

телекоммуникационной сети в условиях чрезвычайных ситуаций как для каждого оператора телекоммуникаций, так и для Национального центра управления сетями в целом. Определен перечень задач, необходимых для обеспечения быстрого и полного восстановления устойчивого функционирования телекоммуникационной сети, а также разработаны этапы выполнения Плана.

Ключевые слова: телекоммуникационная сеть; система управления; чрезвычайная ситуация.

V. B. Tolubko, L. N. Berkman, G. F. Kolchenko, O. G. Varfolomeieva, N. G. Tverdohlib

SOME EXAMPLES OF TELECOMMUNICATIONS INFRASTRUCTURE OPERATION IN EMERGENCIES

The analysis of emergency situations and their possible impact on the operating of the telecommunication network is carried out in the article. Examples of failures of individual network components and their impact on the operation of a public telecommunications network, as well as the duration of such interruptions, are given. Classification of emergencies arising in telecommunication networks is given, including disasters, fires and explosions, natural disasters that cover large areas and affect the lives of many people, telecommunication infrastructure failures. Particular attention is given to identifying weak links in the operation of network equipment such as congestion, as well as blocking the functioning of fixed and mobile networks, low reliability of firefighters' portable radios, serious difficulties in the functioning of telecommunication network control centers in fulfilling the allocation and distribution functions of resources. The methods of dealing with the consequences of each of the emergency situations are analyzed and recommendations for preventing the most serious consequences are determined. These include: a plan for priority access to cellular communications; development and use of nationwide systems aimed at solving common problems; development and implementation of advanced telecommunication systems. The necessity of forming a special telecommunication restoration service and developing a plan for the restoration of the telecommunications network in emergency situations both for each telecommunications operator and for the National Network Management Center as a whole is substantiated. The list of tasks necessary to ensure the fast and complete restoration of the stable functioning of the telecommunications network is determined, and the stages of the implementation of the Plan are developed.

Keywords: telecommunication network; management system; emergency.

УДК 621.391

DOI: 10.31673/2412-9070.2020.061116

В. М. БЕЗРУК, доктор техн. наук, професор;

С. А. ІВАНЕНКО,

Харківський національний університет радіоелектроніки

ВІЯВЛЕННЯ НЕВІДОМИХ СИГНАЛІВ У КОГНІТИВНИХ РАДІОМЕРЕЖАХ

На даному етапі розвитку безпроводових технологій спостерігається стрімкий зріст обсягів інформаційних послуг, а також швидкості передавання інформації. Щоб задовільнити ці потреби, слід використовувати додаткові смуги частот. Однак нині більша частина радіоспектра вже зайнята для використання. Для розв'язання цієї проблеми може бути використана концепція когнітивного радіо, ефективність використання якої значною мірою залежить від алгоритмів виявлення сигналів у частотних каналах.

Дослідження алгоритмів виявлення невідомих сигналів здійснено методом статистичних випробувань під час радіомоніторингу в когнітивних радіомережах.

Досліджено показники якості виявлення невідомих сигналів. Запропоновані алгоритми виявлення мають підвищити ефективність виявлення вільних частотних каналів, поліпшуючи функціонування когнітивних радіомереж.

Розглянуто неklasичні методи виявлення невідомих сигналів, застосування яких можливо у рамках концепції когнітивного радіо. Ці методи відрізняються від класичних тим, що вони використовують інформацію лише про шум. У результаті комп'ютерного дослідження було отримано оцінки показників якості виявлення невідомих сигналів. Ці оцінки підтверджують працездатність та можливість використання запропонованих алгоритмів під час радіомоніторингу в когнітивних радіомережах.

Ключові слова: когнітивне радіо; методи виявлення сигналів; невідомі радіосигнали; радіоспектр; радіомоніторинг; частотний ресурс; невідомі сигнали.

Вступ

Сьогодні широко впроваджуються безпроводові радіотехнології, що використовують частотний ресурс. Кількість користувачів частотного ресурсу неухильно зростає і частотний діапазон стає досить переповнений. Однак, як показує аналіз, ефективність використання частотного ресурсу є не дуже високою [1], що обмежує впровадження нових безпроводових радіотехнологій.

