



УКРАЇНА

(19) UA (11) 47111 (13) U
(51) МПК (2009)
H04J 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ АНАЛОГОВО-ЦИФРОВОГО МОВЛЕННЯ У ДІАПАЗОНІ ДВЧ

1

2

(21) u200910776

(22) 26.10.2009

(24) 11.01.2010

(46) 11.01.2010, Бюл.№ 1, 2010 р.

(72) БАЛАН МИКОЛА МАКАРОВИЧ, ІСКЕНДЕР-
ЗАДЕ ШАХІН ГУСЕЙН, СТРЕЛКОВСЬКА ІРИНА
ВІКТОРІВНА(73) ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ЗВ'ЯЗКУ ІМ. О.С.ПОПОВА(57) Спосіб аналогово-цифрового мовлення у діа-
пазоні ДВЧ, що включає на передавальній стороні
передавання монофонічного сумарного сигналу

лівого і правого каналів у смузі частот 0,03-15 кГц, пілот-тону стереопередачі з частотою 19 кГц, сигналу RDS на частоті 57 кГц, який **відрізняється** тим, що на передавальній стороні для передавання різницевого сигналу, створеного з обмежених за частотою до 7 кГц лівого і правого каналів, використовують балансно-модульований сигнал з нижньою та верхньою бічними смугами у смузі частот 31-45 кГц, а для передавання цифрового сигналу додаткової програми використовують симетричні відносно подавленої частоти підносійної смуги частот 23-30 кГц і 46-53 кГц.

Корисна модель відноситься до техніки радіомовлення і може бути використана як спосіб аналогово-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ.

Найбільш близьким за технічною суттю є спосіб аналогово-цифрового радіомовлення у діапазоні ДВЧ FMeXtra [Federal Network Agency. Documentation G771/00593/07. Compatibility Measurements FMeXtra interfering with Aeronautical Radionavigation. Germany, September, 2007] у якому для передавання сумарного сигналу лівого і правого каналів використовується смуга частот 0,03-15 кГц, для передавання різницевого сигналу лівого і правого каналів використовуються смуги частот 23-38 і 38-53 кГц, а для передавання цифрового сигналу додаткової програми використовується смуга частот 62-99 кГц. Пілот-тон передається на частоті 19 кГц, а сигнали RDS - на потрібній частоті пілот-тону - 57 кГц.

Недоліками такого способу в указаному прототипі є підвищений рівень шумів передавання цифрового сигналу додаткової програми у смузі частот 62-99 кГц.

Відомий спосіб аналогово-цифрового радіомовлення у діапазоні ДВЧ [алан М.М., Виходець О.А. Патент на корисну модель № 40446, опубл. 10.04.2009, бюл. № 7, 2009] у якому для передавання сумарного сигналу лівого і правого каналів (А+В) використовується смуга частот 0,03-15 кГц, для передавання різницевого сигналу лівого і правого каналів (А-В) використовується одно-смугова модуляція та займається смуга частот 23-38 кГц, а для передавання цифрового сигналу додаткової

програми використовується смуга частот 41-53 кГц. Пілот-тон передається на частоті 19 кГц, а сигнали RDS - на потрібній частоті пілот-тону - 57 кГц.

Недоліками такого способу в указаному прототипі є несумісність стереофонічного приймання на типовий стереофонічний приймач, призначений для приймання стереопередачі за ДСТУ 4053-2001 (Система стереофонічного звукового мовлення з пілот-тоном. Загальні технічні вимоги. Методи вимірювань), оскільки в смугу частот різницевого сигналу 23-53 кГц типового стереофонічного приймача попадає різницевий сигнал лівого і правого каналів (А-В), що передається на одній бічній смузі 23-38 кГц і цифровий сигнал додаткової програми у смузі частот 41-53 кГц, який буде створювати шуми. Спосіб аналогово-цифрового радіомовлення у діапазоні ДВЧ за патентом на корисну модель № 40446 при використанні типового стереофонічного приймача потребує складної переробки з використанням нового фільтра для виділення однієї бокової смуги та складної схеми демодуляції односмугового сигналу, що вимагає лиш синхронного детектора.

В основу корисної моделі способу аналогово-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ поставлена задача зменшення зазначених недоліків. Суть корисної моделі способу аналогово-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ є те, що для передавання цифрового сигналу додаткової програми використовуються симетричні відносно подавленої частоти підносійної смуги частот 23-30 кГц і 46-53 кГц, у

(19) UA (11) 47111 (13) U

яких рівень шумів нижче, ніж у смузі частот 62-99 кГц, а для передавання різницевого сигналу, створеного з обмежених за частотою до 7 кГц лівого і правого каналів, використовується балансно-модульований сигнал з симетричними відносно подавленої частоти підносійної нижньою та верхньою бічними смугами у смузі частот 31-45 кГц.

