

УДК 623.618.2

Ю.В. Стасєв, С.С. Виставкін, Т.О. Туленко, А.С. Фустій

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

АНАЛІЗ ПЕРЕШКОДОЗАХИЩЕНОСТІ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ ТА УПРАВЛІННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СИГНАЛЬНО-КODOVИХ КОНСТРУКЦІЙ

В статті розглянуто оцінку перешкодозахищеності систем зв'язку та управління на фізичному рівні при використанні сигнально-кодovих конструкцій. Отримані математичні вирази, що дозволяють оцінити перешкодозахист систем зв'язку та управління при взаємодії інформаційного сигналу та структурної перешкоди. Аналізуються імовірні характеристики при застосуванні частотно-фазоманіпульованих сигналів та циклічних кодів. Приведені залежності перешкодозахисту систем зв'язку та управління при взаємодії інформаційного сигналу та структурної перешкоди.

Ключові слова: радіоелектронна протидія, динамічний режим функціонування, сигнально-кодovі конструкції, система зв'язку.

Вступ

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Забезпечення активного завадо- та імітозахисту у системах і засобах зв'язку та захист їх від засобів радіоелектронної розвідки й радіоелектронної боротьби супротивника можливо при реалізації динамічного режиму функціонування [1–3].

Основною характеристикою систем зв'язку та управління є перешкодозахищеність. Разом з тим, тенденції побудови сучасних систем зв'язку та управління полягає в використанні сигнально-кодovих конструкцій [4–5]. Однак до теперішнього часу відсутня методика аналізу перешкодозахисту систем зв'язку та управління яка б комплексно оцінювала перешкодозахист на рівні сигнально-кодovих конструкцій.

Мета статті – аналіз перешкодозахищених систем зв'язку та управління при сумісному використанні сигнально-кодovих конструкцій.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Проведення дослідження показало що якість функціонування систем зв'язку та управління залежить від класу використаних сигналів та алгоритмів побудови перешкодозахищених кодів. Встановлено [5–7] що найбільш перспективними є ортогональні сигнали та методи кодування багатоосновного кодування, в той же час у літературі відсутня методика аналізу перешкодозахищеності систем зв'язку та управління та не проведено аналіз таких систем при використанні динамічного режиму функціонування системи.

Виклад основного матеріалу

Постановка задачі та викладення матеріалів дослідження. Розв'язання задачі забезпечення необхідних показників завадозахищеності, скритності та імітостійкості радіоканалу управління досягається за рахунок сигналів і кодів з поліпшеними властивостями. Враховуючи реальну структуру коду, як

сигнали переважно використовують ортогональні дискретно-частотні системи сигналів [5; 7].

Використання регулярної структури сітки з M частот приводить до більшої уразливості радіоканалу при деяких видах навмисних завад і, в першу чергу, по відношенню до структурних завад [1; 3; 8], під якими розумітимемо гармонічні (полігармонічні) завади, що мають вид модуляції, аналогічний сигналам, які передають; смугу частот; швидкість і крок перестройки за частотою; частоти, що відрізняються структурою (законом) ПСП, управляючих побудовою фази, і частоти сигналу [5–6; 7–8].

Для того, щоб зберегти корисні властивості використовуюваного класу сигналів і забезпечити їх достатню захищеність від оптимальної навмисної завади, необхідно позбавити завадопостановника можливості погодити структуру завади з сигналом. Цього ефекту можна досягти, якщо кожен послідовний інформаційний символ передавати складним символом із змінюваною в часі структурою, що задається спеціальним датчиком ПСП, строго синхронізованим з аналогічним датчиком на приймальній стороні [2; 4], тобто організувавши в радіоканалі режим періодичної зміни параметрів. Оскільки закон формування ПСП (зміни частот або форм ФМ сигналів) завадопостановнику невідомий, то він не може досягти повної оптимізації завади із сигналом і вимушений обмежитися лише частковою оптимізацією за основними параметрами сигналу (смуга, розділені частоти, швидкість маніпуляції і т.д.).

Кількісною оцінкою показника завадозахищеності радіоканалу є ймовірність його подавлення навмисними завадами $P_{\text{под}}$. Ймовірність $P_{\text{под}}$ характеризуватимемо ймовірністю помилки на виході другої вирішувальної схеми (декодера), яка визначається із залежності вигляду

$$P_{\text{под}} = P_{\text{пом}}^k (P_{\text{пом}}^s), \quad (1)$$

де $P_{\text{пом}}^k$, $P_{\text{пом}}^s$ – ймовірність помилок відповідно на

сигнальному рівні й рівні контуру кодування.

Визначення $P_{\text{пом}}^s$ за наявності багатоканального приймача припускає розгляд випадку M гіпотез постановки навмисних завод [1; 3], що є важковирішуваним завданням. Уникнути цього можна, якщо замінити реальний багатоканальний приймач адекватною в значенні збереження показників заводостійкості моделлю радіоканалу з двома каналами обробки, а при розрахунках $P_{\text{пом}}^s$ використовувати адитивні межі Буля – Бонферроні [1; 8]. Так, для випадку найгіршої заводової обстановки з нерівності Буля – Бонферроні маємо

$$P_{\text{пом}}^s = (M-1)P_{\text{пом дв}}^s, \quad (2)$$

де $P_{\text{пом дв}}^s$ – ймовірність помилки у двоканальному приймачі.

