

залишаються невирішеними. Різноманіття пристроїв на платформі Android породжує найчастіше різну поведінку на різних девайсах - від швидкості розпізнавання до якості звуку з мікрофону і впливу сторонніх шумів. Проте, продемонстрований підхід дозволяє реалізувати реальний продукт, для управління андроїд пристроєм за допомогою голосового інтерфейсу.

Література

1. Жожикашвили В. А. Применение распознавания речи в автоматизированных системах массового обслуживания//Автоматизация и современные технологии, 2003, No 11, с. 23-29 Лобанов Б. М. 2002 В стране и мире.
2. Винцюк Т. К. Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов. Киев: Наукова думка, 1987.
3. Винцюк Т. К. Распознавание слов устной речи методами динамического программирования / Кибернетика. 1968. с. 81-88.
4. Baker J. K. Stochastic modeling for automatic speech understanding / Speech Recognition / ed.: D. R. Reddy. New York: Academic Press, 1975. P. 521-542.
5. Дженилек Ф. Распознавание непрерывной речи с помощью статических методов/ ТИИЭР. 1976 с. 131-160.
6. Марков А. А. Пример статистического исследования над текстом «Евгения Онегина», иллюстрирующий связь испытаний в цепь / Известия академии наук. СПб. 4. Т. 7. 1993. С. 153-162.
7. CMU Sphinx (Pocketsphinx on android) [Electronic resource]. - <http://cmusphinx.sourceforge.net/wiki/tutorialandroid>.

Рецензія/Peer review : 27.11.2015 р. Надрукована/Printed :6.12.2015 р.
Рецензент: д.т.н., проф., Сорокатий Р.В.

УДК 519.21

І.І. ЧЕСАНОВСЬКИЙ, В.А. СОБЧЕНКО

Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького

РОЗРОБКА УЗАГАЛЬНЕНОЇ МОДЕЛІ НАДІЙНОСТІ ПІДСИСТЕМИ МОБІЛЬНОГО ТЕПЛОВІЗІЙНОГО КОМПЛЕКСУ

У статті на основі загальної методики використання напівмарківських процесів розроблено узагальнену модель надійності мобільного тепловізійного комплексу. На основі розробленої моделі проаналізовано характер залежності комплексного показника надійності коефіцієнта технічного використання за різних умов.

Ключові слова: надійність, технічна система, мобільний тепловізійний комплекс.

I.I. CHESANOVSKYY, V. A. SOBCHENKO

The National Academy of State Border Service of Ukraine named after B. Khmelnytsky

DEVELOPMENT OF THE GENERALIZED MODEL OF RELIABILITY OF SUBSYSTEM MOBILE THERMOVISION COMPLEXIS

Abstract – In the article on the basis of general methodology of the use of markov processes the generalized model of reliability of mobile thermo vision complex is worked out. On the basis of the worked out model character of dependence of complex reliability of coefficient of the technical use index is analysed at different terms.

Keywords: Reliability, technical system, mobile thermo vision complex.

Постановка задачі

З точки зору надійності мобільний тепловізійний комплекс (МТК) може розглядатись як складна технічна система, яка складається з окремих підсистем. Враховуючи велику кількість підсистем з різноманітними показниками і стратегіями експлуатації, поєднання їх в єдину модель з можливістю поточної оцінки надійності є практично недосяжною метою. Проте, для досягнення цієї мети, можна вирішити задачу іншим шляхом – розробивши узагальнену модель підсистеми, що включає всі можливі стани окремих підсистем і трансформується під кожен, в ході експлуатації, за рахунок формування вектору інтенсивностей і ймовірностей переходів. Такий підхід, дасть змогу виробити єдиний підхід в експлуатації окремих підсистем, що поєднані в комплекс, застосовуючи гнучку систему профілактичних та відновлювальних заходів яка забезпечить екстремальні значення основних показників надійності.

Аналіз досліджень та публікацій

В теорії надійності відома велика кількість методів, інженерних методик, які доведені до алгоритмів і програм. Їх авторами є загальновідомі вчені Барзилович Е. Ю. [1], Барлоу Р. Е., Острейковський В. А. [2], Дружинін Г. В., Коваленко І. Н., Ушаков К. З. [3] та ін. Дані роботи є фундаментальними в теорії, проте методи описані в даних роботах часто не вдається застосовувати на практиці.