Суттєвою перевагою пропонованого способу при використанні типового стереофонічного приймача є те, що потребується нескладна заміна лише смугового фільтра різницевого сигналу на фільтр з меншою смугою пропускання в схемах з амплітудним чи синхронним детектором чи впровадження фільтрації виділеного різницевого сигналу з обмеженням його смуги до 7 кГц в будь-яких схемах детектування різницевого сигналу, що дозволяє залишити використання навіть і самих малогабаритних носивних приймачів. Відсутність у різницевому сигналі частот більших 7 кГц, які не впливають на локалізацію, буде компенсовано за рахунок підняття рівня високих частот у лівому та правому каналах.

Перелік фігур, які використані в описі способу аналогово-цифрового радіомовлення у діапазоні ДВЧ:

Фіг. 1 Спектр складеного стереофонічного сигналу за способом радіомовлення FMeXtra.

Фіг. 2 Спектр складеного стереофонічного сигналу за способом аналогово-цифрового радіомовлення у діапазоні ДВЧ.

Фіг. 3 Спектр складеного стереофонічного сигналу за способом аналогово-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ.

На фіг. 1 представлено спектр складеного стереофонічного сигналу за способом радіомовлення FMeXtra у якому для передавання сумарного сигналу лівого і правого каналів (A+B) використовується смуга частот 0,03-15 кГц, для передавання балансно-модульованого різницевого сигналу лівого і правого каналів (A-B) використовуються смуги частот 23-38 і 38-53 кГц, а для передавання цифрового сигналу додаткової програми використовується смуга частот 62-99 кГц. Пілот-тон передається на частоті 19 кГц, а сигнали RDS - на потрібній частоті пілот-тону - 57 кГц.

На фіг. 2 поданий спектр складеного стереофонічного сигналу за способом аналогово-цифрового радіомовлення у діапазоні ДВЧ у якому для передавання сумарного сигналу лівого і правого каналів (A+B) використовується смуга частот 0,03-15 кГц, для передавання різницевого сигналу лівого і правого каналів (A-B) використовується одно-смугова модуляція та займається смуга частот 23-38 кГц, а для передавання цифрового сигналу додаткової програми використовується смуга частот 41-53 кГц. Пілот-тон передається на частоті 19 кГц, а сигнали RDS - на потрібній частоті пілот-тону - 57 кГц.

На фіг. 3 поданий спектр складеного стереофонічного сигналу за способом аналогово-цифрового радіомовлення у діапазоні ДВЧ у якому для передавання сумарного сигналу лівого і правого каналів (A+B) використовується смуга частот 0,03-15 кГц, для передавання різницевого сигналу (A-B), створеного з обмежених за частотою до 7 кГц лівого і правого каналів, використовується ба-

лансно-модульований сигнал з симетричними відносно подавленої частоти підносійної нижньою та верхньою бічними смугами у смузі частот 31-45 кГц, а для передавання цифрового сигналу додаткової програми використовуються симетричні відносно подавленої частоти підносійної смуги частот 23-30 кГц і 46-53 кГц. Пілот-тон передається на частоті 19 кГц, а сигнали RDS - на потрібній частоті пілот-тону - 57 кГц.

Забезпечення меншого рівня шумів у способі аналогово-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ здійснюється наступним чином:

Шуми у обмеженій смузі частот способу стереофонічного мовлення у діапазоні ДВЧ з частотною модуляцією визначаються (Кононович Л.М. Стереофоническое радиовещание. - М: Связь, 1974. - 262 с.) за формулою

$$U_{\text{ш}} \approx \gamma_0 \omega_B \sqrt{\frac{2A \arctg \Omega_B \tau}{P_0 \tau}}, \quad (1)$$

де γ_0 - коефіцієнт передачі тракту від входу частотного детектора до виходу приймача;

ω_B - середня частота зайнятої тим чи іншим сигналом смуги частот у складі складеного стереофонічного сигналу;

A - спектральна щільність потужності;

P_0 - потужність корисного сигналу;

Ω_B - верхня частота, що дорівнює половині зайнятої смуги частот;

τ - стала часу ланки перед спотворень.

