

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ РАДІОСТАНЦІЇ З УРАХУВАННЯМ УМОВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОХВИЛЬ ДЕКАМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

На основі проведеного аналізу можливостей багатофункціональних радіостанцій для забезпечення зв'язку в декаметровому діапазоні встановлено, що вибір доцільного режиму роботи для забезпечення вимог достовірності та своєчасності радіозв'язку з віддаленими кореспондентами в умовах невизначеності розповсюдження радіохвиль декаметрового діапазону за допомогою існуючих методів натикається на значні труднощі. У статті запропонований підхід вирішення такого завдання шляхом застосування теорії нечітких множин. Розроблений науково-методичний апарат визначення режимів роботи багатофункціональної радіостанції враховує відстань до віддаленого кореспондента, пору року, час доби та координати точки відбиття радіохвилі від іоносфери з урахуванням придатності того чи іншого режиму для забезпечення достовірного та своєчасного радіозв'язку. Проведено експериментальне дослідження розробленої методики для типової багатофункціональної радіостанції та надано рекомендації щодо області її застосування.

Ключові слова: оптимальна робоча частота, багатофункціональна радіостанція, функція належності, коефіцієнт придатності, режим роботи.

Вступ

При розробці програм радіозв'язку в декаметровому діапазоні для роботи з віддаленими кореспондентами для забезпечення вимог достовірності та своєчасності особливу роль відіграє процес вибору оптимальних робочих частот (ОРЧ). Оскільки такий радіозв'язок забезпечується за допомогою коротких хвиль (КХ), то вибір ОРЧ в першу чергу залежить від стану іоносфери. Саме тому для правильного вибору ОРЧ необхідно враховувати характеристики іоносфери, її зміни в часі, збуджуючі фактори та закони розповсюдження КХ при відбитті від іоносфери.

Постановка проблеми. Стан іоносфери характеризується висотами шарів та критичними частотами. Критичною частотою даного шару називається найбільша частота радіохвиль, при якій вони можуть відбиватися від шару при вертикальному падінні на нього. Але критичні частоти, поглинання та інші параметри іоносфери піддаються безперервним коливанням, змінюючись в невеликих межах навколо деяких середніх значень. В загальному випадку такі коливання характеризуються нечіткістю, а відхилення значень критичної частоти основного шару можуть знаходитися в межах до 20%. У зазначених умовах невизначеності стану іоносфери та розповсюдження радіохвиль декаметрового діапазону визначення ОРЧ відомими методами для забезпечення вибору режимів роботи багатофункціональної радіостанції натикається на значні труднощі.

Аналіз остатніх досліджень і публікацій.

Аналіз відомих підходів [1, 2] для вирішення завдань подібного класу, які основані на врахуванні статистичних даних фіксованих значень максимальної прийнятої частоти (МПЧ) та найменшої прийнятої частоти (НПЧ), показав, що вони не враховують умов невизначеності розповсюдження радіохвиль декаметрового діапазону та характерних особливостей режимів роботи багатофункціональних радіостанцій.

В той же час ступінь відповідності прийнятого рішення щодо вибору режиму роботи радіостанції може бути охарактеризований функцією належності [3], для побудови якої доцільно скористатися техніками теорії вимірювання та шкалювання [4]. Однак визначення переваг за багатьма метричними і неметричними властивостями з використанням існуючих підходів розкрито не в повній мірі та потребує розробки методик, які враховують особливості прийняття рішень щодо вибору режиму роботи багатофункціональної радіостанції в залежності від пору року, відстані до кореспондента, часу дня та координат точки відбиття радіохвилі від іоносфери з урахуванням придатності того чи іншого режиму для забезпечення достовірного та своєчасного радіозв'язку з віддаленими кореспондентами.

Мета статті. Розробка методики визначення режимів роботи багатофункціональної радіостанції з урахуванням особливостей їх застосування в умовах невизначеності розповсюдження радіохвиль декаметрового діапазону.

