

# *ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ*

к.ф.-м.н., ст. викл.

Пилипенко О.В.

Узагальнена структурна схема будь-якої системи передачі інформації (зокрема волоконно-оптичної) і її основні елементи показані на рис. 2.1.

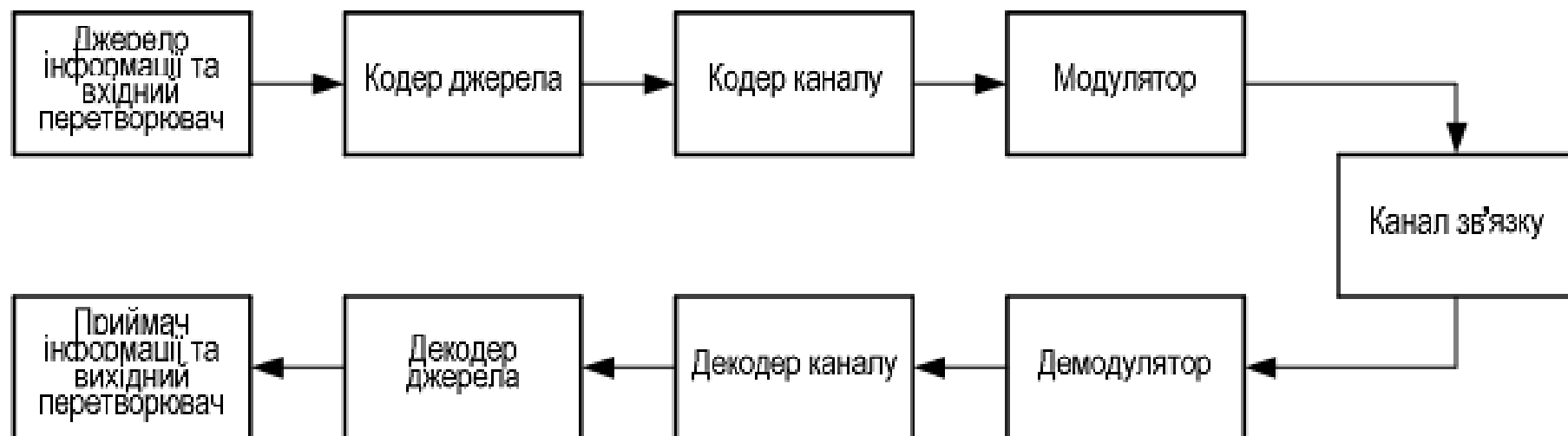


Рисунок 2.1 – Узагальнена структурна схема системи передачі інформації

На виході джерела інформації може бути або **аналоговий** сигнал, або **цифровий** (дискретний в часі і квантований за рівнем).

Процес ефективного перетворення сигналу (як аналогового, так і цифрового) на виході джерела інформації в послідовність, наприклад, двійкових символів називають **кодуванням** джерела або **стисненням** даних. Відзначимо, що кодування джерела не обов'язково повинне виконуватися з використанням основи коду два.

Метою кодера каналу є введення **керованої надмірності** в інформаційну послідовність, для того, щоб подолати дію шуму і вплив інтерференції, з якими доводиться стикатися при передачі сигналу по каналу зв'язку. Додана надмірність служить для підвищення надійності прийнятих даних і покращує вірність прийому сигналу. Фактично надмірність в інформаційній послідовності допомагає приймальному пристрою надійніше декодувати передані дані.

Основне призначення **модулятора** - перетворити інформаційну кодову послідовність у відповідний сигнал передачі.

**Канал зв'язку** - це фізичне середовище, яке використовується для передачі сигналу від передавача до приймача. При безпроводному зв'язку каналом може бути атмосфера. Телефонні канали зазвичай використовують ряд фізичних середовищ, включаючи лінії дротяного зв'язку, волоконно-оптичні кабелі і безпроводні лінії (мікрохвильові радіолінії). Для будь-якого фізичного середовища істотно, що передаваний сигнал схильний до випадкових спотворень через такі механізми як дію аддитивного теплового шуму, що генерується електронними пристроями, дію промислових перешкод, дію атмосферних перешкод та ін.