Одним із варіантів розв'язання проблеми стала поява стандарту IEEE 802.22, який визначає роботу радіосистем у діапазоні частот від 54 до 698 МГц. Даний стандарт розроблено на основі застосування концепції когнітивного радіо (CR) [2–6]. При цьому здійснюється пошук «спектральних дірок», тобто

© В. М. Безрук, С. А. Іваненко, 2020

ділянок частотного діапазону, що не використовуються наразі первинними (ліцензійними) користувачами і які надаються вторинним користувачам.

Наприклад, для служб телерадіомовлення виділено велику смугу частот, окремі ділянки якої часом не використовуються і можуть бути надані для організації зв'язку з метою збору даних від різних давачів комунальних служб і систем безпеки, систем оповіщення персоналу в лікарнях тощо.

Основним завданням системи КР є відстежування динаміки змін сигнально-завадової обстановки під час радіомоніторингу заданого частотного діапазону. Це означає фіксацію таких сигнальних ситуацій, які створюються в кожний інтервал часу спостереження в аналізованих частотних каналах:

- ◆ не спостерігаються сигнали, які були наявні раніше. Така ситуація може бути ознакою зміни дислокації або зняття з експлуатації систем, що випромінюють ці сигнали в цьому частотному каналі;
- ◆ з'явилися нові, але раніше відомі сигнали. Зазвичай, це є ознакою появи випромінювальної системи, яка раніше працювала в цьому частотному каналі;
- ◆ з'явилися нові невідомі сигнали, що може бути ознакою роботи нових, раніше невідомих систем.

Отримання інформації про використання частотного ресурсу може виконуватися двома способами [2]:

- 1) із бази даних системи когнітивного радіо;
- 2) через радіомоніторинг заданого частотного діапазону.

Основні методи оброблення отриманої інформації під час радіомоніторингу можна класифікувати так:

- виявлення випромінювань гетеродина приймального пристрою первинного користувача (cooperative method);
- виявлення випромінювань передавального пристрою первинного користувача (non-cooperative method);
- визначення рівня інтерференції.

Для виявлення вільних частотних каналів має здійснюватись аналіз сигнально-завадової ситуації в частотних каналах. У результаті ухвалюється рішення щодо дії або суміші сигналу із завадою, або тільки завади в уже згадуваному частотному каналі, що фактично є завданням виявлення сигналу на тлі завади.

Слід зазначити, що в процесі радіомоніторингу сигнали і завади в частотних каналах мають, зазвичай, випадковий характер за різних обставин. Тому виникла потреба розв'язання завдань виявлення випадкових сигналів на тлі випадкової завади. При цьому існує апріорна невизначеність щодо ймовірнісних характеристик сигналів і завад.

Відомо застосування за цих умов таких методів виявлення сигналів [2]:

- енергетичний метод;
- метод узгодженої фільтрації;
- метод циклостаціонарної функції.

Зазначені методи виявлення засновано на використанні тих чи інших відомостей про сигнал. **Енергетичний метод** є найбільш поширеним, завдяки його малій обчислювальній складності і простоті реалізації. Основним недоліком є його мала придатність під час виявлення сигналів із малим відношенням сигнал/завада, а також складність визначення необхідного порогу спрацьовування з огляду на постійно мінливу сигнальну і завадову обстановку в частотних каналах.

Перевагами **методу узгодженої фільтрації** є малий час спостережень для отримання необхідного рівня помилкової тривоги або пропускання сигналу. До недоліків можна віднести необхідність використання певного виду приймального пристрою для приймання сигналів кожного класу первинних користувачів. Це робить даний метод непрактичним для широкого застосування в когнітивних радіомережах.

Метод із використанням циклостаціонарної функції засновано на вихідній надмірності, властивій сигналу. Перевага методу в тому, що він здатний досить добре відрізнити виявлювальний сигнал від завади. Це можливо навіть у разі, коли корисний сигнал перебуває нижче рівня шуму. До недоліків методу можна віднести велику обчислювальну складність і значний час спостереження.