Виклад основного матеріалу дослідження

Відомо [1], що критична частота шару іоносфери f_0 визначається його областю, який має максимальну іонізацію, і дорівнює:

$$f_0 = 0,9 \cdot 10^{-2} \sqrt{N_{e_{\max}}} \quad (1)$$

де $N_{e_{\max}}$ - максимальна кількість електронів в 1 см^3 .

Якщо частота падаючої на шар хвилі вища критичної частоти даного шару, то вона проходить крізь нього і може відбитися від більш високого шару, який має більшу іонізацію. При похилому падінні хвилі на шар від нього відбиваються хвилі з частотами, які вищі критичної. За відомого кута падіння хвилі на шар МПЧ, при якій хвиля відбивається від шару, пов'язана з критичною частотою шару співвідношенням:

$$f_{\text{МПЧ}} = \gamma \cdot f_0, \quad (2)$$

де $\gamma \approx \sec(\Theta)$, а Θ – кут падіння між напрямком хвилі і вертикаллю до шару, який визначається відстанню до кореспондента та висотою відбиваючого шару.

МПЧ $f_{\text{МПЧ}}$ та НПЧ $f_{\text{НПЧ}}$ можуть змінювати свої значення в залежності від числа Вольфа, дальності до кореспондента, пори року, часу доби та координат точки відбиття радіохвилі, а різниця між ними може складати [1,2]:

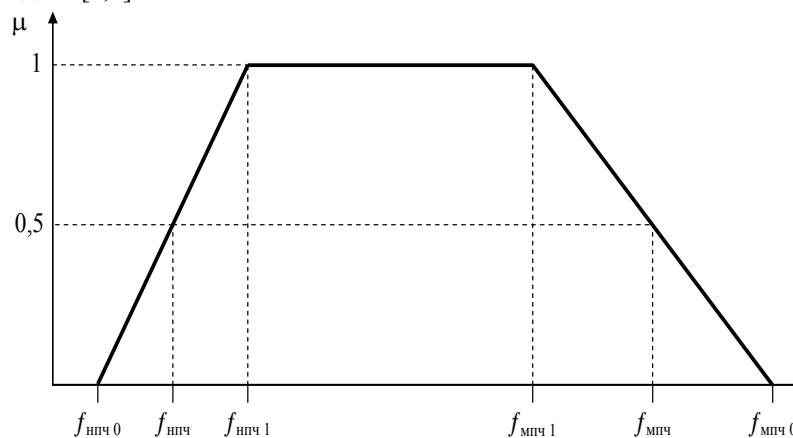


Рис. 1. Функція належності діапазону робочих частот (приклад)

За побудови функцій належності основним є поняття відносної переваги одного режиму роботи радіостанції перед іншим, тобто для двох режимів роботи, наприклад X_1 та X_2 , можна записати $X_1 < X_2$ в тому випадку, коли режим X_2 більш кращий (з точки зору допустимості), чим X_1 . Тоді побудована функція належності $\mu(X_m) \in [0,1]$, де $m = \overline{1, M}$ – кількість режимів роботи багатофункціональної радіостанції, ставить у відповідність кожному режиму X_m число із інтервалу $[0,1]$, яке характеризує ступінь належності рішення до множини допустимих рішень.

$$f_{\text{МПЧ}} - f_{\text{НПЧ}} = 50 \text{ кГц} \div 25 \text{ МГц} \quad (3)$$

МПЧ та НПЧ розраховуються за допомогою графіків розповсюдження частот декаметрового діапазону, побудованих на основі даних статистичних спостережень за умовами розповсюдження. З метою урахування їх значень виникає потреба побудови функції належності діапазону робочих частот. В результаті проведеного аналізу способів побудови функцій належності [5,6] та з урахуванням статистичних спостережень за умовами розповсюдження КХ найбільш прийнятною є трапецієподібна функція належності (рис. 1), де:

$f_{\text{НПЧ}0}$ ($f_{\text{МПЧ}0}$) - нижня (верхня) межа нечіткого числа частоти на нульовому рівні:

$$f_{\text{НПЧ}0} = f_{\text{НПЧ}} - 0,2 \cdot f_{\text{НПЧ}} \quad (4)$$

$$f_{\text{МПЧ}0} = f_{\text{МПЧ}} + 0,2 \cdot f_{\text{МПЧ}} \quad (5)$$

$f_{\text{НПЧ}1}$ ($f_{\text{МПЧ}1}$) - нижня (верхня) межа нечіткого числа частоти на одиничному рівні:

$$f_{\text{НПЧ}1} = f_{\text{НПЧ}} + 0,2 \cdot f_{\text{НПЧ}} \quad (6)$$

$$f_{\text{МПЧ}1} = f_{\text{МПЧ}} - 0,2 \cdot f_{\text{МПЧ}} \quad (7)$$

Інтервал $[f_{\text{НПЧ}1}, f_{\text{МПЧ}1}]$ називається оптимістичною оцінкою частоти f .

Інтервал $[f_{\text{НПЧ}0}, f_{\text{МПЧ}0}]$ називається песимістичною оцінкою частоти f .

Природнім являється також і вимога неперервності функції $\mu(X_m)$, яка формалізує інтуїтивну уяву про те, що якщо два рішення множини режимів роботи багатофункціональної радіостанції X_m відрізняються одне від іншого незначно, то й значення функцій належності для даних рішень також близькі [7].

Отже, функція належності $\mu(X_m)$ залежить від: мінімальної частоти діапазону робочих частот для даного режиму роботи f_{MIN} , максимальної частоти діапазону робочих частот для даного режиму роботи f_{MAX} , нижньої межі нечіткого числа частоти на нульовому рівні $f_{\text{НПЧ}0}$, верхньої

межі нечіткого числа частоти на нульовому рівні $f_{МПЧ0}$, нижньої межі нечіткого числа частоти на одиничному рівні $f_{НПЧ1}$, верхньої межі нечіткого числа частоти на одиничному рівні $f_{МПЧ1}$.

Для розрахунку її значень можливо скористатися функцією, яка враховує співвідношення між цими даними:

$$\mu(X_m) = (d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7, d_8), \quad (8)$$

де $d_1 = 0$, якщо $(f_{МАХ} \leq f_{НПЧ0}) \vee (f_{МІН} \geq f_{МПЧ0})$;

$d_2 = 1$, якщо $(f_{МІН} \leq f_{НПЧ0}) \wedge (f_{МАХ} \geq f_{МПЧ0})$;

$$d_3 = 1 - \left[\frac{f_{МІН} - f_{НПЧ0}}{f_{НПЧ1} - f_{НПЧ0}} \right] / (f_{МПЧ0} - f_{МІН}),$$

якщо $(f_{НПЧ0} < f_{МІН} < f_{НПЧ1}) \wedge (f_{МАХ} > f_{МПЧ0})$;

$$d_4 = 1 - \left[\frac{f_{МПЧ0} - f_{МАХ}}{f_{МПЧ0} - f_{МПЧ1}} \right] / (f_{МАХ} - f_{НПЧ0}), \text{ якщо}$$

$(f_{МПЧ1} < f_{МАХ} < f_{МПЧ0}) \wedge (f_{МІН} < f_{НПЧ0})$;

$$d_5 = 1 - \left[\frac{f_{МІН} - f_{НПЧ0}}{f_{НПЧ1} - f_{НПЧ0}} \right] / (f_{МАХ} - f_{МІН}) - \left[\frac{f_{МПЧ0} - f_{МАХ}}{f_{МПЧ0} - f_{МПЧ1}} \right] / (f_{МАХ} - f_{МІН}),$$

$$(f_{НПЧ0} \leq f_{МІН} \leq f_{НПЧ1}) \wedge (f_{МПЧ1} < f_{МАХ} < f_{МПЧ0});$$

$$d_6 = 1 - \left[\frac{f_{МІН} - f_{НПЧ0}}{f_{НПЧ1} - f_{НПЧ0}} \right] / (f_{МПЧ0} - f_{МІН}) -$$