Виклад основного матеріалу

В основу побудови математичної моделі покладено загальну методику використання напівмарківських процесів.

При розробці узагальненої моделі слід врахувати наступне:

- узагальнена модель має передбачати стратегію експлуатації для відновлювальних об'єктів;
- в узагальненій моделі необхідно передбачити декілька рівнів працездатності, контролю і відновлення;
- в основу моделі має бути покладено дві стратегії – планово-попереджувальну і за станом, що розділені різними рівнями працездатності;
- в початковий стан об'єкт може повернутись тільки після ремонту, або технічного обслуговування в сервісній службі.

Виходячи з цього, з метою математичної формалізації надійності підсистеми МТК припустимо, що в початковий момент часу підсистема знаходиться на початковому рівні працездатності і через деякий час $T_{к1}$, який є не випадковою змінною величиною, планується проведення контролю технічного стану підсистеми. Якщо до призначеного часу $T_{к1}$ підсистема не відмовила, то в цей момент починається проведення заходів по контролю технічного стану, тривалість якого є випадковою величиною $t_{к1}$, розподіленою по довільному закону із функцією розподілу $F_{к1}(t) = P\{t_{к1} < t_{н1}\}$ і кінцевим математичним очікуванням $\bar{t}_{к1}$. Даний вид контролю проводиться з метою перевірки працездатності підсистеми і визначення об'єму проведення ТО, яке проводиться фахівцями підрозділу. Тривалість проведення ТО – випадкова величина $t_{ТО1}$, розподілена за довільним законом із функцією розподілу $\Phi(t) = P\{t_{ТО1} < t\}$ і кінцевим математичним очікуванням $\bar{t}_{ТО1}$. Враховуючи обмежені можливості для проведення діагностування та ТО засобами, що є в підрозділі, після проведення даного виду ТО, підсистема не може повністю відновити свої початкові властивості, тому переходить у стан, який характеризується зниженим запасом працездатності. В цьому стані підсистема перебуває випадковий час $t_{н2}$ до відмови із функцією розподілу $F(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$ чи до початку проведення другого контролю технічного стану. Якщо до призначеного часу $T_{к2}$ підсистема не відмовила, то в цей момент починається проведення заходів по контролю технічного стану, тривалість якого є випадковою величиною $t_{к2}$, розподіленою по довільному закону із функцією розподілу $F_2(t) = P\{t_{к2} < t\}$ і кінцевим математичним очікуванням $\bar{t}_{к2}$. В ході даного виду контролю визначається об'єм та доцільність проведення ТО силами підрозділу. У випадку виявлення потенційних несправностей які неможливо усунути силами підрозділу підсистема переходить у стан очікування ТО, яке проводиться з залученням фахівців сервісної організації. В іншому випадку проводиться ТО силами підрозділу, після чого підсистема переходить у наступний стан зниженої працездатності. Якщо до призначеного часу $T_{ТО3}$ підсистема не відмовила, то в цей момент починається проведення ТО з залученням фахівців сервісної організації, тривалість якого є випадковою величиною $t_{ТО3}$, розподіленою по довільному закону із функцією розподілу $\Phi_{ТО3}(t) = P\{t_{ТО3} < t_{н3}\}$ і кінцевим математичним очікуванням $\bar{t}_{ТО3}$. Після проведення даного виду ТО підсистема повертається у початковий стан.

У разі відмови починається виконання заходів щодо відновлення працездатності (ремонт з залучення фахівців сервісної організації) підсистеми, тривалість якого є випадкова величина $t_{вдн}$ із довільною функцією розподілу $F_v(t) = P\{t_v < t\}$ і кінцевим математичним очікуванням $\bar{t}_{вдн}$. Після проведення даного виду ремонту підсистема повертається у початковий стан.

Для формального представлення коефіцієнта технічного використання та середніх питомих витрат на одиницю часу перебування об'єкта у працездатному стані введемо наступні припущення:

після проведення відновлювальних робіт підсистема повністю відновлює свої початкові властивості, момент проведення чергового контролю технічного стану перепланується і весь процес функціонування підсистеми повторюється;

планові види ремонту на періоді експлуатації, що розглядається, не проводяться.