Відомі також методи виявлення сигналів за умов апріорної невизначеності, яка долається з використанням відповідних навчальних вибірок реалізацій [7]. Однак особливістю завдань виявлення сигналів під час радіомоніторингу є відсутність можливості отримання навчальних вибірок сигналів через різноманітність сигналів у частотних каналах. Це обмежує можливості використання таких методів виявлення сигналів у процесі радіомоніторингу.

У статті розглянуто нетрадиційні методи виявлення невідомих сигналів, засновані лише на знанні ймовірнісних властивостей завади в аналізованих частотних каналах [8; 9]. Проведено дослідження

характеристик виявлення для відповідних вирішальних правил за допомогою статистичних випробувань на вибірках реалізацій реальних сигналів і завод, отриманих під час автоматизованого радіомоніторингу.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Вирішальні правила виявлення невідомих сигналів

У процесі оброблення спостережень в аналізованих частотних каналах висуваються дві гіпотези:

$$H^1 : x(t) = S(t) + \xi(t) \text{ — діє корисний сигнал на тлі завади;}$$

$$H^0 : x(t) = 0 + \xi(t) \text{ — діє тільки завада.}$$

Для завдання виявлення відомих сигналів на тлі заданої завади може бути використано вирішальне правило, засноване на порівнянні відношення правдоподібності з деяким граничним значенням [7]. Апріорна невизначеність, що спостерігається під час радіомоніторингу, долається з використанням навчальних вибірок, які застосовуються для отримання оцінок невідомих параметрів густини розподілу сигналів і завади. Однак специфіка реальних завдань виявлення сигналів під час радіомоніторингу така, що на оброблення надходять невідомі сигнали, для яких не є можливим отримання навчальної вибірки. Отже, відомі методи виявлення сигналів за умов апріорної невизначеності не можуть бути використані. Тому постає потреба розв'язання нетрадиційних завдань виявлення невідомих сигналів на тлі відомих завод, що діють в аналізованих частотних каналах.

У роботі [9] запропоновано методи виявлення невідомих сигналів на тлі завади, заданої в імовірнісному сенсі. При цьому для виявлення невідомих сигналів у вже згадуваному частотному каналі може бути використано таке вирішальне правило:

$$H^1 : W(\bar{X}/\bar{\alpha}^0) < \lambda$$

— приймається гіпотеза щодо наявності сигналу;

$$H^0 : W(\bar{X}/\bar{\alpha}^0) > \lambda$$

— відкидається гіпотеза про наявність сигналу.

Тут $W(\bar{X}/\bar{\alpha}^0)$ — багатовимірна густина розподілу завади, поданої L -вимірним вектором дискретних відліків \bar{X} ; $\bar{\alpha}^0$ — параметр густини розподілу; λ — деяке порогове значення, яке визначається з умови забезпечення заданої ймовірності помилкової тривоги.

Із урахуванням аналітичного виразу для гауссівського розподілу вектора спостережень \bar{X} вирішальне правило (1) зводиться до порівняння з порогом малаханобісової відстані вектора \bar{X} до еталону $\bar{\alpha}^0$:

$$H^1 : (\bar{X} - \bar{\mu}^0)^{tr} (R^0)^{-1} (\bar{X} - \bar{\mu}^0) > \Delta, \quad H^0 : (\bar{X} - \bar{\mu}^0)^{tr} (R^0)^{-1} (\bar{X} - \bar{\mu}^0) \leq \Delta. \quad (2)$$

Тут $\bar{\mu}^0$, R^0 — оцінки відповідно середнього вектора і кореляційної матриці, отримані за навчальною вибіркою реалізацій завади; Δ — деяке порогове значення.

У разі вибору базису Карунена-Лоева впливає вирішальне правило (2) у вигляді співвідношень:

$$H^1 : \sum_{j=1}^N \frac{(c_j - \mu_{jc}^0)^2}{(\sigma_{jc}^0)^2} > \Delta_c^0; \quad H^0 : \sum_{j=1}^N \frac{(c_j - \mu_{jc}^0)^2}{(\sigma_{jc}^0)^2} \leq \Delta_c^0, \quad (3)$$

де $(\sigma_{jc}^0)^2 = \lambda_j$ — власні числа вибіркової кореляційної матриці завади R^0 ; \bar{c} — подання реалізацій \bar{X} у базисі Карунена-Лоева з розмірністю $N < L$.

