

основі впровадження автоматизованої системи контролю за виконанням правил і періодичності виробництва регламентних робіт, контролю обліку і організації усунення несправностей технічних засобів, впровадження системи щоденного інструктажу і самопідготовки безпосередніх виконавців [2]. Зростаючі вимоги до швидкості і обсягу передачі інформації, до оперативного та стійкого зв'язку між віддаленими об'єктами, а також інтеграція систем управління окремими технологічними процесами із системою управління цілим комплексом, використання на промислових підприємствах хмарних сервісів – все це призвело до створення технологій промислового інтернету. Набуває подальшого розвитку поширення безпроводних технологій, що забезпечує мобільність і гнучкість систем управління, а також хмарних сервісів, застосування яких є особливо важливим на етапі розроблення систем автоматизації. Удосконалення забезпечується скороченням витрат на проектування, впровадженням та налагодженням систем за рахунок швидкого і простого доступу до всієї можливої інформації пристроїв залізничної автоматики. Миттєвий двосторонній зв'язок оператора засобами програмного комплексу суттєво спрощує

процес оповіщення та взаємодію з відповідальною особою за обслуговування пристроїв СЦБ. Усі учасники мають єдину дійсну картину виконання оперативних планів, здійснення збору, обробки, зберігання і відображення інформації про стан об'єктів контролю у реальному масштабі часу.

Запропонована система дасть змогу підвищити продуктивність і поліпшити умови праці диспетчерського апарату. При такому ступеневому розвитку та побудові розпаралеленої архітектури [3] запропонованого рішення стає можливим удосконалення контролю якості технічного обслуговування на рівні Укрзалізниці (ЦШ).

Список використаної літератури

1. ЦШ-0060. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) [Текст]: затв. наказом № 090-ЦЗ від 07.10.2009 р. – К., 2009.
2. Listrovoy, S.V., Minukhin, S.V. General approach to solving optimization problems in distributed computing systems and theory of intelligence systems construction // Journal of Automation and Information Sciences. – 2010. – №3. – P. 30-46.

УДК 621.391

О. С. Жученко, С. І. Приходько, М. А. Штомпель

БІОІНСПІРОВАННИЙ МЕТОД М'ЯКОГО ДЕКОДУВАННЯ ЛІНІЙНИХ БЛОКОВИХ КОДІВ

О. Zhuchenko, S. Prihodko, M. Shtompel

BIOINSPIRED METHOD OF SOFT DECODING LINEAR BLOCK CODES

Для забезпечення заданої достовірності передачі інформації у телекомунікаційних системах та мережах різного призначення широко застосовуються

лінійні блокові коди. Класичні методи декодування даних кодів ґрунтуються на алгебраїчних процедурах та забезпечують отримання лише жорстких рішень. Перехід

до м'якого декодування дає змогу збільшити ефективність застосування завадостійких кодів різних класів, у тому числі лінійних блокових кодів [1].

У [2] запропоновано метод м'якого декодування блокових кодів на основі впорядкованих статистик, що використовує інформацію про надійність прийнятих символів. Через значну обчислювальну складність цей метод декодування можна застосовувати лише до коротких кодів. У [3] наведено метод декодування блокових кодів, що для пошуку кодових слів використовує генетичні алгоритми, які належать до методів біоінспірованої пошукової оптимізації. При цьому актуальною задачею є узагальнення та формалізація цього підходу до декодування відносно довгих лінійних блокових кодів.

У [4] показано, що задача м'якого декодування лінійних блокових кодів у каналі з адитивним білим гауссовим шумом полягає у пошуці інформаційної частини біполярного вектора оцінок на основі прийнятого вектора м'яких рішень, що максимізує кореляцію між цими векторами. Формально наведену вище задачу можна подати у вигляді оптимізаційної задачі, що визначається відповідною цільовою функцією та обмеженнями. Аналіз цільової функції та обмежень показав, що сформульована оптимізаційна задача належить до класу задач цілочислового нелінійного програмування. Слід зазначити, що розмірність пошуку цієї оптимізаційної задачі визначається довжиною інформаційної частини біполярного вектора оцінок. При цьому для відносно довгих лінійних блокових кодів цільова функція характеризується нелінійністю, багатомодальністю та високою розмірністю простору пошуку, що значно ускладнює рішення цієї оптимізаційної задачі.