Для формалізації процесу експлуатації, введемо для розгляду напівмарківський випадковий процес $x(t)$, що описує функціонування підсистеми, яка у будь-який момент часу може знаходитись в одному зі станів, представлених на рис. 1:

e_0 – стан, в якому підсистема працездатна і має початкові властивості;

e_1 – стан, в якому підсистема працездатна, але має знижений запас працездатності;

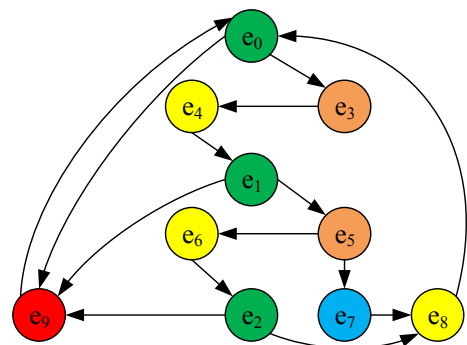


Рис. 1. Граф станів і переходів процесу, що описує функціонування підсистеми

- e_2 – передвідмовний стан підсистеми;
- e_3 – стан, в якому проводиться контроль технічного стану підсистеми;
- e_4 – стан, в якому проводиться ТО силами підрозділу;
- e_5 – стан, в якому проводиться контроль технічного стану після переходу у стан зниженого запасу працездатності;
- e_6 – стан, в якому проводиться ТО після переходу підсистеми у стан зниженого запасу працездатності;
- e_7 – стан очікування проведення ТО сервісною організацією;
- e_8 – проведення ТО сервісною організацією;
- e_9 – відмова.

Стационарні ймовірності вкладеного ланцюга Маркова $\pi_i (i = \overline{0,9})$, які входять у вираз (1), визначаються із системи рівнянь, що отримують у відповідності із загальною формулою та графом станів і переходів (рис. 1).

Таким чином, задача зводиться до пошуку оптимального або раціонального розподілу періодичності заходів контролю та технічних впливів, а також їх об'ємів, з метою забезпечення екстремальних показників надійності або (і) питомої собівартості експлуатації МТК. Для її вирішення, на основі наявних статистичних даних, щодо експлуатації МТК в підрозділах охорони кордону розробити узагальнену математичну модель надійності окремої підсистеми та математичний апарат аналізу її надійності для подальшого синтезу адаптивної системи експлуатації МТК в межах визначеної стратегії тактичних застосувань.

$$\left. \begin{aligned} \pi_0 &= \pi_9 p_{90} + \pi_8 p_{80}; \\ \pi_1 &= \pi_4 p_{41}; \\ \pi_2 &= \pi_6 p_{62}; \\ \pi_3 &= \pi_0 p_{03}; \\ \pi_4 &= \pi_3 p_{34}; \\ \pi_5 &= \pi_1 p_{15}; \\ \pi_6 &= \pi_5 p_{56}; \\ \pi_7 &= \pi_5 p_{57}; \\ \pi_8 &= \pi_2 p_{28} + \pi_7 p_{78}; \\ \pi_9 &= \pi_0 p_{09} + \pi_1 p_{19} + \pi_2 p_{29}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Рішення системи рівнянь (2) з урахуванням умов нормування $\sum_{i=0}^9 \pi_i = 1$ дає можливість отримати

вирази для стационарних ймовірностей π_i :

$$\begin{aligned} \pi_0 &= \frac{1}{K}, \text{ де } K = 2 \cdot p_{09} + p_{03}(2p_{19} + 2p_{29} + p_{15}(p_{56}(2p_{28} + 2) + p_{57}(2p_{78} + 1) + 1)) \\ \pi_1 &= \frac{p_{03}}{K}; \pi_2 = \frac{p_{03}p_{15}p_{56}}{K}; \pi_3 = \frac{p_{03}}{K}; \pi_4 = \frac{p_{03}}{K}; \pi_5 = \frac{p_{03}p_{15}}{K}; \pi_6 = \frac{p_{03}p_{15}p_{56}}{K}; \\ \pi_7 &= \frac{p_{03}p_{15}p_{57}}{K}; \pi_8 = \frac{p_{03}p_{15}p_{56}p_{28} + p_{03}p_{15}p_{57}p_{78}}{K}; \pi_9 = \frac{p_{09} + p_{03}p_{19} + p_{03}p_{29}}{K}. \end{aligned}$$