У разі подання спостережень \bar{X} у гармонійному базисі також може бути використано наближене вирішальне правило типу (3), де c_j — це спектральні відліки спостережень у базисі дискретних експоненційних функцій (ДЕФ).

Якщо розв'язок приймається за вибіркою обсягом v реалізацій \bar{X}_v , вирішальне правило (3) набуває такого вигляду:

$$H^1 : \sum_{r=1}^v \sum_{j=1}^N \frac{(c_{rj} - \mu_{jc}^0)^2}{(\sigma_{jc}^0)^2} > \Delta_{cv}^0; \quad H^0 : \sum_{r=1}^v \sum_{j=1}^N \frac{(c_{rj} - \mu_{jc}^0)^2}{(\sigma_{jc}^0)^2} \leq \Delta_{cv}^0. \quad (4)$$

Якщо спостереження будуть подані у вигляді сукупності координат енергетичних спектрів, то можна використати вирішальне правило, засноване на порівнянні евклідових відстаней поточних оцінок енергетичного спектра спостережень до еталону:

$$H^1 : \sum_{j=1}^N (G_j - G_{jc}^0)^2 > \Delta_G; \quad H^0 : \sum_{j=1}^N (G_j - G_{jc}^0)^2 \leq \Delta_G. \quad (5)$$

Тут еталони $G_j^0 = \frac{1}{n_0} \sum_{r=1}^{n_0} (c_{jr}^0 - \mu_{jr}^0)^2$, $j = \overline{1, N}$ — це оцінки координат енергетичного спектра завади, відшукані за навчальною вибіркою обсягом n_0 реалізацій; $G_j = \frac{1}{v} \sum_{r=1}^v (c_{jr} - \mu_{jr}^0)^2$, $j = \overline{1, N}$ — поточна оцінка енергетичного спектра спостереження, отримана за вибіркою меншого обсягу $v \ll n_0$.

Наведені вирішальні правила (2)–(5) визначають деякі можливі алгоритми виявлення невідомих сигналів на тлі завади, які можуть бути використані для виявлення незайнятих частотних каналів у когнітивних радіомережах.

Результати досліджень алгоритмів виявлення невідомих сигналів

Оскільки ефективність роботи когнітивних радіомереж значною мірою залежить від ефективності виявлення вільних частотних каналів у вже згадуваному частотному діапазоні, було проведено порівняльні дослідження розглянутих вирішальних правил виявлення сигналів. Дослідження були виконані методом статистичних випробувань із використанням вибірок реалізацій реальних сигналів і завод, отриманих під час проведення радіомоніторингу заданого діапазону частот. У результаті було здобуто оцінки показників якості виявлення сигналів для різних вирішальних правил за різних умов і параметрів досліджень.

Для проведення досліджень методом статистичних випробувань розглянуті вирішальні правила виявлення (2)–(5) реалізовано програмно в середовищі MATLAB. Дослідження виконували на вибірках сигналів і завод, відповідних радіовипромінюванню у смузі частот, передбачених стандартом IEEE 802.22 для роботи когнітивних радіомереж. Цифрові записи реалізацій сигналів і завод було отримано з використанням SDR обладнання, яке дає змогу сканувати й аналізувати заданий частотний діапазон, а також виробляти цифрові записи спостережень у вибраних частотних каналах.

Особливістю SDR обладнання є формування і використання цифрових сигналів на проміжній частоті (цифровий ПЧ) для забезпечення роботи перепрограмованих пристроїв частотної фільтрації сигналів. Використання цифрової ПЧ стало можливим завдяки появі високошвидкісних АЦП і ЦАП із великою розрядністю і високою лінійністю, а також пристроїв цифрового оброблення сигналів на основі високошвидкісних сигнальних процесорів [10].