На приймальній стороні **демодулятор** обробляє спотворений в каналі передаваний сигнал і перетворює його в послідовність чисел, які є оцінками переданих даних.

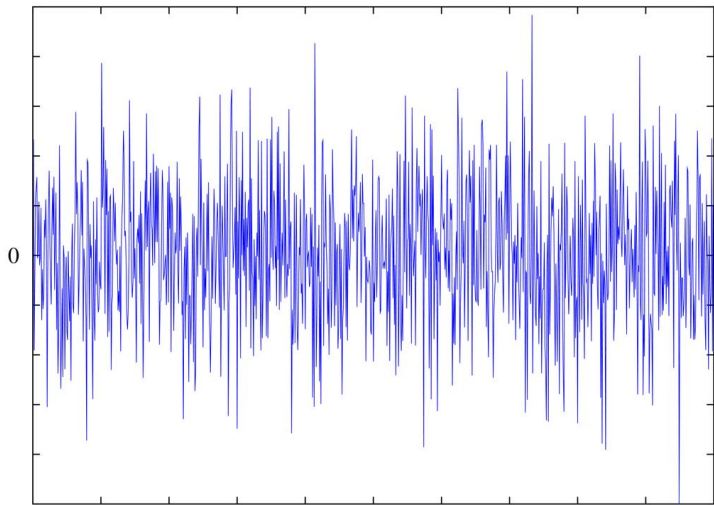
**Канальний декодер** відновлює первинну інформаційну послідовність, враховуючи вид коду і надмірність даних.

**Міра якості** роботи демодулятора і декодера - ця частота, з якою виникають помилки в декодованій послідовності. Вірогідність помилки є функцією від параметрів коду, форми передаваного сигналу, потужності передавача, способів демодуляції та декодування, фізичних характеристик каналу зв'язку.

Одна загальна проблема при передачі сигналу через будь-який канал – аддитивний шум. Він часто створюється усередині електронних компонентів, внаслідок чого його і називають тепловим шумом. Інші джерела шуму й інтерференції (накладення) можуть виникати поза системою, наприклад перехідні перешкоди від інших користувачів каналу.

Коли такий шум і перехідні перешкоди займають той же самий діапазон частот, що і корисний сигнал, їх вплив може бути мінімізований шляхом вибору передаваного сигналу і демодулятора в приймачі.

Інші види сигнальних спотворень – це загасання сигналу, амплітудні й фазові його спотворення.



• **Аддитивний білий гауссовський шум (АБГШ, англ. AWGN) - вид заважаючої дії в каналі передачі інформації. Характеризується рівномірною, тобто однаковою на всіх частотах, спектральною щільністю потужності, нормально розподіленими тимчасовими значеннями і адитивним способом впливу на сигнал.**

Основні джерела шуму у волоконно-оптичних системах – це фотодіоди і електронні підсилювачі.

Для максимального зниження втрат потужності передаваного сигналу характеристики джерел і приймачів випромінювання необхідно погоджувати з характеристиками оптоволоконних кабелів. При цьому враховуються такі чинники:

- довжина хвилі випромінювання повинна знаходитися в області малого загасання оптоволоконного кабелю;
- діаграма випромінювання джерела повинна відповідати апертурному куту вибраного світлопровода;
- фотоприймач повинен мати достатньо високу чутливість;
- повинна дотримуватися відповідність між швидкістю передачі і шириною спектру випромінювання джерела.

# Формування сигналу, що приймається

- При високошвидкісній передачі сигналів, коли амплітуди імпульсів, що приймаються, відносно малі і за наявності специфічних перешкод і спотворень точність інформації, що приймається, багато в чому визначається методом її обробки. Сигнал, що приймається, значно відрізняється від передаваного, тому для виділення даних з прийнятого сигналу його необхідно перетворити так, щоб або відновити початкову форму, або часові співвідношення між нуль-перетинами.
- В даний час найбільшого поширення набули чотири методи обробки (формування) прийнятого сигналу: амплітудний (пороговий), диференціюючий (по нулю похідної, пікове детектування), інтегруючий, парціальний.