$$\frac{f_{МАХ} - f_{НПЧ1}}{f_{МПЧ0} - f_{НПЧ1}},$$

якщо $(f_{НПЧ0} < f_{МІН} < f_{НПЧ1}) \wedge (f_{МАХ} < f_{МПЧ1})$;

$$d_7 = 1 - \left[\frac{f_{МПЧ0} - f_{МАХ}}{f_{МПЧ0} - f_{МПЧ1}} \right] / (f_{МАХ} - f_{НПЧ0}) -$$

$$\frac{f_{МПЧ1} - f_{МІН}}{f_{МПЧ1} - f_{НПЧ0}},$$

о

$(f_{НПЧ1} < f_{МІН}) \wedge (f_{МПЧ1} < f_{МАХ} < f_{МПЧ0})$;

$$d_8 = \frac{f_{МАХ} - f_{МІН}}{f_{МПЧ1} - f_{НПЧ1}}, \text{ якщо}$$

$(f_{НПЧ1} < f_{МІН}) \wedge (f_{МАХ} < f_{МПЧ1})$. Багатофункціональна радіостанція здатна забезпечувати роботу з кореспондентами у різних режимах [8], при цьому ефективна ширина спектру корисного радіосигналу ΔF для кожного з них приймає значення від сотень герц до одиниць мегагерц [9]. Приклади різних режимів роботи типової радіостанції наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Режими роботи радіостанції

X_m	Режим роботи радіостанції	ΔF
1	Відносна фазова телеграфія G1B, швидкість передачі 100 Бод	200 Гц
...
m-1	Відносна фазова телеграфія G1B, швидкість передачі 250 Бод	500 Гц
m	Робота в режимі псевдовипадкової перебудови робочої частоти (ППРЧ) (широка смуга)	2,0003 МГц
...
M	Робота в режимі ППРЧ (вузька смуга)	18,1 кГц

За допомогою запропонованої у [9] методики з урахуванням необхідності забезпечення вимог достовірності та своєчасності для багатофункціональної радіостанції, що розглядається, можуть бути розраховані коефіцієнти доцільності режимів роботи в умовах невизначеності розповсюдження радіохвиль декаметрового діапазону. Для цього визначають доцільні режими роботи радіостанції для кожного з кореспондентів:

$$g_{km} = f_k^D \wedge f_k^C. \quad (9)$$

де $k = \overline{1, K}$ – кількість віддалених кореспондентів;

f_k^D – нормована функція належності для k-го кореспондента щодо забезпечення необхідної достовірності сеансу радіозв'язку;

f_k^C – нормована функція належності для k-го кореспондента щодо забезпечення необхідної своєчасності сеансу радіозв'язку.

Значення нормованих функцій належності f_k^D та f_k^C для кожного кореспондента можна отримати

або із залученням експертів або за певними розрахунковими алгоритмами [5,6].

Для отриманих значень коефіцієнтів доцільності режимів роботи g_{km} виконується нормування відносно отриманих максимальних значень, а отримані результати формуються у вигляді матриці $G^{\text{норм}} = |g_{km}^{\text{норм}}|$, яка може бути подані у вигляді, як у табл. 2.

Таблиця 2

Нормовані коефіцієнти доцільності режимів роботи багатофункціональної радіостанції

Номери кореспондентів	Режими роботи багатофункціональної радіостанції					
	X_1	X_2	...	X_m	...	X_M
1	$g_{11}^{\text{норм}}$	$g_{12}^{\text{норм}}$	...	$g_{1m}^{\text{норм}}$	...	$g_{1M}^{\text{норм}}$
2	$g_{21}^{\text{норм}}$	$g_{22}^{\text{норм}}$	...	$g_{2m}^{\text{норм}}$	...	$g_{2M}^{\text{норм}}$

...
k	$g_{k1}^{норм}$	$g_{k2}^{норм}$	...	$g_{km}^{норм}$	...	$g_{kM}^{норм}$
...
K	$g_{K1}^{норм}$	$g_{K2}^{норм}$	...	$g_{Km}^{норм}$	...	$g_{KM}^{норм}$

