

Тоді в межах усієї зони TV-мовлення може бути розташовано $n_{\Pi 2} = \frac{M_s}{2}$ радіопередавачів, що працюють в одному каналі. Знаючи значення $n_{\Pi 1}$ і $n_{\Pi 2}$, легко визначити кількість радіоканалів N_k , необхідних для обслуговування TV-мовленням усієї території площею S:

$$N_k = \frac{n_{\Pi 1}}{n_{\Pi 2}} = \frac{k/2}{M_s/2} = \frac{k}{M_s} = \frac{S\Delta S}{S\Delta s} = \frac{\Delta S}{\Delta s} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4}d^2}{\frac{\sqrt{3}}{4}r_{\Pi}^2} = \left(\frac{d}{r_{\Pi}}\right)^2 = \frac{d^2}{3r^2}.$$

З вищенаведеного виразу випливає, що для зменшення кількості радіоканалів, необхідних для охоплення TV-мовленням заданої території, потрібно зменшити відстань між передавачами, що працюють в одному радіоканалі, і збільшити радіус мовлення кожної TV-станції.

Висновки. Під час проектування мереж телевізійного мовлення, крім розрахунку зони обслуговування з урахуванням рельєфу місцевості і умов проходження радіохвиль у вільному просторі, доводиться враховувати основні технічні характеристики використовуваних приймальних і передавальних пристроїв, включаючи антени, а також вплив випромінювання сусідніх станцій, що знаходяться у межах прямої видимості від точки приймання.

Для орієнтовних розрахунків можна скористатися спрощеною методикою, наведеною вище, яка враховує місцезнаходження станцій, сумарну випромінювану потужність P_s і план розподілу частот станцій.

У сільських місцевостях на значному віддаленні від обласного телевізійного центру під час установки телевізійних малопотужних ретрансляторів до 10 Вт методика розрахунку місця встановлюваних передавачів може бути спрощеною і відповідати значенням з таблиці, за умови, що $h_1=50$ м, $h_2=10$ м.

1. Катунин Г.П., Мамчев Г.В., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учеб. пособие. – Т. 2 // Радиосвязь, радиовещание, телевидение. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 672с. 2. Омелянюк І.В. Цифрове ефірне телебачення // Посібник для фахівців телебачення. – К.: ЗАО «Телерадіокур'єр», 2009. – 192 с.

УДК 621.396

В.О. Пелішок

Національний університет “Львівська політехніка”
кафедра телекомунікацій

ВИБІР ВУЗЬКОСМУГОВИХ ВИДІВ МОДУЛЯЦІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ БЕЗПРОВІДНОГО ЗВ'ЯЗКУ

© Пелішок В.О., 2010

Запропоновано методику вибору модуляції для забезпечення основних системних вимог до безпровідних систем передачі даних: заданої ймовірності появи бітових помилок та заданої швидкості передачі даних.

The method of choice of modulation is offered for providing of of the basik system requirements to the off-wire systems transmissions given: set propability of appearance of bit errors and set speed transmissions given.

Вступ. Модуляція посідає особливе місце серед багатьох різновидів методів та засобів підвищення ефективності безпровідних систем та мереж. Якщо деякі методи (наприклад, завадозахисне кодування) можуть використовуватись лише за певної необхідності, то застосування модуляції є обов'язковою компонентою радіосистем. Модуляція впливає фактично на усі складові ефективності функціонування системи.

Одним з найважливіших завдань є дослідження вибору виду модуляції (амплітудної, частотної, фазової або комбінованої) на ймовірність появи бітових помилок.

Постановка проблеми. Наявна значна кількість видів цифрової модуляції. Найширше розповсюдження набули різні види вузькосмугової модуляції (рис.1).



Рис. 1. Основні види вузькосмугової модуляції

Для систем безпроводного зв'язку задаються вимоги, основними з яких є:

$$P_b \leq P_{b\text{дон}}, W \leq W_{\text{дон}}, R \geq R_{\text{дон}}, \frac{E_b}{N_0} \geq \frac{E_{b\text{дон}}}{N_{0\text{дон}}}, \quad (1)$$

де $P_b, W, R, E_b/N_0$ – ймовірність появи бітових помилок, смуга частот, швидкість передавання, відношення енергії біта до спектральної густини потужності шуму.

У зв'язку з наявністю великої кількості видів цифрової модуляції реалізувати систему за заданими вимогами (1) можна кількома варіантами. Тому виникає питання вибору ефективніших видів модуляції.