Ураховуючи наявні обмеження існуючих методів декодування лінійних блокових кодів та виходячи з наведених особливостей цільової функції й обмежень,

пропонується застосовувати узагальнені біоінспіровані процедури для ефективного вирішення сформульованої оптимізаційної задачі. При цьому агентами в цих процедурах будуть виступати біполярні пробні інформаційні вектори, якість яких оцінюється за допомогою фітнес-функції, що, в загальному випадку, може повністю відповідати цільовій функції [4]. Основні етапи запропонованого біоінспірованого методу м'якого декодування лінійних блокових кодів наведено нижче.

Етап 1. Жорстке декодування прийнятого вектора м'яких рішень.

Етап 2. Знаходження найбільш надійного базису (визначення найбільш надійних позицій у прийнятому векторі м'яких рішень), що обчислюється за допомогою двох перестановок елементів породжувальної матриці лінійного блокового коду.

Етап 3. Пошук з використанням узагальнених біоінспірованих процедур пошукової оптимізації біполярного інформаційного вектора, що забезпечує максимальне значення цільової функції.

Етап 4. Формування оцінки переданого кодового слова за допомогою зворотного відображення.

Запропоновано формалізоване подання задачі м'якого декодування лінійних блокових кодів у вигляді задачі цілочислового нелінійного програмування. Відповідно до сформульованої оптимізаційної задачі розроблено біоінспірований метод декодування, що можна застосовувати для відносно довгих лінійних блокових кодів.

Список використаних джерел

1. Морелос-Сарагоса, Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение [Текст]: пер. с англ. / Р. Морелос-Сарагоса. – М.: Техносфера, 2005. – 320 с.
2. Fossorier, M. P. C. Soft-Decision Decoding of Linear Block Codes Based on Ordered Statistics [Text] / M. P. C. Fossorier,

S. Lin // IEEE Transactions on Information Theory. – 1995. – Vol. 41, № 5. – September. – P. 1379-1396.

3. Berbia, H. Genetic Algorithm for Decoding Linear Codes over AWGN and Fading Channels [Text] / H. Berbia, F. Elbouanani, R. Romadi, H. Benazza, M. Belkasmi // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2011. – Vol. 30, № 1. – P. 35-41.

4. Метод декодування лінійних блокових кодів на основі популяційних процедур пошукової оптимізації [Текст] / А.С. Жученко, Н.Г. Панченко, С.В. Панченко, Н.А. Штомпель // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: наук.-техн. журнал. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 2 (117). – С. 25-29.

УДК 621.391

Ю. О. Свергунова, В. П. Лисечко, С. В. Сколота

ЗБІЛЬШЕННЯ АБОНЕНТСЬКОЇ ЄМНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ QOFDM

Y. Sverhunova, V. Lysechko, S. Skolota

RAISING OF SUBSCRIBER CAPACITY WITH QOFDM METHOD

При експлуатації радіотехнічних систем, у тому числі і на залізничному транспорті, виникає задача підвищення ефективності використання радіочастотного спектра. Одним із способів вирішення цієї задачі технічними засобами є застосування когнітивних радіомереж. Особливістю мереж когнітивного радіо в порівнянні з іншими системами, що експлуатуються зараз, є можливість повторного використання частотного ресурсу при низькій ефективності його експлуатації за рахунок застосування інтелектуальних алгоритмів розподілу частотного ресурсу [1].

Однак при розробленні, впровадженні та експлуатації систем когнітивного радіо вирішення потребує задача спільного використання багатьма користувачами когнітивної радіомережі спектральних дір [1, 2]. При одночасному призначенні вторинних користувачів когнітивної радіомережі в одній і тій же вільній смузі частот може виникнути явище частотних колізій, яке полягає у зайнятті різними

користувачами одних і тих же частотних смуг, що у свою чергу може призвести у тому числі і до появи високого рівня завад множинного доступу [1-4]. Для вирішення такої задачі було використано розроблений метод підвищення абонентської ємності когнітивної радіомережі за рахунок використання квазіортогонального частотного мульти-плексування каналів (Quasi-orthogonal frequency-division multiplexing - QOFDM) [5].

Для того, щоб довести працездатність запропонованого методу, як приклад у середовищі Matlab було змодельовано частотні плани, у яких використано чотири частотних плани з різною кількістю піднесних частот $N_1 < N_2 < N_3 < N_4$ та інтервалами між ними в частотній області для кожного плану відповідно: $\Delta f_1 > \Delta f_2 > \Delta f_3 > \Delta f_4$, які визначені на смузі частот $\Delta F=5$ МГц та в діапазоні 1800...1805 МГц. У результаті визначення позицій, які збігаються, було зроблено висновок про те, що між двома планами,