

## ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЖИТЕРА: ТИПИ, ВИМІРЮВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ В СИСТЕМАХ PDH,SDH

Дрючин О. О., к.т.н., доцент; Коваленко А. В., студент  
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

### Вступ

Прийнято вважати, що термін «джитер» (*jitter* — тремтіння) в загальному випадку визначає небажані порушення тимчасової періодичності деяких подій. На системному рівні такі події зазвичай розглядаються як проміжки прибуття пакетів з інформацією у вузол призначення. У даному випадку ці терміни використовуються на фізичному рівні і відображають фазові перешкоди, які приводять до порівняно швидких або повільних коливань фронтів імпульсів в лінії зв'язку щодо їх ідеальних положень.

На рис. 1 зображена функція нестабільності частоти цифрового сигналу, що приймається.

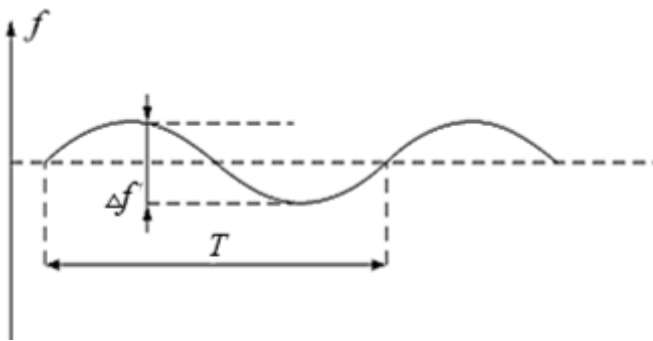


Рис. 1 — Функція нестабільності частоти цифрового сигналу, яка приймається.

Отже, з цього випливає, що відношення частоти модуляції і періода зміни частоти:

$$fd \sim 1/T \quad (1)$$

де: T — період сигналу,

Він визначає два типи змін частоти. У свою чергу, частотна межа між джитером і вандером (максимально допустима частота між швидким і повільним коливанням фронтів) за-

звичай дорівнює 10 Гц. Виходячи з цього можна сказати, що швидкі коливання частоти, що характеризуються  $fd > 10$  Гц власне і є джитером (у вітчизняній термінології фазового тремтіння), а повільні коливання частоти з  $fd < 10$  Гц отримали назву вандера (у вітчизняній термінології дрейфу фази).

### Типи та вимірювання джитера

Існує декілька основних причин виникнення джитера, які впливають на його структуру і впливають на параметри якості систем зв'язку.

*Регулярний (системний) джитер* зазвичай корельований з передаваними послідовностями бітів. Так як зазвичай існують затримки при передачі сигналів в скремблерах і кодерах, вони дуже часто залежать від типу приймальної/передавальної послідовності.

*Нерегулярний джитер* зазвичай обумовлений електромагнітною дією і інтерференцією із зовнішніми джерелами сигналу, такими як шум та віддзеркалення.

Вимірювання джитера відбувається різними способами. Найпростішим способом є оцінка по око-діаграмі. Інший широко відомий спосіб оцінки результуючого джитера (*Total Jitter, TJ*) — його нормалізована гістограма, яка є залежністю коефіцієнта бітових помилок *BER* від положення точки стробування на одиничному тимчасовому інтервалі *UI*. Точці стробування, що знаходиться в середині одиничного інтервалу, де  $U_i=0.5$  відповідає практично безпомилкова передача. У міру зсуву цієї крапки, що указує на збільшення джитера, величина *BER* зростає. Криву залежності *BER* від амплітуди джитера називають *U*-подібною кривою (*bathtub curve*).

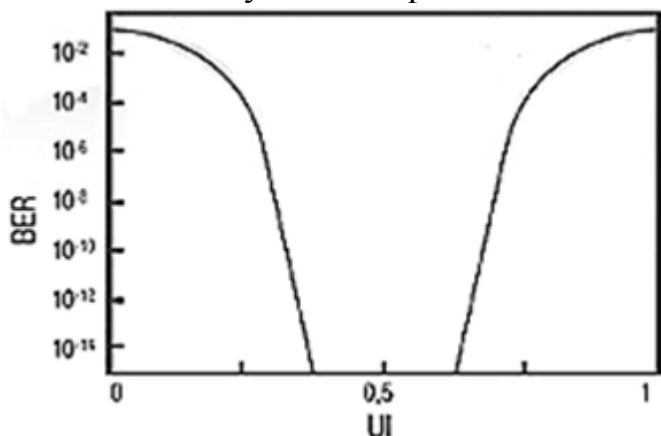


Рис.2 Залежність коефіцієнта бітових помилок *BER* від положення точки стробування

Відповідно до загальноприйнятої угоди джитер не повинен приводити до бітових помилок з коефіцієнтом більше 10–12. На *U*-подібній кривій цій величині *BER* відповідає діапазон джитера  $+0,2 UI$ .