Відношення В шумів $U_{\text{ш АЦМ}}$ у смугах частот цифрового каналу додаткової програми способу аналогово-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ щодо рівня шумів $U_{\text{ш FMeXtra}}$ у смузі частот цифрового каналу додаткової програми способу радіомовлення FMeXtra дорівнює:

$$B = \frac{U_{\text{ш АЦМ}}}{U_{\text{ш FMeXtra}}}, \quad (2)$$

Враховуючи, що для передавання цифрового сигналу додаткової програми використовуються дві смуги частот 23-30 кГц і 46-53 кГц, кожна з яких матиме шуми, відповідно, $U_{\text{ш1 АЦМ}}$ та $U_{\text{ш2 АЦМ}}$, то загальні шуми у двох смугах

$$U_{\text{ш АЦМ}} = \sqrt{U_{\text{ш1 АЦМ}}^2 + U_{\text{ш2 АЦМ}}^2}, \quad (3)$$

тоді

$$B = \frac{\sqrt{U_{\text{ш1 АЦМ}}^2 + U_{\text{ш2 АЦМ}}^2}}{U_{\text{ш FMeXtra}}}, \quad (4)$$

Підставимо формулу (1) у формулу (4) з внесенням відповідних буквених індексів для кожного зі способів, та ще для смуги 23-30 кГц внесемо індекс 1, а для смуги 46-53 кГц - індекс 2.

Одержимо відношення В

$$B = \frac{\sqrt{\left(\gamma_0 \omega_{B1AЦМ} \sqrt{\frac{2A \arctg Q_{B1}\tau}{P_0}}\right)^2 + \left(\gamma_0 \omega_{B2AЦМ} \sqrt{\frac{2A \arctg Q_{B2}\tau}{P_0}}\right)^2}}{\gamma_0 \omega_{BFMeXtra} \sqrt{\frac{2A \arctg Q_{BFMeXtra}\tau}{P_0}}} \quad (5)$$

Після низки перетворень

$$B = \frac{1}{\omega_{BFMeXtra}} \sqrt{\frac{\omega_{B1AЦМ}^2 \arctg Q_{B1}\tau + \omega_{B2AЦМ}^2 \arctg Q_{B2}\tau}{\arctg Q_{BFMeXtra}\tau}} \quad (6)$$

Рівень L шумів $U_{ш AЦМ}$ у двох смугах частот цифрового каналу додаткової програми способу аналогово-цифрового радіомовлення у діапазоні

ДВЧ відносно рівня шумів $U_{ш FMeXtra}$ у смузі частот цифрового каналу додаткової програми способу радіомовлення FMeXtra дорівнює

$$L = 20 \lg B = 20 \lg \left(\frac{1}{\omega_{BFMeXtra}} \sqrt{\frac{\omega_{B1AЦМ}^2 \arctg Q_{B1}\tau + \omega_{B2AЦМ}^2 \arctg Q_{B2}\tau}{\arctg Q_{BFMeXtra}\tau}} \right), \quad (7)$$

Підставимо відповідні значення параметрів у формулу (3):

- у способі аналогово-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ у смузі частот 23-30 кГц $f_{B1 AЦМ} = 26,5 \text{ кГц}$, $F_{B1 AЦМ} = 7,0 \text{ кГц}$, $\tau = 75 \text{ мкс}$;

- у смузі частот 46 – 53 кГц $f_{B2 AЦМ} = 49,5 \text{ кГц}$,

$F_{B2 AЦМ} = 7,0 \text{ кГц}$, $\tau = 75 \text{ мкс}$;

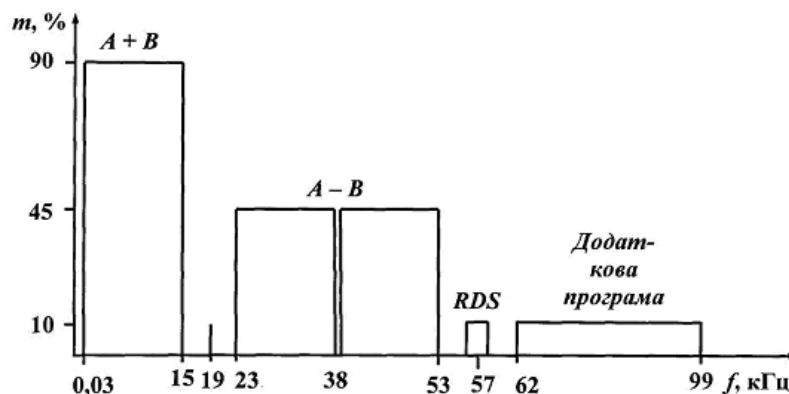
- у способі радіомовлення FMeXtra у смузі частот 62 – 99 кГц $f_{BFMeXtra} = 80,5 \text{ кГц}$,

$F_{BFMeXtra} = 18,5 \text{ кГц}$, $\tau = 75 \text{ мкс}$.

