

ОЦІНКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СТРАТЕГІЙ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В МУЛЬТИСЕРВІСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Мошинська А.В.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: avmoshinskaya@gmail.com

Estimation of information efficiency of information transmission strategies in multiservice telecommunication systems

The modified technique of telecommunication technologies efficiency estimation is offered, which complements the known estimation technique for efficiency of information transmission systems, proposed by prof. Zyuko A., without changing its physical essence.

Аналіз існуючих підходів до оцінки ефективності цифрових мереж зв'язку та інформаційно-обчислювальних систем показує їх обмеженість з обліку можливостей зберігання інформації в системі, по знаходженню ступеня близькості до граничних характеристикам передачі інформації і щодо визначення оптимальних умов функціонування мережі.

В загальному випадку результат роботи системи зв'язку визначається кількістю і якістю інформації, що передається. Кількість оцінюється швидкістю передачі інформації по каналу, а якість - величиною помилки. Згідно теореми К. Шеннона, помилка при відповідному виборі методу передачі (модуляції/кодування) може бути досить малою [3].

У той же час, швидкість передачі не може бути вище деякого інформаційного ресурсу, званої пропускнуою здатністю каналу. В роботі А.Г. Зюко було запропоновано вважати одним з показників ефективності системи величину середньої швидкості, при якій забезпечується задана достовірність передачі інформації [1].

Сучасні мультисервісні телекомунікаційні системи є складними технологічними комплексами, для функціонування яких потрібні значні просторові, частотні та енергетичні ресурси. В свою чергу, ефективність використання ресурсів безпосередньо пов'язана з властивостями сигналів – переносників інформації. Властивості сигналів визначають достовірність, а значить і надійність передавання інформації в межах фізичних ресурсів, наданих мультисервісній системі. Тому оцінка на фізичному рівні ефективності мультисервісної телекомунікаційної системи та систем зв'язку як транспортної складової мультисервісної системи в рамках запропонованого матеріалу є частиною загальносистемних досліджень інформаційно-телекомунікаційних систем.

Запропонована модифікована методика оцінки ефективності телекомунікаційних технологій, яка доповнює відому методику оцінки ефективності систем передавання інформації, запропоновану проф. Зюко А.Г., не змінюючи її фізичної сутності, наступними новими можливостями:

– введення шкали узагальненої ефективності η для визначення її числових значень у діапазоні $0 < \eta \leq 1$;

– коректне відображення показників ефективності $\{\eta; \beta; \gamma\}$ на уніфікованій

шкалі для дискретних та неперервних систем передачі в області, обмеженій межею Шеннона;

– доступність комплексної оцінки інформаційної ефективності різних систем на основі трьох показників інформаційної ефективності: енергетичної β , частотної γ та узагальненої η , які роблять таку оцінку більш об'єктивною.

– розширення діапазону параметрів, які відображаються при зміні вимог до достовірності P при оцінці інформаційної ефективності різних систем передавання інформації;

– уточнення послідовності оцінки ефективності телекомунікаційних технологій з окремими видами модуляції (QAM та PSK-M).

Співвідношення для узагальненої інформаційної ефективності дорівнює:

$$\eta = \frac{R}{C} = \frac{\frac{1}{2}(\log M + P \log \frac{1}{M-1} + (1-P) \log(1-P))}{\log(1+h^2)} \quad (1)$$

де η – інформаційна ефективність; β , γ – коефіцієнти енергетичної та частотної ефективності; R – продуктивність мультисервісної системи; C – пропускна здатність каналу мультисервісної системи; P – імовірність помилки символу; h^2 – енергетичний потенціал лінії зв'язку.[2]

На рис. 1. представлено порівняння безпроводових та проводових технологій на основі показника інформаційної ефективності. Для порівняння був обраний певний набір багатократної маніпуляції (QPSK, QAM16) який використовується в кожній з технологій. При збільшенні кратності модуляції для підтримки необхідної достовірності передачі інформації $P = 10^{-5} - 10^{-6}$ спостерігається зростання показника частотної ефективності та погіршення показника енергетичної ефективності.

Технології LAN (ADSL2+, Wi-Fi) поступаються за інформаційною ефективністю технологіям MAN (UMTS, DVB-T2).