# Амплітудне формування

- застосовується переважно при невисоких швидкостях передачі сигналів, коли ефективна тривалість імпульсів, що приймаються, менше періоду їх проходження, а також в комбінованих системах обробки.

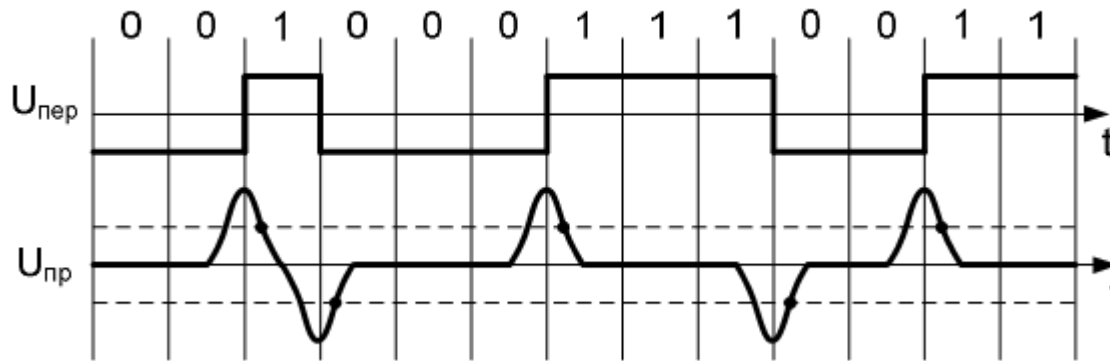


Рисунок 2.2 – Амплітудне формування сигналу, що приймається

Сигнал, що приймається, подається на пороговий елемент (компаратор, тригер Шмітта, та ін.), що спрацює при досягненні сигналом заданого порогового рівня (рис. 2.2).



# Диференціююче формування

- При диференціюючому формуванні порогові елементи спрацьовують при досягненні сигналом, що приймається, максимумів амплітуд (рис. 2.3).

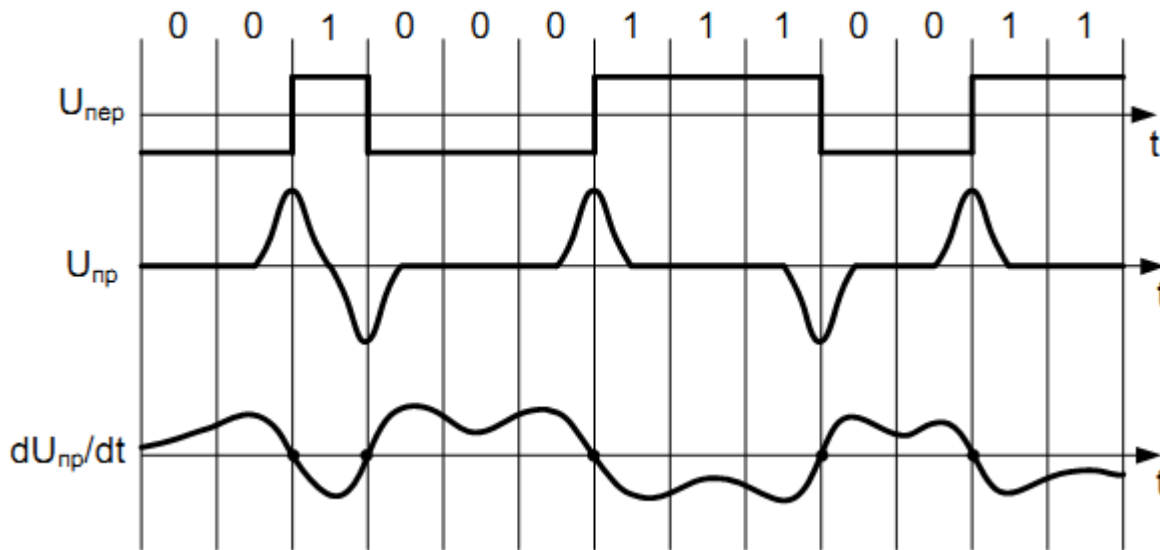


Рисунок 2.3 – Диференціююче формування сигналу, що приймається

Диференціююче формування найбільш схильне до впливу аддитивних шумів. В порівнянні з амплітудним формуванням диференціююче формування включає дві операції: лінійну і нелінійну.