На основі розрахованих значень функції належності та нормованих коефіцієнтів доцільності режимів роботи може бути розрахований коефіцієнт придатності режиму роботи багатофункціональної радіостанції. Він розраховується для умов, за яких буде забезпечено достовірний та своєчасний сеанс зв'язку з k-м віддаленим кореспондентом, у залежності від отриманих співвідношень між значенням ширини спектру корисного радіосигналу для m-го режиму роботи та нечіткими значеннями МПЧ і НПЧ:

$$s_{km} = g_{km}^{норм} \cdot \mu(X_m), \quad (10)$$

Після розрахунку значень коефіцієнтів придатності режимів роботи багатофункціональної радіостанції здійснюється їх ранжування для кожного кореспондента.

Таким чином, методика визначення режимів роботи багатофункціональної радіостанції з урахуванням умов розповсюдження радіохвиль декаметрового діапазону включає:

1. Розрахунок значень нижніх і верхніх меж нечітких чисел частоти на нульовому та одиничному рівнях за допомогою формул (4-7).

2. Визначення ефективної ширини спектру корисних радіосигналів для визначених режимів роботи.

3. Розрахунок значень функції належності значень МПЧ та НПЧ в умовах невизначеності розповсюдження радіохвиль декаметрового діапазону за формулою (8).

4. Розрахунок значень нормованих коефіцієнтів доцільності режимів роботи за допомогою формули (9).

5. На основі отриманих значень розрахунок коефіцієнтів придатності режимів роботи багатофункціональної радіостанції та їх ранжування для кожного кореспондента.

6. Формування матриці визначення режимів роботи багатофункціональної радіостанції.

Нехай для віддаленого кореспондента розраховані за результатами статистичних даних НПЧ та МПЧ мають значення: $f_{НПЧ} = 4,39$ МГц, $f_{МПЧ} = 12,7$ МГц, а елементи матриці нормованих коефіцієнтів доцільності режимів роботи типової радіостанції (табл. 3):

Таблиця 3

Нормовані коефіцієнти доцільності режимів роботи типової радіостанції

Кореспондент	Режими роботи багатофункціональної радіостанції						
	X ₂	X ₆	X ₁₁	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₁	X ₂₃
1	0,848	1	0,892	0,723	0,705	0,517	0,517

Розраховані за формулами (3 – 6) нижня (верхня) межа нечіткого числа частоти на нульовому рівні та нижня (верхня) межа нечіткого числа частоти на одиничному рівні:

$$f_{НПЧ 0} = 4,39 - 0,2 \cdot 4,39 = 3,512 \text{ МГц};$$

$$4 \quad f_{МПЧ 0} = 12,7 + 0,2 \cdot 12,7 = 15,24 \text{ МГц};$$

$$f_{НПЧ 1} = 4,39 + 0,2 \cdot 4,39 = 5,268 \text{ МГц};$$

$$f_{МПЧ 1} = 12,7 - 0,2 \cdot 12,7 = 10,16 \text{ МГц}.$$

Далі наводиться характеристика режимів роботи та ефективна ширина спектру корисних радіосигналів для визначених режимів роботи і розраховується значення функції належності $\mu(X_m)$ для кожного із них.

Режим №2. Відносна фазова телеграфія G1B, швидкість – 250 Бод. Ефективна ширина спектру 500 Гц. Радіостанція працює в діапазоні робочих частот від 1,6 МГц до 30 МГц. Після обрахунку за формулою (8) $\mu(X_2) = 1$.

Режим №6. Відносна фазова телеграфія G1B, пакетний обмін, швидкість – 250 Бод. Ефективна ширина спектру 500 Гц. Радіостанція працює в діапазоні робочих частот від 1,6 МГц до 30 МГц. Після обрахунку за формулою (8) $\mu(X_6) = 1$.