Методика вибору видів модуляції. Серед багатьох можливих варіантів вибору видів модуляції найбільший інтерес являє варіант ефективної модуляції, критерієм якої вважатимемо

$$E = [(R/W)/(E_b/N_0)]_{\text{max}}. \quad (2)$$

У зв'язку з викладеним виникає проблема розроблення методики вибору ефективних видів модуляції. Значення достовірності приймання сигналів під час використання багаторівневих модуляцій та узгодження фільтрації [1, 2] становить:

для модуляції M-PSK

$$P_b = 2Q \sqrt{\frac{2 \log_2(M) E_b}{N_0} \sin^2 \left(\frac{\pi}{M} \right)}; \quad (3, \text{ а})$$

для модуляції M-ASK

$$P_b = \frac{2(M-1)}{M} Q \sqrt{\frac{2 \log_2(M) E_b}{N_0}}; \quad (3, \text{ б})$$

для модуляції M-QAM

$$P_b = \frac{2(1-L^{-1})}{\log_2(L)} Q \sqrt{\left(\frac{3 \log_2(L)}{L^2 - 1} \right) \frac{2 E_b}{N_0}}; \quad (3, \text{ в})$$

для модуляції M-MSK

$$P_b = \frac{2(M-1)}{M} Q \sqrt{\frac{\log_2(M) E_b}{N_0}}; \quad (3, \text{ г})$$

де $L = \sqrt{M}$, $M = 2^k$; k – кількість бітів в одному символі; Q – інтеграл похибок Гаусса.

Для вибору ефективних видів модуляції пропонується використовувати *характеристики ефективності*, які являють собою залежність

$$P_b = f \left[\left(\frac{E_b}{N_0} \right), R/W \right] \quad \text{за} \quad P_b = \text{const}. \quad (4)$$

Ці характеристики формуються як перерізи просторових залежностей (4).

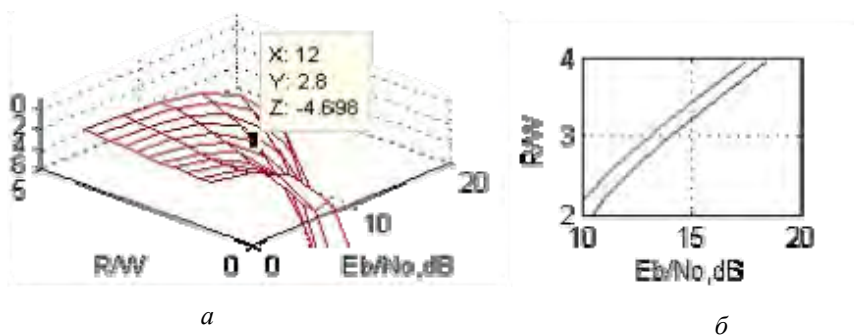


Рис. 2. Просторові залежності $P_b = f[(E_b / N_0), R / W]$ (а)
та їх проєкції на площину (б) за $P_b = const$

На рис. 3 показано для порівняння характеристики ефективності, отримані на основі залежностей (3, а) – (3, г). На основі наведених характеристик можна доволі наочно забезпечити вибір найефективніших видів модуляцій.

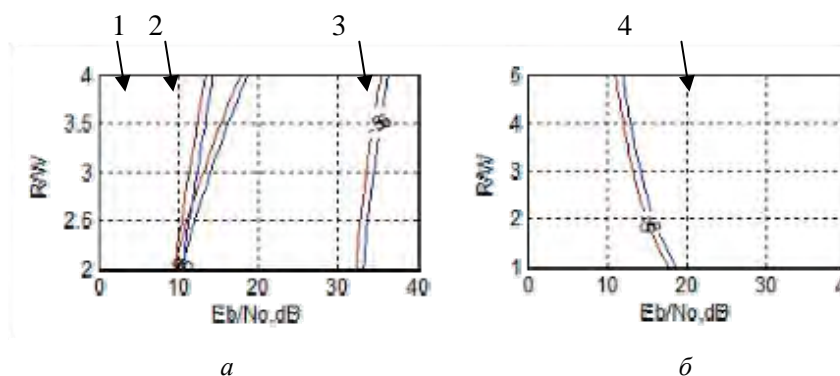


Рис. 3. Порівняння залежностей $\frac{R}{W} = f\left(\frac{E_b}{N_0}\right)$ за $P_b = 10^{-5}$, $P_b = 10^{-6}$ для різних видів модуляції:
1 – M-QAM; 2 – M-PSK; 3 – M-ASK (а); 4 – M-FSK (б)

З наведених залежностей зрозуміло, що найефективнішим видом модуляції є M-QAM.

Висновки. Запропоновано критерій порівняння ефективності різних видів модуляції. На основі цього критерію запропоноване формування характеристик ефективності різних видів модуляції.

Сформовані характеристики ефективності дають змогу наочно вибрати найефективніші види модуляції, залежно від технічних вимог щодо систем безпроводного зв'язку.

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с. 2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – 2-е изд., исп. / Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. – 1104 с. 3. Вишневикий В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с. 4. Веселовский К. Системы подвижной радиосвязи / Пер. с пол. И.Д. Рудинского; Под ред. А.И. Ледовского. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 536 с.