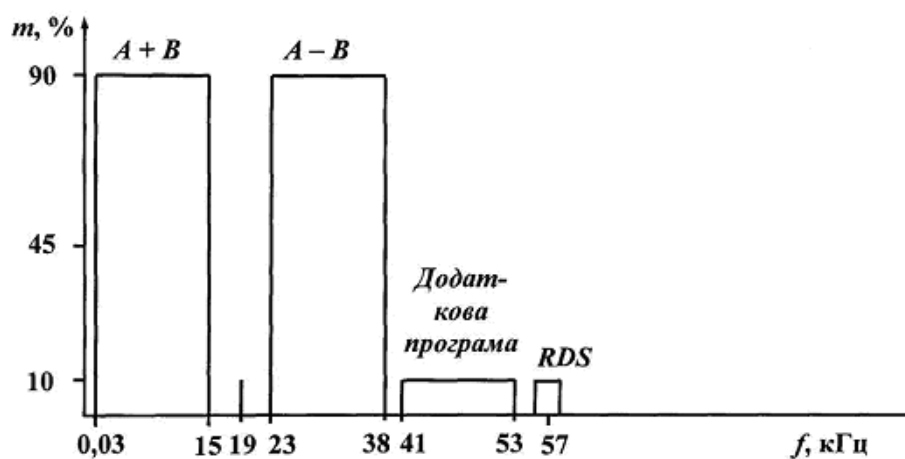
$$L = 20 \lg \frac{1}{2\pi \cdot 80500} \times \sqrt{\frac{(\pi \cdot 25500)^2 \arctg(\pi \cdot 7000 \cdot 75 \cdot 10^{-6}) + (\pi \cdot 49500)^2 \arctg(\pi \cdot 7000 \cdot 75 \cdot 10^{-6})}{\arctg(\pi \cdot 18500 \cdot 75 \cdot 10^{-6})}} \approx -3,7 \text{ дБ}, \quad (8)$$

Отже, у способі аналогово-цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ одержаний рівень L шумів $U_{ш AЦМ}$ у смугах частот цифрового каналу додаткової програми на 3,7 дБ менше рівня шумів $U_{ш FMeXtra}$ у смузі частот цифрового каналу додаткової програми за способом радіомовлення FMeXtra 62-99 кГц, є суттєвим виграшем (3,7 дБ) від використання симетричних відносно подавленої частоти піднесійної смуг частот 23-30 кГц і 46-53 кГц, у яких розміщується цифровий сигнал до-

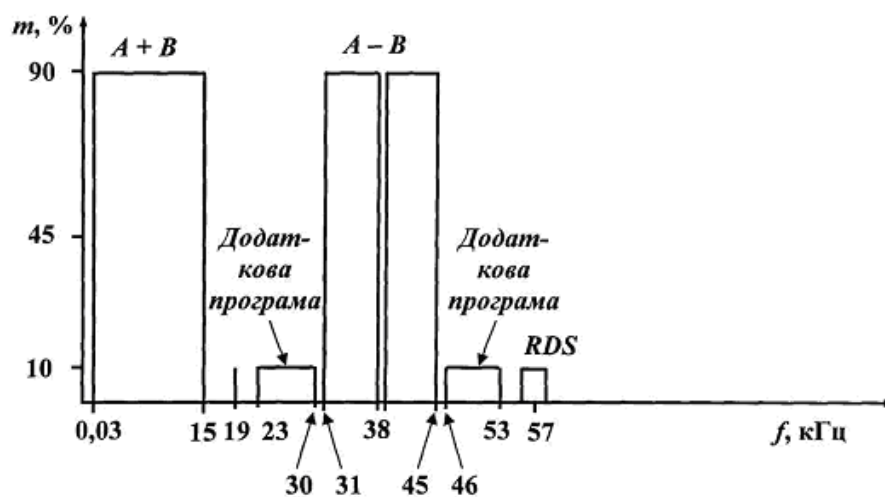
даткової програми, та використання балансно-модульованого сигналу з симетричними відносно подавленої частоти піднесійної нижньою та верхньою бічними смугами у смузі частот 31-45 кГц, що дозволяє використати типовий стереофонічний приймач з нескладною заміною лише смугового фільтра різницевого сигналу на фільтр з меншою смугою пропускання має велике практичне значення для впровадження нових технологій цифрового мовлення у діапазоні ДВЧ.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3