

МЕТОДИ МОДУЛЯЦІЇ В СТАНДАРТІ GSM

В сучасних стільникових мережах зв'язку використовуються різні методи модуляції. Розглянемо найбільш поширені методи модуляції, які використовуються в стандарті GSM.

В стандарті GSM найпоширенішими є наступні види модуляції MSK та GMSK. Проаналізуємо ці види модуляції.

Розглянемо MSK (Minimum Shift Keying – маніпуляція з мінімальним зсувом) маніпуляцію. В MSK вхідна послідовність бітових імпульсів модулятора розбивається на дві послідовності, які складаються відповідно з непарних і парних імпульсів, і модульований сигнал протягом чергового n -го біта визначається виразом (1.1), який залежить від стану поточного n -го і попереднього $(n - 1)$ -го біта:

$$S(t) = \pm \cos(\pi t / 2T) \cos \omega_0 t \pm \sin(\pi t / 2T) \sin \omega_0 t = \\ = \pm \cos(\omega_0 t \pm \pi t / 2T), (n-1)T \leq t \leq nT, \quad (1)$$

де $\omega_0 = 2\pi f_0$ – центральна частота каналу, а вибір знаків «плюс» або «мінус» перед відповідними членами виразу визначається алгоритмом, наведеним в табл.1.

Таблиця 1

Закон модуляції методу MSK

Біти вхідної послідовності модулятора		Знаки в першому представленні		Знаки в другому представленні		Значення несучої непарний
непарний біт	парний біт	знак першого доданку (cos)	знак другого доданку (sin)	загальний знак виразу (cos)	знак початкової фази ($\pi t / 2T$)	
1	1	+	+	+	-	f_n
0	1	+	-	+	+	f_b
0	0	-	-	-	-	f_n
1	0	-	+	-	+	f_b

З виразу (1) виходить, що поточна фаза модульованого сигналу визначається наступним виразом:

$$\varphi(t) = \omega_0 t \pm \pi t / (2T),$$

тобто набіг фази на інтервалі T одного біта визначається $\Delta\varphi = \pm\pi / 2$, а миттєва частота, як похідна від фази тобто миттєва частота приймає одне з двох значень $-f_b$ або f_n , яке постійне протягом біта, що і вказано в останньому стовпці табл. 1. Таким чином, зміна знака початкової фази в другій частині виразу (1) означає перехід від f_n до f_b або назад. Змінювання ж загального знаку виразу (1), яке еквівалентне змінюванню початкової фази на π дозволяє зберегти неперервність фази при змінюванні частоти.

Розглянемо GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) маніпуляцію. Цей метод є частотною маніпуляцією, при якій несуча частота дискретна – через інтервали часу, кратні періоду T бітової модулюючої послідовності.

Рознесення частот $\Delta f = f_b - f_n = F/2$ – мінімально можливе, при якому забезпечується ортогональність коливань частот f_n і f_b на інтервалі T тривалості одного біта; при цьому за час T між коливаннями частот f_n і f_b набігає різниця фаз, яка дорівнює π .

Таким чином, термін «мінімальний зсув» в назві методу модуляції відноситься, у вказаному вище значенні, до зсуву частоти. Оскільки модулююча частота в цьому випадку дорівнює $F/2$, а девіація частоти $F/4$, індекс частотної модуляції складає $m = (F/4)/(F/2) = 0.5$.

Термін «гауссовська» в назві методу модуляції відповідає додатковій фільтрації модулюючої бітової послідовності відносно вузькосмуговим гауссовським фільтром; саме ця додаткова фільтрація відрізняє метод GMSK від методу MSK.

Таким чином, введення гауссовського фільтру призводить до звуження головної пелюстки і зниження бічних пелюсток спектру на виході модулятора, чим забезпечується допустимий рівень завад по суміжним частотним каналам, отже в стандарті GSM доцільніше використовувати GMSK маніпуляцію.

Література

1. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. 5-е изд. М.: Эко-Трендз, 1998. – 360 с., ил.
2. Системы мобильной связи: учебное пособие для вузов / В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов; под ред. В.П. Ипатова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 272 с., ил.
3. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: учебник для вузов / В.В. Крухмалёв, Н.В. Гордиенко, А.Д. Моченов и др.; под. ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалёва. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. - 510 с.

УДК 621.396

*В.Г. Смоляр, к.т.н.,
І.І. Слюсарь, к.т.н., доцент,
К.О. Васильєв, к.т.н.,
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СПЕКТРАЛЬНОЇ ДЕМОДУЛЯЦІЇ В УМОВАХ ВПЛИВУ КОМБІНОВАНИХ ЗАВАД

Дана робота є продовженням досліджень, описаних у [1, 2] і розкриває результати імітаційного моделювання методу спектрального детектування сигналу в умовах впливу вузькосмугової завади на фоні білого гаусівського шуму.

Для побудови моделі процесу спектральної демодуляції був взятий за основу алгоритм, детально описаний в роботі [2]. Відмінністю є наявність в даній моделі генератора вузькосмугової завади в залежності від параметрів