# Інтегруюче формування

- відноситься до лінійних методів обробки.
- Операція інтегрування – лінійна, тому форма сигналу, що приймається, на виході формувача наближається до початкової (рис. 2.4).
- Включення інтегруючого формувача в канал прийому накладає обмеження на смугу його пропускання в області верхніх частот і виявляється у вигляді згладжування фронтів імпульсів, що приймаються

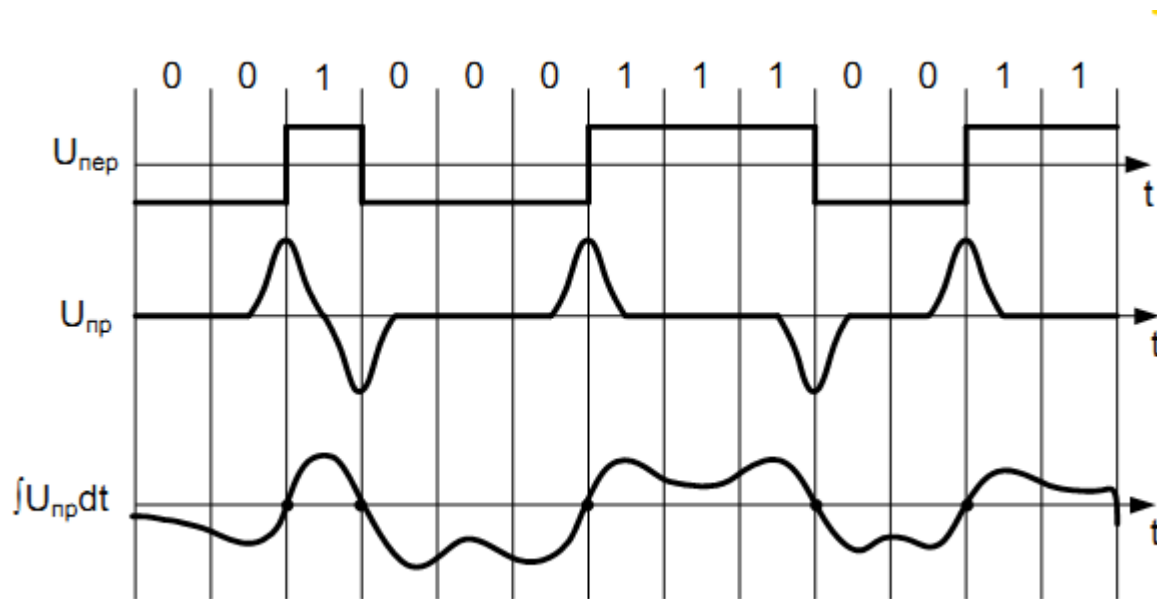


Рисунок 2.4 – Інтегруюче формування сигналу, що приймається

# Парціальне формування.

- Фільтри, які обмежують смугу пропускання системи передачі інформації, зазвичай розраховують так, щоб якомога більше цю смугу звузити, і не викликаючи при цьому дуже високий рівень інтерференції.
- Проте, існує клас способів передачі сигналів, в яких інтерференція створюється навмисне і, виходячи з цього, розраховується приймач.
- Унаслідок надмірного обмеження спектру сигналу при фільтрації смуга пропускання при заданій швидкості передачі сигналів зменшується, а імпульси, що перекриваються, створюють безліч рівнів. Це ускладнює процес детектування сигналів і підвищує вимоги до потужності сигналу при заданій вірогідності помилок.
- На рис. 2.5, а показана імпульсна характеристика типового парціального каналу.

як показано на рис. 2.5, б парціальна система з двома рівнями вхідного сигналу (+1,-1) створює на виході сигнал з трьома рівнями (+1, 0, -1).

