



УКРАЇНА

(19) UA (11) 17921 (13) A

(51) H 04 B 1/04

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДБез проведення експертизи по суті  
на підставі Постанови Верховної Ради України  
№ 3769-XII від 23.XII. 1993 р.Публікується  
в редакції заявника

(54) СПОСІБ РАДІОМОВЛЕННЯ

1

(21) 96083284

(22) 16.08.96

(24) 03.06.97

(46) 31.10.97. Бюл. № 5

(47) 03.06.97

(56) 1. Chakrabarti N.B. Combined AM and PM for One - Sided Spectrum // PIRE. - 1959. - № 9, P. 357.

2. Costas J.P. A Mathematical Analysis of the Kahn Compatible Single - sideband System // PIRE. - 1958. - № 7, - P. 134 - 139.

(72) Чекчєєв Сергій Андрійович

(73) Чекчєєв Сергій Андрійович (UA)

(57) Спосіб радіомовлення, при котром осу-  
ществляють амплитудну і фазову модуля-  
цію радіосигнала, а прием радіосигнала  
производять при помощи АМ радиоприемни-  
ков, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что амплитуд-  
ную модуляцию осуществляют по закону

$$A(t) = F_7(F_6(F_5(F_4(F_3(F_2(F_1(S(t))))))))),$$

а фазовую модуляцию осуществляют по за-  
кону

$$\varphi(t) = F_9(F_8(F_6(F_5(F_4(F_3(F_2(F_1(S(t))))))))),$$

где  $S(t)$  - передаваемый звуковой сигнал, $F_1 - F_9$  - функции, описывающие опера-  
ции над сигналом:

2

$$F_1(x) = 1 + x,$$

$$F_2(x) = x^2,$$

$$F_3(x) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin \Omega_{\max} \tau}{\Omega_{\max} \tau} x(t - \tau) d\tau,$$

$$F_4(x) = \begin{cases} x, & \text{если } x \geq (1 - A_{\max})^2, \\ (1 + k)(1 - A_{\max})^2 - kx, & \text{если } x < (1 - A_{\max})^2, \end{cases}$$

$$F_5(x) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin \Omega_{\max} \tau}{\Omega_{\max} \tau} x(t - \tau) d\tau,$$

$$F_6(x) = \begin{cases} x, & \text{если } x \geq (1 - A_{\max})^2, \\ (1 - A_{\max})^2, & \text{если } x < (1 - A_{\max})^2, \end{cases}$$

$$F_7(x) = \sqrt{x},$$

$$F_8(x) = \frac{1}{2} \ln x,$$

$$F_9(x) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(t - \tau)}{t - \tau} d\tau,$$

где  $\Omega_{\max}$  - максимальная частота спектра  
передаваемого звукового сигнала  $S(t)$ ; $A_{\max}$  - максимальная амплитуда переда-  
ваемого звукового сигнала  $S(t)$ ; $k$  - любой неотрицательный коэффициент.Изобретение относится к радиотехнике  
и может быть использоваться в радиовещан-  
нии.Известен способ радиовещания [1] при  
котром амплитудную модуляцию радиосиг-нала осуществляют по закону  $A(t) = 1 + S(t)$ ,  
где  $S(t)$  - передаваемый звуковой сигнал,  
фазовую модуляцию радиосигнала осуществ-вляют по закону  $\varphi(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{S(\tau)}{t - \tau} d\tau$ , а при-

(19) UA (11) 17921 (13) A

ем радиосигнала производят при помощи АМ радиоприемников.

Недостатком известного способа радиовещания является большая ширина спектра радиосигнала.

Известен выбранный в качестве прототипа способ радиовещания [2], при котором амплитудную модуляцию радиосигнала осуществляют по закону  $A(t)=1+S(t)$ , фазовую модуляцию осуществляют по закону

$$\varphi(t) = \arctg \left( \frac{1}{\pi(1+S(t))} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{S(\tau)}{t-\tau} d\tau \right), \text{ а при-}$$

ем радиосигнала производят при помощи АМ радиоприемников.

Недостатком прототипа также является большая ширина спектра радиосигнала.

В основу изобретения поставлена задача сужения спектра радиосигнала путем того, что, в способе радиовещания, при котором осуществляют амплитудную и фазовую модуляцию радиосигнала, а прием радиосигнала производят при помощи АМ радиоприемников, амплитудную модуляцию осуществляют по закону

$$A(t)=F_7(F_6(F_5(F_4(F_3(F_2(F_1(S(t))))))))),$$

а фазовую модуляцию осуществляют по закону

$$\varphi(t)=F_9(F_8(F_6(F_5(F_4(F_3(F_2(F_1(S(t))))))))),$$

где  $S(t)$  - передаваемый звуковой сигнал,

$F_1 - F_9$  - функции, описывающие операции над сигналом:

$$F_1(x)=1+x,$$

$$F_2(x)=x^2,$$

$$F_3(x)=\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin \Omega_{\max} \tau}{\Omega_{\max} \tau} x(t-\tau) d\tau,$$

$$F_4(x)=\begin{cases} x, & \text{если } x \geq (1-A_{\max})^2, \\ (1+k)(1-A_{\max})^2 - kx, & \text{если } x < (1-A_{\max})^2. \end{cases}$$

$$F_5(x)=\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin \Omega_{\max} \tau}{\Omega_{\max} \tau} x(t-\tau) d\tau,$$

$$F_6(x)=\begin{cases} x, & \text{если } x \geq (1-A_{\max})^2, \\ (1-A_{\max})^2, & \text{если } x < (1-A_{\max})^2, \end{cases}$$

$$F_7(x)=\sqrt{x},$$

$$F_8(x)=\frac{1}{2} \ln x,$$

$$F_9(x)=\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(t-\tau)}{\tau} d\tau,$$

где  $\Omega_{\max}$  - максимальная частота спектра передаваемого звукового сигнала  $S(t)$ .