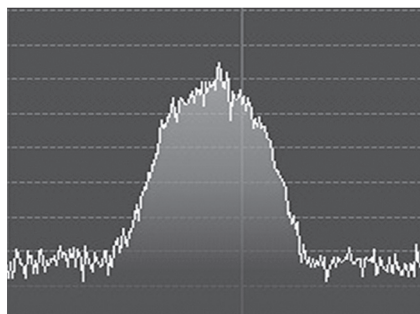


Рис. 1. Спектр сигналу з широкосмуговою частотною модуляцією

Як SDR приймач у роботі було використано DVB-T TV USB тюнер з установленням і налаштуванням відповідного програмного забезпечення, зокрема програми SDR# з відкритим вихідним кодом. Такий тюнер здатний забезпечити приймання радіовипромінювань у діапазонах частот від 24 до 1710 МГц і аналізувати спектри сигналів із різними типами модуляцій: AM, FM, WFM, NFM, CW, SSB. Форму спектра одного із сигналів з широкосмуговою частотною модуляцією зображено на рис. 1. Цей сигнал розглядався у процесі досліджень як невідомий сигнал, що з'являється на тлі завади в уже згадуваному частотному каналі.

Із використанням зазначеного обладнання та програмного забезпечення було отримано і записано в оцифрованому вигляді навчальні та контрольні вибірки реалізацій завод і деяких сигналів, що діють у частотних каналах згідно зі стандартом IEEE 802.22. Навчальні вибірки реалізацій завади використано для оцінювання параметрів вирішальних правил (2)–(5). Контрольні вибірки сигналів і завод використано для проведення статистичних випробувань і здобуття оцінок імовірностей правильного виявлення невідомих сигналів і ймовірностей помилкової тривоги. Для отримання оцінок показників якості виявлення сигналів статистичними випробуваннями використовувалися контрольні вибірки реалізацій сигналів і завод обсягом по 1000 реалізацій тривалістю $L = 512$ часових відліків.

У результаті досліджень здобуто залежності ймовірності правильного виявлення невідомого сигналу від відношення сигнал/шум (ВСШ) за потужністю при фіксованій ймовірності помилкової тривоги. Залежності для вирішального правила (4) при поданні спостережень у базисі ДЕФ, фіксованій ймовірності помилкової тривоги і різній кількості реалізацій, за якими ухвалювалося рішення, наведено на рис. 2.

Як впливає з рис. 2, зростання ймовірності правильного виявлення невідомого сигналу може бути забезпечено як збільшенням ВСШ, так і кількістю реалізацій v , що висуваються на оброблення.

Для цього вирішального правила також отримані залежності правильного виявлення сигналу від ймовірності помилкової тривоги при різних ВСШ (рис. 3). Ці залежності показують, як може здійснюватись обмін між собою значень цих показників якості.

Аналогічні залежності здобуто для вирішального правила виявлення сигналів (5) для випадку подання спостережень оцінками координат енергетичного спектра спостережень у базисі ДЕФ. При цьому використовувалися різні обсяги вибірок реалізацій v , за якими відшукувалися поточні оцінки енергетичного спектра (рис. 4, 5).

Отже, поліпшення показників якості виявлення досягається не тільки зі зростанням ВСШ, а й у разі збільшення обсягу вибірки реалізацій для прийняття рішень. Окрім того, порівнюючи здобуті результати виявлення сигналів для вирішальних правил (4) і (5), можна дійти висновку, що вирішальне правило (5) має більш високу ймовірність правильного виявлення за інших рівних умов.

Наведені на рис. 2–5 залежності отримано на вибірках реалізацій сигналу, спектр якого зображено на рис. 1. Дослідження також було проведено на вибірках інших сигналів, характерних для роботи когнітивних радіомереж. Під час досліджень ці сигнали розглядалися як невідомі сигнали, що діють у частотному каналі на тлі завади із заданою навчальною вибіркою. При цьому також здобуто прийнятні для практики характеристики виявлення невідомих сигналів, що в цілому підтверджує працездатність запропонованих алгоритмів виявлення незнайомих сигналів і дає підставу рекомендувати їх для розв’язання практичних завдань радіомоніторингу в когнітивних радіомережах.