Режим №11. Робота в режимі ППРЧ, «широка смуга» (ширина від 70 кГц до 2 МГц), відносна фазова телеграфія G1B, швидкість – 75 біт/с. Ефективна ширина спектру 2,00015 МГц. Радіостанція працює в діапазоні робочих частот від 1,6 МГц до 30 МГц. Після обрахунку за формулою (8) $\mu(X_{11}) = 1$.

Режим №18. Робота в режимі ППРЧ, «вузька смуга», центральна частота $5 \text{ МГц} \leq F_C \leq 15 \text{ МГц}$, ширина смуги – 100 кГц, крок сітки частот – 2,5 кГц, відносна фазова телеграфія G1B, швидкість – 150 біт/с. Ефективна ширина спектру 100,3 кГц. Радіостанція працює в діапазоні робочих частот від 5 МГц до 15 МГц. Після обрахунку за формулою (8) $\mu(X_{18}) = 1$.

Режим №19. Робота в режимі ППРЧ, «вузька смуга», центральна частота $5 \text{ МГц} \leq F_C \leq 15 \text{ МГц}$, ширина смуги – 100 кГц, крок сітки частот – 2,5 кГц, відносна фазова телеграфія G1B, швидкість – 300 біт/с. Ефективна ширина спектру 100,6 кГц. Радіостанція працює в діапазоні робочих частот від 5 МГц до 15 МГц. Після обрахунку за формулою (8) $\mu(X_{19}) = 1$.

Режим №21. Робота в режимі ППРЧ, «вузька смуга», центральна частота $3,5 \text{ МГц} \leq F_C \leq 5 \text{ МГц}$, ширина смуги – 50 кГц, крок сітки частот – 2,5 кГц, відносна фазова телеграфія G1B, швидкість – 150 біт/с. Ефективна ширина спектру 50,3 кГц. Радіостанція працює в діапазоні робочих частот від 3,5 МГц до 5 МГц. Після обрахунку за формулою (8) $\mu(X_{21}) = 0$, тому що $f_{\text{MIN}} < f_{\text{НПЧ 0}}$.

Режим №23. Робота в режимі ППРЧ, «вузька смуга», центральна частота $1,6 \text{ МГц} \leq F_C \leq 3,5 \text{ МГц}$, ширина смуги – 17,5 кГц, крок сітки частот – 2,5 кГц, відносна фазова телеграфія G1B, швидкість –

75 біт/с. Ефективна ширина спектру 17,65 кГц. Радіостанція працює в діапазоні робочих частот від 3,5МГц до 5МГц. Після обрахунку за формулою (8) $\mu(X_{23}) = 0$, тому що $f_{\text{MIN}} < f_{\text{НПЧ0}}$.

Таки чином, після підрахунку із семи режимів по ступеню належності доцільними виявилися із семи режимів тільки п'ять.

За допомогою формули (10) розраховуються коефіцієнти придатності кожного режиму роботи:

$$s_2 = 0,848214 \cdot 1 = 0,848214;$$

$$s_6 = 1 \cdot 1 = 1$$

$$s_{11} = 0,892857 \cdot 1 = 0,892857;$$

$$s_{18} = 0,723214 \cdot 1 = 0,723214;$$

$$s_{19} = 0,705357 \cdot 1 = 0,705357;$$

$$s_{21} = 0,517857 \cdot 0 = 0;$$

$$s_{23} = 0,517857 \cdot 0 = 0.$$

В результаті ранжування отриманих результатів буде сформована матриця визначення режимів роботи багатофункціональної радіостанції (табл. 4):

Таблиця 4

Матриця придатності режимів роботи типової радіостанції

Кореспондент	Режими роботи багатофункціональної радіостанції						
	X ₆	X ₁₁	X ₂	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₁	X ₂₃
1	1	0,892	0,848	0,723	0,705	0	0

Аналіз отриманих результатів дає змогу стверджувати, що для визначених модельних умов оптимальним режимом роботи типової багатофункціональної радіостанції для зазначеного віддаленого кореспондента буде