Підставляючи знайдені значення π_i у (1), після нескладних перетворень, отримаємо вираз для визначення коефіцієнта технічного використання у загальному вигляді:

$$K_{\text{ТВ}} = \frac{a_0 + p_{03}(a_1 + a_2 p_{15} p_{56})}{a_0 + p_{03}(a_1 + a_3 + a_4 + a_5 p_{15} + a_9(p_{19} + p_{29}) + p_{15} p_{56}(a_2 + a_6) + p_{15} p_{57}(a_7 + a_8 p_{78}) + a_8 p_{15} p_{28} p_{56}) + a_9 p_{09}} \quad (3)$$

Враховуючи вихідні умови завдання і прийняті припущення та обмеження, з урахуванням графу станів і переходів (рис. 1), стационарні перехідні ймовірності p_{ij} та середні часи перебування a_i в станах $i (i, j = \overline{0,9}, i \neq j)$, що входять у (3) будуть мати вигляд:

$$\begin{aligned} p_{03} &= F_1(T_{\text{к1}}) = P\{t_{\text{г1}} > T_{\text{к1}}\}; p_{09} = 1 - F_1(T_{\text{к1}}); p_{15} = F_2(T_{\text{к2}}) = P\{t_{\text{г2}} > T_{\text{к2}}\}; \\ p_{19} &= 1 - F_2(T_{\text{к2}}); p_{28} = F_3(T_{\text{ТО3}}) = P\{t_{\text{г3}} > T_{\text{ТО3}}\}; p_{29} = 1 - F_3(T_{\text{ТО3}}); p_{56} = \beta; \\ p_{57} &= 1 - p_{56}; p_{34} = p_{41} = p_{78} = p_{80} = p_{90} = p_{62} = 1; \end{aligned}$$

де β – не випадкова величина, що визначає доцільність проведення ТО3 (приймає нульове значення, якщо відновлення своїми силами не можливе; 0,5 – якщо підсистема може обслуговуватись в підрозділі; 1 – якщо ТО в сервісній службі не передбачено);

$$a_0 = \int_0^{T_{K1}} \bar{F}_1(t) dt; a_1 = \int_0^{T_{K2}} \bar{F}_2(t) dt; a_2 = \int_0^{T_{TO3}} \bar{F}_3(t) dt; a_3 = M\{\tau_{K1}\}; a_4 = M\{F_{TO1}(t)\};$$

$$a_5 = M\{\tau_{K2}\}; a_6 = M\{F_{TO2}(t_{TO2})\}; a_7 = \tau_{очік}; a_8 = \tau_{TO3} + \tau_{TP}; a_9 = \tau_P + \tau_{TP}.$$

Після підстановки формул для a_i і p_{ij} в (3) отримаємо кінцеве розрахункове співвідношення для коефіцієнта технічного використання підсистеми:

$$K_{тв}(T_{K1}, T_{K2}) = \frac{M_{H1} + F_1(T_{K1}) \cdot (M_{H1} + M_{H3} + F_2(T_{K2}) \cdot \beta)}{M_{H1} + F_1(T_{K1}) [M_{H2} + M_{K1} + \bar{t}_{mo} + \bar{t}_{K2} \cdot F_2(T_{K2}) + \bar{t}_{відн} \cdot (2 - F_2(T_{K2}) - F_3(T_{mo3})) + F_2(T_{K2}) \cdot \beta \cdot (\bar{t}_{np} + \bar{t}_{mo3}) + \bar{t}_{mo3} \cdot F_2(T_{K2}) \cdot F_3(T_{mo3}) \cdot \beta] + \bar{t}_{відн} \cdot (1 - F_1(T_{K1}))} \quad (4)$$