Як бачимо, на Рис. 2 різко зростає крутизна кривих *BER* при збільшенні амплітуди джитера більше  $0,2 UI$ .

Також існує такий вид вимірювання джитера як спек-

тральний, він вважається дуже тонким і точним інструментом, але на жаль, прилади спектрального аналізу джитера достатньо дорогі і тому при експлуатації цифрового устаткування і цифрових систем передачі використовуються рідко.

### Визначення джитера в мережах *SDH* та *PDH*

Опис джитера буде неповним, якщо окремо не розглянути питання вимірювання джитера в системах *SDH*. Тут слід врахувати різну природу джитера в системах *PDH* і *SDH*. У системах *PDH* джитер виникає при некоректній роботі апаратури передачі (наприклад, тремтіння частоти задаючого генератора) або унаслідок особливостей середовища розповсюдження сигналу, тобто має фізичну природу. У системах *SDH* джитер має алгоритмічне походження. Він виникає як наслідок використання механізму зсуву показників для компенсації розсинхронізації в мережі. Таким чином, в системах *PDH* джитер є постійним по амплітуді, а в системах *SDH* — імпульсним. З цієї причини вимірювання джитера в системах *SDH* — найбільш важливо. Імпульсний джитер виникає в практиці телекомунікацій тільки при переході до технології *SDH*, тобто є принципово новим параметром вимірювань. Саме по цьому параметру спостерігається деяка розбіжність в існуючих стандартах. Наприклад, норма *Mse-t* на джитер в каналі *Ds3* складає не більше  $5 UI$ , тоді як зсув показників приводить до сплеску

джитера на 8 UI. Тому мультиплексорне устаткування системи *SDH* повинне компенсувати сплеск джитера, що утворюється. Норми на джитер в системах *SDH* визначені в рекомендації *MCE-T G.958*. Для вимірювання джитера на мережах *PDH* можна використовувати методику вимірювань з накопиченням даних і аналізом середнього значення параметра.

Нормами на джитер є: *G.823* (джитер в системах *PDH*), *G.825* (джитер в системах *SDH*). Норми на параметри помилок: *G.921* (цифрові проміжки на основі 2 Мбіт/с.), *G.826* та *G.821* (норми на параметри помилки для 2 Мбіт/с і вище). А щодо функцій управління, то для системи *SDH* це *G.831* та *G.784*.

Отже, можна зробити висновок, що питання про визначення основних характеристик джитера було висвітлено у повній мірі.

#### **Література**

1. Сухман С. М. Синхронизация в телекоммуникационных системах. Анализ инженерных решений / С. М. Сухман, А. В. Бернов, Б. В. Шевкопляс — М. : Эко-Трендз, 2003. — ISBN 5-88405-046-1
2. Бакланов И. Г. SDH-NGSDH Практический взгляд на развитие транспортных сетей / И. Г. Бакланов — М. : Метротек, 2006. — 736с. — ISBN 5-902733-02-2

#### **Анотація**

У даній роботі представлені основні характеристики джитера. Визначаються типи джитера, розглянуті способи його вимірювання та визначення в системах *PDH* та *SDH*.

Ключові слова: типи, вимірювання, *PDH*, *SDH*.

#### **Аннотация**

В данной работе представлены основные характеристики джиттера. Определяются типы джиттера, рассмотрены способы его измерения и определения в системах *PDH* и *SDH*.

Ключевые слова: типы, измерения, *PDH*, *SDH*.

#### **Abstract**

This paper presents the main characteristics of jitter. Identify types of jitter discussed ways to measure and determine systems *PDH* and *SDH*.

Keywords: types, measurements, *PDH*, *SDH*.