ВИСНОВКИ

1. У роботі розглянуто основні особливості проведення радіомоніторингу в рамках концепції когнітивного радіо. Визначено основні переваги та недоліки наявних методів виявлення невідомих сигналів в аналізованих частотних каналах.

2. Запропоновано варіант подолання апіорної невизначеності, що виникає в процесі радіомоніторингу частотного діапазону, який полягає у використанні неklasичних методів виявлення сигналів, заснованих на використанні інформації лише про заваду.

3. Розглянуто різні вирішальні правила виявлення невідомих сигналів, що діють на тлі завад у частотних каналах і поданих своїми навчальними вибірками, які використовуються для оцінювання невідомих параметрів вирішальних правил.

4. Проведено дослідження алгоритмів виявлення шляхом статистичних випробувань на вибірках реальних сигналів і завад, які відповідають радіовипромінюванням, що використовуються в роботі когнітивних радіомереж.

5. У результаті досліджень здобуто оцінки показників якості виявлення, які підтверджують працездатність розглянутих алгоритмів виявлення невідомих сигналів і дають підставу рекомендувати їх для використання у процесі радіомоніторингу в когнітивних радіомережах.

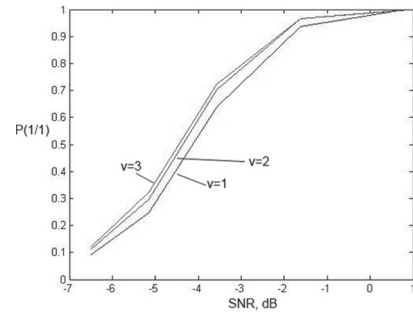


Рис. 2. Залежність імовірності правильного виявлення сигналів від ВСШ для вирішального правила (4) (при $P(1/0) = 0,04$ та різних v)

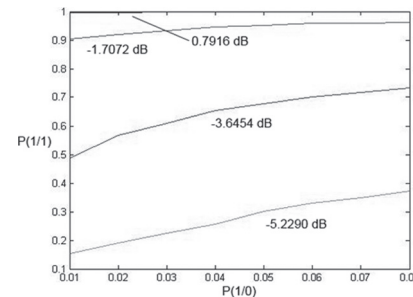


Рис. 3. Залежність імовірності правильного виявлення сигналу від імовірності помилкової тривоги для вирішального правила (4) (при різних ВСШ і $v = 1$)

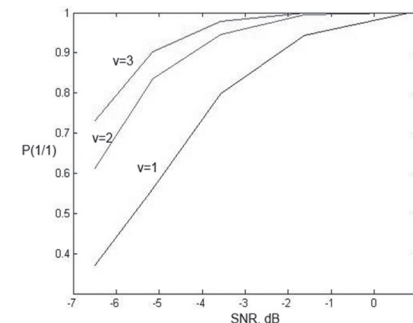


Рис. 4. Залежність імовірності правильного виявлення від ВСШ для вирішального правила (5) (при $P(1/0) = 0,04$)

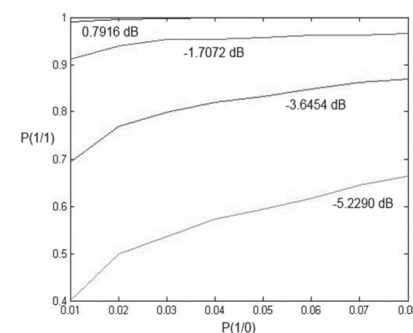


Рис. 5. Залежність імовірності правильного виявлення від імовірності помилкової тривоги для вирішального правила (5) (при різних ВСШ, $P(1/0) = 0,04$; $v = 1$)