де

$$M_0 = \min(\bar{t}_{H1}, T_{K1}) = \int_0^{T_{K1}} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi} \delta_{H1}^2} \int_0^t \exp\left(-\frac{x - \bar{t}_{H1}}{2\delta_{H1}^2}\right) dx\right) dt;$$

$$M_1 = \min(\bar{t}_{H2}, T_{K2}) = \int_0^{T_{K2}} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi} \delta_{H2}^2} \int_0^t \exp\left(-\frac{x - \bar{t}_{H2}}{2\delta_{H2}^2}\right) dx\right) dt;$$

$$M_2 = \min(\bar{t}_{H3}, T_{TO3}) = \int_0^{T_{TO3}} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi} \delta_{H3}^2} \int_0^t \exp\left(-\frac{x - \bar{t}_{H3}}{2\delta_{H3}^2}\right) dx\right) dt.$$

Для визначення оптимальних значень періодичності контролю технічного стану необхідно взяти похідну від (4) по T_{K1}, T_{K2} і прирівняти її до нуля.

На рис. 2 та рис. 3 показано залежність коефіцієнта технічного використання $K_{ТВ}(T_{K1})$ та $K_{ТВ}(T_{K2})$ при різних значеннях T_{K2} та T_{K1} відповідно.

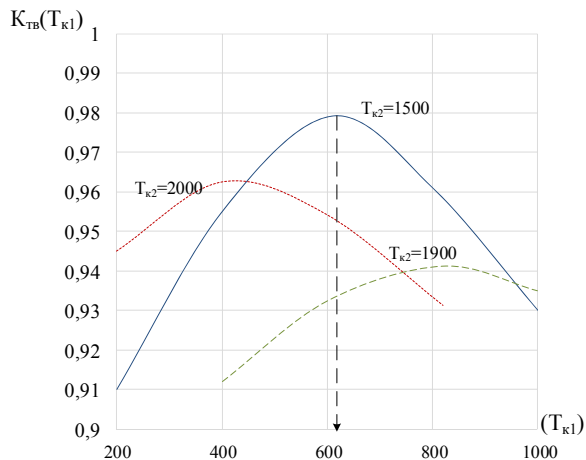


Рис.2. Характер залежності $K_{ТВ}(T_{K1})$ від періодичності T_{K1} контролю при різних значеннях T_{K2}

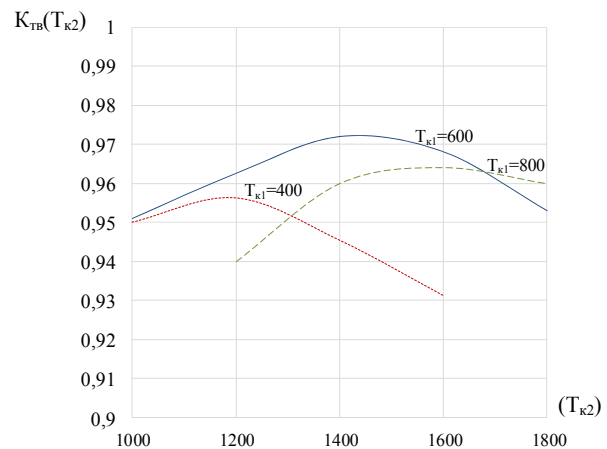


Рис.3. Характер залежності $K_{ТВ}(T_{K2})$ від періодичності T_{K2} контролю при різних значеннях T_{K1}

З отриманих графіків видно, що екстремальне значення $K_{ТВ}$ отримується при $T_{K1} = 610 год.$, $T_{K2} = 1500 год.$

Висновки

Результати дослідження отриманої узагальненої моделі надійності підсистеми МТК як окремого об'єкта показують, що застосування дворівневого підходу організації попереджувальних профілактичних заходів дає змогу значно оптимізувати ефективність системи експлуатації. Як видно з отриманих графіків, оптимальні значення параметрів ТО для одного рівня можуть бути досягнуті для будь-якого фіксованого значення періодичності іншого рівня, що актуально умовам комплексного застосування різних об'єктів, коли суміщення профілактичних заходів різних елементів у достатній мірі неможливе. Дослідження також показало, що оптимальне значення параметрів системи профілактичних заходів в глобальному розумінні також існує, воно є єдиним і складає потенційну оцінку ефективності багаторівневих систем організації профілактичних заходів в системі експлуатації складних систем.

