

МЕТОД ПЕРВИННОГО ОБРОБЛЕННЯ СМУГОВИХ СИГНАЛІВ У ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі представлено метод первинного оброблення смугових сигналів у волоконно-оптичних системах передачі, згідно якого процес дискретизації виконується з урахуванням особливостей спектра амплітудно-імпульсно-модульованого сигналу. При цьому мінімальна частота дискретизації сигналів дорівнює подвоєній ширині спектра смугового сигналу, що збільшує швидкість передавання сигналів лінійними трактами волоконно-оптичних систем передачі.

Ключові слова: волоконно-оптичні системи передачі, смугові сигнали, частота дискретизації, амплітудно-імпульсна модуляція.

Засоби первинного оброблення смугових сигналів широко використовуються у сучасних волоконно-оптичних системах передачі (ВОСП). При цьому виникають специфічні проблеми, що пов'язані з особливостями передавання смугових сигналів трактами ВОСП [1]. В умовах сучасного розвитку цифрових телекомунікаційних засобів проблема розширення смуги робочих частот сигналів у ВОСП набуває особливої актуальності, тому що в результаті впровадження нових методів передачі передбачаються вищі швидкості передавання інформації [2].

Метою роботи є підвищення ефективності засобів первинного оброблення сигналів у ВОСП за рахунок збільшення швидкості передавання смугових сигналів.

У сучасних ВОСП смугові сигнали (СС) не обробляються безпосередньо, а зазнають дискретизації з метою подальшого їх перетворення у цифрову форму. З точки зору технічної реалізації рівномірна дискретизація з частотою f_S еквівалентна амплітудно-імпульсній модуляції (АІМ).

Вибір частоти дискретизації СС, що займає смугу частот $f_L \dots f_H$, здійснюється згідно виразу:

$$f_S \geq 2 f_H. \quad (1)$$

При перетворенні у цифрову форму СС, для яких справедливе співвідношення

$$\frac{f_H}{f_L} < 2, \quad (2)$$

спостерігається штучне завищення частоти дискретизації. Тому виникає проблема оптимізації частоти дискретизації залежно від частотної смуги оброблюваних СС. Визначимо мінімальну частоту дискретизації СС, яка дозволить збільшити швидкість передавання сигналів у лінійних трактах ВОСП. Розглянемо особливості вибору мінімальної частоти дискретизації СС, спектр яких обмежено не тільки зверху, але й знизу. Нехай гармоніки частоти дискретизації дорівнюють $n \cdot f_S$, ($n = 1, 2, 3, \dots$). Для того, щоб бічні смуги АІМ-сигналу не збігались зі спектром СС, що займає смугу $f_L - f_H$, необхідно одночасно виконувати дві умови:

- нижня бічна смуга LB_n повинна розміщуватись по осі частот вище або нижче спектра СС;
- верхня бічна смуга HB_n повинна розміщуватись по осі частот вище або нижче спектра СС.

Наведені умови можна записати у вигляді виразу, яким потрібно керуватись при виборі частоти дискретизації

$$2 \frac{f_H}{n_m + 1} \leq f_S \leq 2 \frac{f_L}{n_m}. \quad (3)$$

Число n_m називають порядком субдискретизації. Якщо СС має смугу $\Delta f = f_H - f_L$, то субдискретизація цього сигналу можлива, якщо

$$\frac{f_L}{\Delta f} \geq n_m. \quad (4)$$

Значення n_m можуть бути лише цілими числами. Тому можна ввести коефіцієнт $l \geq n_m$, який обмежує порядок субдискретизації. З (4) можна отримати значення l :

$$l = \text{ent} \left[\frac{f_L}{\Delta f} \right]. \quad (5)$$

При знаходженні порядку субдискретизації треба враховувати, що він знаходиться в межах $n_m = [1, l]$. Мінімальну частоту дискретизації СС можна знайти, підставивши максимальне значення з (5) у ліву частину (3):

$$f_{S \min} = 2 \frac{f_H}{l+1}. \quad (6)$$

Аналізуючи вираз (6), неважко впевнитись, що мінімальне значення частоти дискретизації дорівнює подвоєній смузі спектра СС, тобто

$$f_{S \min} = 2\Delta f. \quad (7)$$

Цей вираз є справедливим тоді, коли відношення $f_L / \Delta f$ є цілим числом. Якщо $f_L / \Delta f$ – дробове число, то $f_{S \min} > 2\Delta f$. Таким чином, завдяки режиму субдискретизації СС можна збільшити швидкість передавання сигналів лінійними трактами ВОСП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бортник Г.Г., Васильківський М.В., Кичак В.М. Методи та засоби підвищення ефективності оцінювання фазового дрижання сигналів у телекомунікаційних системах : монографія – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 140 с.
2. G.G. Bortnyk, V.M. Kychak, M.V. Vasylykivskyi, T. Zyska. The method of resolving power enhancement of jitter analyzers in fiber-optical networks, *Proc. SPIE 11045, Optical Fibers and Their Applications 2018*.

Бортник Геннадій Григорович – канд. техн. наук, професор кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, bgen88@gmail.com

Бортник Олександр Геннадійович – аспірант кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, alex.bortnik.it@gmail.com

Чубатюк Сергій Васильович – аспірант кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ppifoxtrout@gmail.com

METHOD OF PRIMARY PROCESSING OF BANDWAVE SIGNALS IN FIBER-OPTICAL TRANSMISSION SYSTEMS

Abstract

The paper presents a method for primary processing of band signals in fiber-optic transmission systems, according to which the discretization process is performed taking into account the features of the spectrum of the amplitude-pulse-modulated signal. In this case, the minimum signal discretization frequency is equal to twice the width of the band signal spectrum, which increases the speed of signal transmission through linear paths of fiber-optic transmission systems.

Keywords: fiber optic transmission systems, bandwave signals, sampling frequency, pulse-amplitude modulation.

Bortnyk Gennadiy Grygorovych – Ph.D., Professor of the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, bgen88@gmail.com

Bortnyk Oleksandr Gennadiiovych – postgraduate of the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, alex.bortnik.it@gmail.com

Chubatiuk Serhii Vasylovych – postgraduate of the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ppifoxtrout@gmail.com