Список використаної літератури

1. Реєстр присвоєнь радіочастот (централізовані присвоєння) [Електронний ресурс] // УДЦР. URL: <http://www.ucrf.gov.ua/>
2. Tabaković Ž. A Survey of Cognitive Radio Systems [Електронний ресурс] // A Survey of Cognitive Radio Systems. URL: https://www.fer.hr/_download/repository/KDI_Tabakovic_Zeljko.pdf
3. Wild B., Ramchandran K. Detecting Primary Receivers for Cognitive Radio Applications // Proc. of IEEE International Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks (DySPAN 2005). P. 124–130.
4. Haykin S. Cognitive Radio: Brain-empowered Wireless Communications // IEEE Journal on Selected Areas in Commun. February 2005. Vol. 23, No. 2. P. 201–220.
5. Cabric D., Mishra S. M., Brodersen R. Implementation Issues in Spectrum Sensing for Cognitive Radios // Conference Record of the 38th Conference on Signals, Systems and Computers. November 2004. P. 772–776.
6. Mishra S. M., Sahai A., Brodersen R. Cooperative Sensing Among Cognitive Radios // Proc. of IEEE International Conference (ICC 2006). June 2006. P. 1658–1663.
7. Теория обнаружения сигналов / П. С. Акимов, П. А. Бакут, В. А. Богданович [и др.]: под ред. П. А. Бакута. Москва: Радио и связь, 1984. 440 с.
8. Омельченко В. А. Основы спектральной теории распознавания сигналов. Харьков: Вища школа, 1983. 156 с.
9. Безрук В. М., Певцов Г. В. Теоретические основы проектирования систем распознавания сигналов для автоматизированного радиоконтроля. Харьков: Коллегиум, 2007. 430 с.
10. SDR And CR Boost Wireless Communications // www.electronicdesign.com.

В. М. Безрук, С. А. Иваненко

ОБНАРУЖЕНИЕ НЕИЗВЕСТНЫХ СИГНАЛОВ В КОГНИТИВНЫХ РАДИОСЕТЯХ

На данном этапе развития беспроводных технологий наблюдается стремительный рост объемов информационных услуг, а также скорости передачи информации. Для обеспечения этих потребностей следует использовать дополнительные полосы частот. Однако на данный момент большая часть радиоспектра уже занята для использования. Для решения этой проблемы может быть использована концепция когнитивного радио, эффективность использования которой в значительной степени зависит от алгоритмов обнаружения сигналов в частотных каналах.

Исследование алгоритмов обнаружения неизвестных сигналов проведено методом статистических испытаний во время радиомониторинга в когнитивных радиосетях.

Исследованы показатели качества обнаружения неизвестных сигналов. Предложенные алгоритмы обнаружения должны повысить эффективность обнаружения незанятых частотных каналов и тем самым улучшить функционирование когнитивных радиосетей.

Рассмотрены неклассические методы выявления неизвестных сигналов, применение которых возможно в рамках концепции когнитивного радио. Эти методы отличаются от классических тем, что они используют информацию только о шуме. В результате компьютерного исследования были получены оценки показателей качества обнаружения неизвестных сигналов. Эти оценки подтверждают работоспособность и возможность использования предложенных алгоритмов при проведении радиомониторинга в когнитивных радиосетях.

Ключевые слова: когнитивное радио; методы обнаружения сигналов; неизвестные радиосигналы; радиомониторинг; радиоспектр; частотный ресурс; неизвестные сигналы.

V. M. Bezruk, S. A. Ivanenko

DETECTION OF UNKNOWN SIGNALS IN COGNITIVE RADIO NETWORKS

This work is devoted to detection of unoccupied frequency channels in the cognitive radio networks. An overview of the basic methods of detection of the primary users of the radio resource is given. An algorithms of detection of unknown signals when monitoring the radio spectrum is proposed.

The objective of this work is the research of algorithms for detecting unknown signals during radio monitoring in cognitive radio networks.

There is the research of algorithms of detection of unknown signal which was performed by the method of statistical tests.

Quality indicators of detecting of unknown signals were researched. The algorithms of detection of signals in cognitive radio networks were considered. The proposed algorithms must increase the efficiency of detection of free frequency channels.

Estimations of quality indicators of detection of unknown signals were obtained by computer research. For example, there is the dependence of the probability of correct detection on the signal-to-noise ratio for different decision rules.

Keywords: radio spectrum; radio monitoring; cognitive radio; methods of detecting of signals; unknown signals.