$A_{\max}$  - максимальная амплитуда передаваемого звукового сигнала  $S(t)$ .

Функции  $F_1 - F_9$  являются описаниями последовательно выполняемых над сигналом операций. Все данные операции могут быть выполнены с необходимой точностью методом непосредственного вычисления

при помощи цифрового вычисляющего устройства, либо другими известными методами.

Вначале рассмотрим случай, когда

5 спектр передаваемого звукового сигнала  $S(t)$  лежит в интервале частот от нуля до  $\frac{\Omega_{\max}}{2}$ , т.е. его ширина составляет половину

от своего максимального значения. При этом после выполнения операций, описываемых функциями  $F_1$  и  $F_2$ , сигнал будет описываться выражением  $(1+S(t))^2$ .

Максимальная частота спектра такого сигнала не превысит  $\Omega_{\max}$ , поскольку функции

15 вида  $x^2$  расширяет спектр сигнала не более, чем в два раза. Операция, описываемая функцией  $F_3$  состоит в отсечении от спектра сигнала всех его составляющих, лежащих выше частоты  $\Omega_{\max}$ . В данном случае такие составляющие отсутствуют. Поэтому после

20 выполнения операции, описываемой функцией  $F_3$ , сигнал будет описываться тем же выражением  $(1+S(t))^2$ . Минимальное значение сигнала  $(1+S(t))^2$  не ниже величины

25  $(1-A_{\max})^2$ , поэтому операция, описываемая функцией  $F_4$ , также не повлияет на форму сигнала. Аналогично не повлияют на форму сигнала функции  $F_5$  и  $F_6$ . После выполнения

операции, описываемой функцией  $F_7$ , получим сигнал вида  $1+S(t)$ . С учетом выполнения операций, описанных функциями  $F_8$  и  $F_9$ , математическое описание результирующего радиосигнала примет вид:

$$35 \quad u(t)=A(t)\cos(\omega t+\varphi(t))=(1+S(t))\cos(\omega t+ \\ +\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\ln(1+S(t-\tau))}{\tau} d\tau).$$

Огибающая данного радиосигнала неискажена, а ширина его спектра не превышает ширину спектра  $\Omega_{\max}$  передаваемого звукового сигнала.

Другой вид радиосигнала получается в том случае, когда спектр передаваемого звукового сигнала  $S(t)$  содержит составляю-

45 щие, лежащие в интервале частот от  $\frac{\Omega_{\max}}{2}$

до  $\Omega_{\max}$ . В этом случае, после выполнения операции, описываемой функцией  $F_2$ , получим сигнал  $S_2(t)=(1+S(t))^2$ , максимальная

50 частота спектра которого составляет  $2\Omega_{\max}$ . В частности, если  $S(t)=m\cos\Omega t$ , где  $m$  - коэффициент модуляции, имеем

$$S_2(t)=(1+S(t))^2=(1+m\cos\Omega t)^2$$

$$=1+\frac{m^2}{2}+2m\cos\Omega t+\frac{m^2}{2}\cos 2\Omega t.$$

Отсюда видно, что если частота  $\Omega$  лежит в верхней октаве спектра передаваемого звукового сигнала, то спектр сигнала  $S_2(t)$  содержит спектральную составляющую,

лежащую выше частоты  $\Omega_{\max}$ . После выполнения операции, описываемой функцией  $F_3$ , получим соответственно сигнал  $S_3(t) = 1 + \frac{m^2}{2} + 2 \cos \Omega t$ . При достаточно больших значениях  $m$  данный сигнал может принимать значения ниже уровня перемодуляции  $(1 - A_{\max})^2$ . Операции, описанные функциями  $F_4$  и  $F_5$  позволяют уменьшить среднее время перемодуляции. Так, например, при  $m=0,9$  получим  $S_3(t) = 1,405 + 1,8 \cos \Omega t$ . Задавшись значениями  $A_{\max}=0,9$  и  $k=1,39$ , после выполнения операций, описанных функциями  $F_4$  и  $F_5$ , получим сигнал  $S_5(t) = 1,54 + 1,53 \cos \Omega t$ , т.е. выполняется условие  $S_5(t) \geq (1 - A_{\max})^2$  и перемодуляция при  $m=0,9$  отсутствует. В общем случае, коэффициент  $k$  может принимать любые неотрицательные значения, в зависимости от конкретных статистических свойств сигнала  $S(t)$ , параметра  $A_{\max}$  и допустимого уровня внеполосных излучений.

Среднее время перемодуляции сигнала  $S_5(t)$  меньше среднего времени перемодуляции сигнала  $S_3(t)$ . Операция, описанная функцией  $F_6(t)$ , позволяет ограничить область определения значений результирующего сигнала  $S_6(t)$  уровнем перемодуляции  $(1 - A_{\max})^2$ .

С учетом выполнения операций, описанных функциями  $F_7$ ,  $F_8$  и  $F_9$ , математическое описание результирующего радиосигнала имеет вид:

$$u(t) = \sqrt{S_6(t)} \cos(\omega_0 t + \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\ln(S_6(t-\tau))}{\tau} d\tau).$$

В связи с тем, что основная энергия спектра сигнала  $S_6(t)$  лежит в интервале частот  $[0, \Omega_{\max}]$ , основная энергия спектра радиосигнала  $u(t)$  также лежит в полосе частот шириной  $\Omega_{\max}$ .

Упорядник

Техред Є.Копча

Коректор Н.Король

Замовлення 4257

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

