невизначеності при впливі перешкод.

Загалом телекомунікаційні мережі у загальному випадку включають системи передавання, комунікаційне обладнання та інші ресурси, що дозволяють передавати сигнали між визначеними кінцевими пунктами, для надання загальнодоступних телекомунікаційних послуг. Телекомунікаційна мережа передачі даних є складною системою, що має певну множину особливостей. Передача інформації телекомунікаційною мережею в широкому розумінні являє собою передачу різного роду повідомлень із одного чи декількох пунктів в інший чи в ряд пунктів. В техніці передачі інформації семантична особливість повідомлень не враховується, і задачею системи передачі інформації в мережі є лише транспортування повідомлень у визначене місце, тому що оцінка смислового змісту отриманих повідомлень – справа самого одержувача. Теорія та техніка передачі інформації в мережах склалися протягом багатьох років і в теперішній час продовжують швидко розвиватися.

Особливе місце системи передачі інформації займають в системах управління, в яких необхідно забезпечувати передачу досить великих потоків інформації з високою швидкістю, достовірністю та надійністю. В процесі функціонування на телекомунікаційні мережі та її елементи впливають різні фактори, що порушують її нормальну роботу. Вони призводять до порушення роботи каналів та ліній зв'язку, фізичного виходу з ладу елементів мереж, інших негативних наслідків. Розглянемо принципи побудови систем передачі інформації по каналах з шумами та перешкодами. На рис. 1 наведена узагальнена схема системи передачі інформації в телекомунікаційній мережі [2]. Приймаючи повідомлення від джерела повідомлень, КОДЕР генерує та видає на модулятор вхідну двійкову послідовність з визначеною довжиною. Сам модулятор перетворює кожен такий символ на один з двох сигналів, що подаються на вхід каналу. Демодулятор, підключений до виходу каналу, видає

необхідний сигнал. Детектор же обробляє сигнал та видає елемент інформації, який у двійковому випадку являє собою дійсний скаляр. Декодер перетворює послідовність у розв'язок, що вказує, яке із усієї сукупності кодових слів було передано. Під каналом передачі у даному випадку мається на увазі середовище, за допомогою якого здійснюється передача сигналів від передавача до приймача.

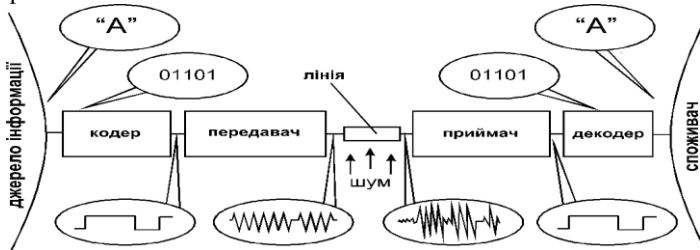


Рисунок 1 – Узагальнена система передачі інформації в мережах

В системі КОДЕР – це 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 кожен із двійкових символів перетворюється КОДЕРОМ у кодове слово. Декодер – це пристрій, який, приймаючи вихідну послідовність визначеної довжини, обробляє її та видає результат оброблення споживачу повідомлень у зручному для нього вигляді. Мета споживача полягає в тому, щоб дізнатися, яке з кодових слів було передано. Якщо на вхід КОДЕРА надійшли необхідна двійкових символів, то на виході декодера буде отримана сукупність із такого ж числа двійкових символів, яка називається рішенням. Якщо ж рішення не збігається з вхідним кодовим словом, то має місце помилка.

Ймовірність помилки залежить від коду, каналу та методу оброблення інформації у самому декодері. Якщо застосовується детермінований декодер, то метод оброблення інформації може бути описаний як відображення безлічі усіх прийнятих послідовностей в множину кодових слів, а відображення задається як список множини послідовностей які перетворюються в декодоване слово. Ступінь ризику передачі невірогідної інформації можна подати як добуток імовірності небажаних наслідків на відповідну величину втрат аналогічно як у працях [2]:

$$R = \sum_{i=1}^9 R_i = \sum_{i=1}^9 p_i \cdot Z_i, \quad (1)$$

де  $R$  – величина ризику;

$p_i$  – ймовірності небажаних наслідків передачі невірогідної інформації;

$Z_i$  – величини втрат інформації в каналі передачі.

У відносному вираженні ризик передачі невірогідної інформації оцінюють за допомогою коефіцієнта варіації  $\delta_z$ :

$$\delta_z = \sigma \frac{1}{Z} = \frac{1}{Z} \sqrt{\sum_{i=1}^n p_i \cdot (Z_i - \bar{Z})^2} \quad (2)$$

Виходячи із величини коефіцієнта варіації  $\delta_z$  використовують таку шкалу для оцінювання рівня ризику та відповідних зон ризику передачі невірогідної інформації у телекомунікаційній мережі:

- 0,0 – 0,1 мінімальний ризик; 0,1 – 0,25 малий ризик;
- 0,25 – 0,5 допустимий ризик; 0,5 – 0,75 критичний ризик;
- 0,75 – 1,0 катастрофічний ризик.

У реальних каналах передачі сигнали при передачі спотворюються, що приводить до відтворення повідомлення на приймальній стороні із деякою помилкою. Причиною таких спотворень можуть виступати як власні шуми приймально-передавальної апаратури, так і діючі на канал передачі зовнішні впливи як природного, так і штучного походження. У загальному випадку це веде до зниження ймовірності вірогідної передачі інформації та до зниження швидкості передачі в телекомунікаційній мережі. Причиною цього можуть так само бути спотворення, що вносяться каналом та випадкові зміни його параметрів. Спотворення, які можуть бути внесені каналом передачі, можуть бути лінійними і нелінійними. Вони усуваються шляхом відповідної корекції характеристик каналу. На відміну від спотворень перешкоди носять випадковий характер. Вони заздалегідь невідомі і тому не можуть бути повністю усунені.

На основі досліджень та аналізу каналів передачі даних, що застосовують технології видно, що у реальних каналах передачі інформації сигнали при передачі спотворюються, що приводить до відтворення повідомлення на приймальній стороні із деякою помилкою. Причиною таких спотворень можуть виступати як власні шуми приймально-передавальної апаратури, так і діючі на канал передачі зовнішні впливи як природного, так і штучного походження. У загальному випадку це веде до зниження ймовірності вірогідної передачі інформації та до зниження швидкості передачі в телекомунікаційній мережі. Таким чином, можна зробити висновок про те, що знання особливостей та принципів побудови каналів передачі телекомунікаційною мережею в умовах дії перешкод, дозволить будувати надійні канали передачі інформації для таких мереж.

#### Література

1. Бабич В. Д. Завадостійкість каналів зв'язку : навч. посібн. / В.Д. Бабич, О.Д. Кувшинов, О.П. Лежнюк, С.П. Лівенцев // К. : КВІУЗ, 2001. - 150 с.
2. Зайцев С. В. Математична модель оцінки достовірності передачі інформації в безпроводних мережах за умов впливу структурних завод / С.В. Зайцев // Молода наука України. Перспективи та пріоритети розвитку : матеріали XIV Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, (Київ, 26–27 грудня 2013 р.). – К.:, 2014. – С. 174 – 175

**Контактні дані авторів:**

Кульпак Володимирович

Хмельницький Юрій Владиславович: [getman-58@ukr.net](mailto:getman-58@ukr.net)