Література

1. Організація іоносферно-хвильової служби в системах радіозв'язку короткохвильового діапазону: Навчальний посібник/ В. А. Шуренок, В. І. Коріненко, В. Ю. Бовсуновський, С. П. Фриз.- Житомир: ЖВІ НАУ, 2012 – 180 с. 2. Головин О. В. Системи и устройства коротковолновой радиосвязи / О. В. Головин, С. П. Простов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 600 с. 3. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьева и др.–М.: Радио и связь, 1989.– 305 с. 4. Герасимов Б. М. Человекомашинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта / Б. М. Герасимов, В. А. Тарасов, И. В. Токарев. – К.: Наукова думка, 1993. –181 с. 5. Ротштейн А. П. Интеллектуальные системы идентификации / А. П. Ротштейн. – К.: Техника, 1999. – 180 с.

режим №6, а функція переваг одних розглянутих режимів над іншими може бути записана у вигляді:

$$X_6 < X_{11} < X_2 < X_{18} < X_{19} < X_{21} < X_{23}. \quad (11)$$

Отримані результати дають змогу визначити переваги застосування визначених режимів роботи типової багатофункціональної радіостанції з урахуванням особливостей розповсюдження радіохвиль декаметрового діапазону.

Висновки й перспективи подальших досліджень.

В результаті проведених досліджень була розроблена методика визначення режимів роботи багатофункціональної радіостанції, застосування якої дає змогу визначити як оптимальний для певного кореспондента режим роботи, так і переваги одних режимів над іншими. Наукова новизна отриманих результатів полягає у врахуванні особливостей режимів роботи багатофункціональної радіостанції в умовах невизначеності розповсюдження радіохвиль декаметрового діапазону.

Запропонована методика може бути використана під час розроблення програм радіозв'язку на етапі підготовки застосування багатофункціональних радіостанцій, а також під час планування сеансів радіозв'язку з віддаленими кореспондентами.

Перспективним напрямком подальших досліджень є розробка науково-методичного апарату планування застосування груп багатофункціональних радіостанцій у різних умовах оперативної обстановки з урахуванням їх взаємодії, підпорядкованості та застосування режимів ретрансляції передачі даних.

6. Герасимов Б. М. Нечеткие множества в задачах проектирования, управления и обработки информации / Б. М. Герасимов, Г. Г. Грабовский, Н. А. Рюмшин. – К.: Техника, 2002. – 140 с. 7. Шматок С. О. Математичні та програмні засоби моделювання пристроїв і систем управління. Використання нечітких множин та нейронних мереж. Навчальний посібник. / С. О. Шматок, Ю. О. Подчашинський, О. С. Шматок. – Житомир: ЖДТУ, 2007. – 280 с. 8. Багатофункціональна радіостанція: керівництво з експлуатації. Ч1. – 2008. – 50 с. 9. Планування декаметрового радіозв'язку за допомогою переносних радіостанцій з урахуванням досвіду антитерористичної операції та стандартів НАТО: методичні рекомендації для проведення практичних занять / розроб. В. Ю. Бовсуновський, В. І. Коріненко. – Житомир: ЖВІ, 2016. – 44 с.

Методика определения режимов работы многофункциональной радиостанции с учетом условий распространения радиоволн декаметрового диапазона

Кориненко Вячеслав Иванович

Житомирский военный институт имени С. П. Королева, Житомир, Украина

На основе проведенного анализа возможностей многофункциональных радиостанций для обеспечения связи в декаметровом диапазоне установлено, что выбор целесообразного режима работы

для обеспечения требований достоверности и своевременности радиосвязи с отдаленными корреспондентами в условиях неопределенности распространения радиоволн декаметрового диапазона с помощью существующих методов наталкивается на значительные трудности. В статье предложен подход решения такой задачи путем применения теории нечетких множеств. Разработанный научно-методический аппарат определения режимов работы многофункциональной радиостанции учитывает расстояние к отдаленному корреспонденту, сезон года, время суток и координаты точки отражения радиоволны от ионосферы с учетом пригодности того или другого режима для обеспечения достоверной и своевременной радиосвязи. Проведено экспериментальное исследование разработанной методики для типичной многофункциональной радиостанции и представлены рекомендации относительно области ее применения.