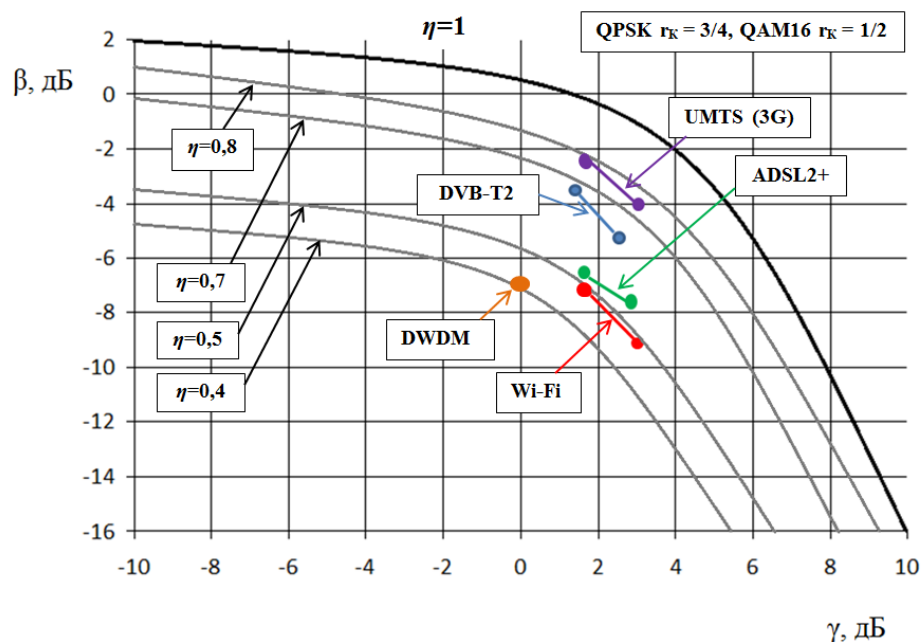


Рис. 1. Інформаційна ефективність мультисервісних телекомунікаційних систем.

Слід зазначити, що для безпроводових технологій показник енергетичної ефективності є більш чутливим, ніж для проводових. Звертаючись до технології

DWDM, можна бачити, що показники частотної та енергетичної ефективності істотно відрізняються від інших технологій в силу специфічного середовища передачі і шумових обставин в оптоволокні, а також за рахунок використання бінарних сигналів.

На рис. 2. представлені результати дослідження інформаційної ефективності для технології DVB-T2. Синьою лінією позначено зміну показників ефективності при використанні різних режимів багатократної модуляції (QPSK, QAM16, QAM64, QAM256). Швидкість кодування для даної залежності становить $r_k = 1/2$. Червоною лінією зазначено зміну показників ефективності при такому ж наборі модуляцій але швидкість кодування в цьому випадку становить $r_k = 5/6$. Для обох залежностей вимоги до достовірності складають $P=10^{-6}$.

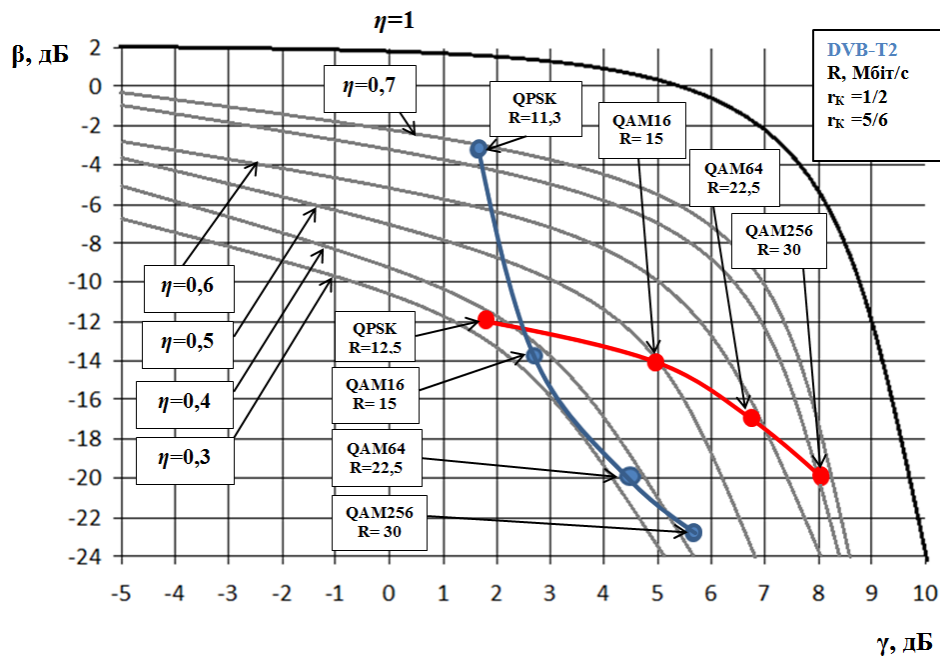


Рис. 2. Інформаційна ефективність DVB-T2.

Таким чином, червона залежність демонструє, що для досягнення достовірності $P=10^{-6}$ при швидкості кодування $r_k = 5/6$, тобто послабити вимоги до кодування в порівнянні з $r_k = 1/2$, можливо тільки у випадку збільшення відношення сигнал/шум. Це призводить до зміщення кривої вниз по шкалі енергетичної ефективності β . Одночасно, різниця між смугою частот та продуктивністю при $r_k = 5/6$ менша ніж при $r_k = 1/2$. Це призводить до зміщення кривої вправо по шкалі частотної ефективності.

Література

1. Зюко А. Г. Эффективность систем передачи сообщений / А. Г. Зюко // Электросвязь. – 1977. – № 6. – С. 17–19.
2. Уривський Л. О. Модифікована методика оцінки ефективності систем передачі інформації / Л. О. Уривський, А. В. Мошинська, К. А. Прокопенко // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2010. – № 6. – С. 24–29.
3. Shannon C. A Mathematical theory of communication / C. Shannon // Bell System Technical Journal. – 1948. – Vol. 27, July and October. – P. 379–423 and 623–656.