Література

1. Барзилович Е. Ю. Модели технического обслуживания сложных систем / Е. Ю. Барзилович. – М., 1982. – 231 с.
2. Острейковский В. А. Теория надежности / В. А. Острейковский. – М., 2003. – 463 с.
3. Надёжность технических систем : справочник / Беляев Ю.К., Богатырев В.А., Болотин В.П. и др. / под ред. И.А. Ушакова. – М. : Радио и связь, 1985. – 608 с.

Рецензія/Peer review : 18.11.2015 р.

Надрукована/Printed : 6.12.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Лисий М.І.

УДК 681.325.3

І.М. ЛАЗАРОВИЧ

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ

С.І. МЕЛЬНИЧУК

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ЗАВАДОСТІЙКОГО ПЕРЕДАВАННЯ ФАЗОМАНІПУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ПРОЦЕДУРИ РАНДОМІЗАЦІЇ

В роботі наведено вдосконалення методу завадостійкого передавання даних з використанням процедури рандомізації фазоманіпульованих сигналів (BPSK) із адаптивною апертурою для детектування прийнятої інформації у вузькосмугових каналах зв'язку. Наведено алгоритм та на основі розробленої програмної моделі наведено дослідження характеристик завадостійкості, проаналізовано переваги і недоліки запропонованого методу і розглянуто перспективи для подальших досліджень.

Ключові слова: дисперсія, кореляційна функція, математичне сподівання, оптимальне приймання, спектр, програмна модель, рандомізація, фазова маніпуляція, сигнал, цифрова обробка сигналів, шифрування, шумоподібний сигнал, хешування.

IGOR MIKOLAYEVICH LAZAROWYCH

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

STEPAN IVANOVYCH MELNYCHUK

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine

PERFECTION OF NOISE IMMUNITY METHOD OF BINARY PHASE-SHIFT KEYING SIGNALS TRANSMISSION BASIS ON RANDOMIZATION PROCEDURE

The aim of work is noise immunity method of binary phase-shift keying signals transmission basis on randomization procedure. The offered algorithm of phase-shift keying signals detection with the use of randomization and adaptive estimation of cross-correlation function allows to accept signals at intensity of noises, that in 4 times exceeds the level of useful signal. Thus a binary phase-shift keying signals that does not require wide bandwidth, as in the case of noise signals. In comparison with earlier figures obtained from randomization methods with constant aperture, this method has 20-25% higher noise immunity. In general, the method allows to accurately receive signals in the signal to noise ratio up to 0.22-0.25. The effectiveness of the method tested on basis of the programming model.

Keywords: dispersion, correlation function, expectation, optimal receiving, spectrum, software model, randomization, phase shift keying of signals, digital signal processing, encryption, noise-signal, hashing.

Вступ

Забезпечення безпомилкового передавання даних – це на сьогоднішній день одна із найважливіших задач в галузі телекомунікацій. Безперервне зростання кількості продукуваної людством інформації складає не менше 50-70% щороку. Як правило, інформація передається через різні типи каналів зв'язку, тому дедалі більш гостро стає проблема якісного і надійного приймання даних.

На сьогоднішній день одними із найбільш ефективних в сенсі максимальної завадозахищеності є методи передавання даних з використанням шумоподібних сигналів, зокрема M-последовностей, кодів Баркера, Гоулда, Касамі [1,2]. Водночас, їх застосування має ряд обмежень, одним із яких є необхідність широкопосмугових каналів зв'язку, що в цілому приводить до збільшення складності і вартості системи передавання. Методи передавання даних на основі гармонічних вузькосмугових сигналів [2,3], можуть бути ефективними для сучасних застосувань, проте не здатні забезпечити належний рівень стійкості до завад.

Отже, розробка, дослідження та застосування нових ефективних методів передавання даних, які відповідають сучасним потребам і вимогам, є актуальною задачею.

Постановка завдання

В роботах [4] та [5] запропоновано використати рандомізацію для завадостійкого передавання сигналів. Розглянутий метод використовує двійкову фазову маніпуляцію сигналів BPSK, отже не вимагає широкопосмугового каналу передавання і здатен працювати при максимальному відношенні сигнал/завада 0,3 – 0,33. Аналіз роботи методу, зокрема оцінок кореляції для прийнятого рандомізованого BPSK сигналу