Ключевые слова: оптимальная рабочая частота, многофункциональная радиостанция, функция принадлежности, коэффициент пригодности, режим работы.

Method of definition of multipurpose radio station operating mode taking into account conditions of propagation of high frequency radio-waves

Korinenko Vjacheslav Ivanovich

Zhitomir military institute of S. P. Koroliyov, Zhitomir, Ukraine

On the basis of the analysis of possibilities of multipurpose radio stations for communication maintenance in high frequency it is established that the choice of an expedient operating mode for maintenance of requirements of reliability and timeliness of a radio communication with the remote correspondents in the conditions of uncertainty of propagation of high frequency radio-waves by means of existing methods encounters considerable difficulties. In this article the approach of the decision of such problem by application of the theory of indistinct sets is offered. The developed scientifically-methodical approach of definition of operating modes of multipurpose radio station considers distance to the remote correspondent, a season of year, time of day and coordinate of a point of reflection of a radio-wave from an ionosphere taking into account suitability of this or that mode for maintenance of an authentic and timeliness radio communication. The experimental research of the developed technique for typical multipurpose radio station is executed and recommendations concerning area of its application are presented.

Keywords: optimum working frequency, multipurpose radio station, accessory function, suitability factor, operating mode.

References

1. Shurenok V. A., Korinenko V. I., Bovsunovskiy V. Ju., Fryz S. P. (2012) Organization of ionospheric wave radio communication systems in service short-range [Orhanizacija ionosferno-khvylyjovoji sluzhby v systemakh radiozv'jazku korotkokhvylyjovogho diapazonu], ZhVI NAU, Zhytomyr, 180 p.
2. Golovin O. V., S. P. Prostov (2006) Systems and devices of short wave radio communication [Sistemy i ustroystva korotkovolnovoy radiosvyazi], Goryachaya liniya-Telekom, Moscow, 600 p.
3. Borisov A.N., Alekseev A.V., Merkureva G.V. i dr (1989) Processing of fuzzy information in decision-making systems [Obrabotka nechetkoy informatsii v sistemah prinyatiya resheniy], Radio i svyaz, Moscow, 305 p.
4. Gerasimov B. M., Tarasov V. A., Tokarev I. V. (1993) Man-machine decision-making systems with elements of artificial intelligence [Chelovekomashinnye sistemy prinyatiya resheniy s elementami iskusstvennogo intellekta], Naukova dumka, Kiev, 181 p.
5. Rotshteyn A. P. (1999), Intelligent identification technology [Intelektual'nye tehnologii identifikatsii], Tehnika, Kiev, 180 p.
6. Gerasimov B. M., Grabovskiy G. G., Ryumshin N. A. (2002) Fuzzy sets in the problems of designing control and information processing [Nechetkie mnozhestva v zadachah proektirovaniya, upravleniya i obrabotki informatsii], Tehnika, Kiev, 140 p.
7. Shmatok S. O., Podchashynskiy Ju. O., Shmatok O. S. (2007) Mathematical and software means of modeling devices and control systems. The use of fuzzy sets and neural networks [Matematychni ta prohramni zasoby modeljuvannya prystrojiv i system upravlinnja. Vykorystannya nechitkykh mnozhyn ta nejronnykh merezh] ZhDTU, Zhytomyr, 280 p.
8. **Multification radio: operation manual** (2008) [Baghatofunkcionaljna radiostancija: kerivnyctvo z ekspluataciji] Ch1, 50 p.
9. Bovsunovskiy V. Ju., Korinenko V. I. (2016) Planning decametre radio communications using portable radios based on the experience of counterterrorist operation and NATO standards [Planuvannya dekametrovogho radiozv'jazku za dopomoghoju perenosnykh radiostancij z urakhuvannjam dosvidu antyterorystychnoji operaciji ta standartiv NATO: metodychni rekomendaciji dlja provedennja praktychnykh zanjatij], ZhVI, Zhytomyr, 44 p.