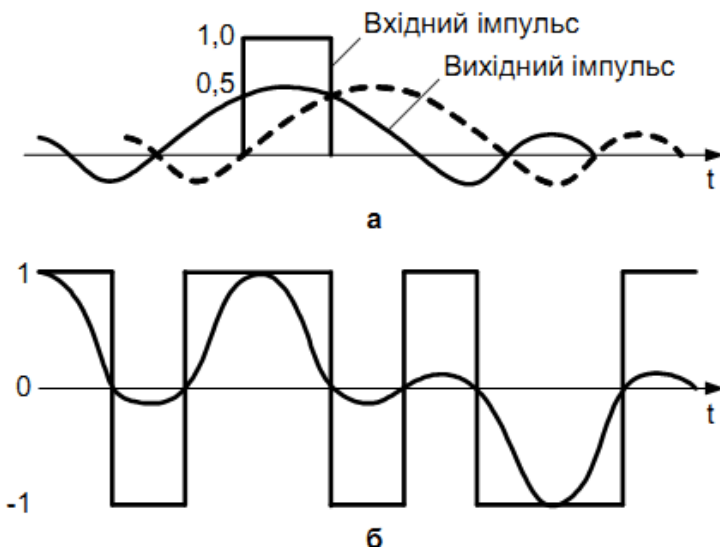
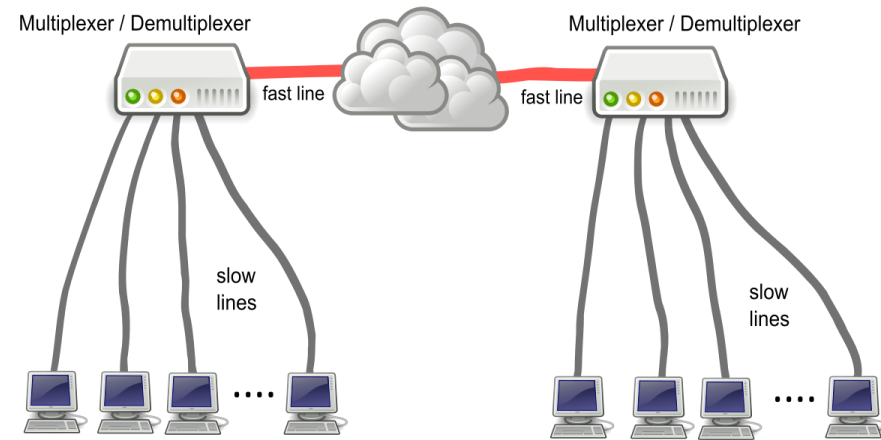


Рисунок 2.5 – Імпульсна характеристика парціального каналу (а) і вихідні трирівневі сигнали (б)

# Мультиплексування потоків даних

Під мультиплексуванням (часто також використовується термін ущільнення) розумітимемо об'єднання декількох менших за ємністю вхідних каналів зв'язку в один канал передачі більшої ємності. При реалізації такого об'єднання одним з основних завдань є усунення взаємного впливу сусідніх каналів.



Найчастіше використовують два методи мультиплексування:

- з частотним розділенням каналів (частотне мультиплексування/ущільнення);
- з часовим розділенням каналів (часове мультиплексування/ущільнення).

- При **частотному** мультиплексуванні смуга частот вихідного каналу ділиться на деяке число підсмуг (підканалів). Частотне мультиплексування достатнє складне в реалізації і настройці.
- При **часовому** мультиплексуванні на передавальній стороні комутатор послідовно підключає кожен вхідний канал на певний проміжок часу (званий також тайм-слот, інтервал комутації, цикл), необхідний для посилки якоїсь фіксованої частини сигналу в даному каналі. Сформований таким чином потік частин сигналів від різних вхідних каналів прямує в канал зв'язку. Слід зазначити, що комутатори на передавальній і приймальній сторонах повинні бути синхронізовані.

При багатоканальному зв'язку мультиплексування - операція абсолютно необхідна.

Багатоканальні системи світлопроводів можуть бути побудовані з використанням двох видів мультиплексування:

- мультиплексування електричних сигналів перед їх перетворенням в оптичні;
- мультиплексування оптичних сигналів.

Оптичне (хвильове) мультиплексування (Wavelength Division Multiplexing – WDM) використовує принцип частотного розділення в оптичному середовищі.