Ймовірність помилки $P_{\text{пом дв}}^s$ визначимо виходячи із співвідношення [1]

$$P_{\text{пом дв}}^s = P_p^f \cdot (P_{\text{пом}}(s, n) + 1 - P_p^f) \cdot P_{\text{пом}}(s, \text{ш}), \quad (3)$$

де P_p^f – ймовірність розвідки основних параметрів сигналів-переносників;

$P_{\text{пом}}(s, n)$ – складова ймовірність помилки, яка характеризується наявністю в робочому каналі навмисної завади;

$P_{\text{пом}}(s, \text{ш})$ – складова ймовірність помилки, яка характеризується присутністю в каналі лише власних шумів приймача.

За аналогією з [1] ймовірність P_p^f визначатимемо як відношення кількості виставлених структурних завод G до кількості L можливих (розділених) підканалів, тобто

$$P_p^f = G / L, \quad (4)$$

У свою чергу, кількість L характеризується відношенням смуги частот радіоканалу ΔF_k до смуги ΔF_c , тобто

$$L = \Delta F_k / \Delta F_c. \quad (5)$$

Тривалість елемента ЧФМ сигналу визначається із співвідношення вигляду

$$\tau_c = \frac{m \cdot \kappa}{R_i \cdot B \cdot N} = \frac{m \cdot R_k}{R_i \cdot B}, \quad (6)$$

ширина спектра сигналу

$$\Delta F_c = \frac{B \cdot 2 \cdot R_i}{m \cdot R_k}.$$

У результаті одержимо, що величина L визначається

$$L = \frac{\Delta F_k \cdot m \cdot R_k}{B \cdot 2 \cdot R_i}. \quad (7)$$

Як уже вказувалося, найбільш небезпечними для даного класу сигналів є гармонічні завади, схожі

за структурою основних параметрів на робочі сигнали. Дослідження заводозахищеності радіоканалу проводитимемо в припущенні постановки даного класу навмисних завод. Відомо [1; 8], що ефект рівноймовірно фазоманіпульованої гармонійної, синфазної за високою частотою і синхронної за тактами з сигналом завод зводиться до ефекту дії гауссівського шуму з рівномірним спектром тієї ж середньої потужності за умови, що база ФМ послідовності $B \geq 50$. Дане обмеження врахуємо при виведенні розрахункових співвідношень і отриманні оцінок заводозахищеності радіоканалу.

Можна показати [1], що в разі використання ЧФМ сигналів на етапі їх розрізнення проста ретрансляція завади недоцільна. Таким чином, ймовірність $P_{\text{пом}}(s, n)$ при некогерентному розрізненні квазіортогонального ЧФМ сигналу на фоні структурної завади визначимо, використовуючи вираз (1)

$$P_{\text{пом}}(s, n) = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{P_c \cdot B \cdot (1 - R_\delta)}{P_{\text{ш}} + P_{\text{нн}}}\right), \quad (8)$$

де R_δ – коефіцієнт АФВК застосовуваних сигналів;

$P_{\text{ш}}$ – потужність складової шуму в смузі ΔF_c ;

$P_{\text{нн}}$ – потужність навмисної завади в смузі підканалу.

В умовах активної дії на радіоканал потужних навмисних завод і наявності у заводопостановника можливостей забезпечення відношення $W = P_{\text{нн}} / P_c$ в інтервалі $40 \leq W \leq 60$ (дБ) [1; 3] у подальших розрахунках можна нехтувати складовою в (8) по відношенню до $P_{\text{нн}} / P_c$ як величиною значно меншого порядку і переписати дане співвідношення у вигляді

$$P_{\text{пом}}(s, n) = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{B \cdot (1 - R_\delta)}{P_{\text{нн}} / P_c}\right). \quad (9)$$

Вважатимемо, що складова потужності навмисної завади $P_{\text{нн}}$ у кожному з G підканалів однакова і дорівнює $P_{\text{нн}} / G$, тобто вираз (9) можна записати у вигляді

$$P_{\text{пом}}(s, n) = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{B \cdot (1 - R_\delta)}{W / G}\right). \quad (10)$$

Складова ймовірності помилки $P_{\text{пом}}(s, \text{ш})$ визначається виходячи із співвідношення вигляду [2–3; 8]

$$P_{\text{пом}}(s, \text{ш}) = \frac{1}{2} \exp(-H_c^2 / 2), \quad (11)$$

де $H_c^2 = E_c / N_0$ – відношення сигнал-шум на вході розв'язувального пристрою.

Таким чином, після підстановки (7; 9; 11) в (2) і (1) ймовірність помилки в каналному символі на сигнальному рівні визначимо із співвідношення

$$P_{\text{пом}}^s = (M-1) \left[\frac{Q \cdot B \cdot 2R_i}{\Delta F_k \cdot m \cdot R_k} \cdot \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{B(1-R_6)}{W/Q}\right) + \frac{G \cdot B \cdot 2R_i}{\Delta F_k \cdot m \cdot R_k} \cdot \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{B(1-R_6)}{W/G}\right) + \left(1 - \frac{G \cdot B \cdot 2R_i}{\Delta F_k \cdot m \cdot R_k}\right) \cdot \frac{1}{2} \exp(-H_c^2/2) \right] \quad (12)$$

На рис. 1 зображений графік залежності $P_{\text{пом}}^k$ від відносної кількості підканалів, уражених навмишними завадами G/L , розрахованими за співвідношенням (12) при $\Delta F = 2$ ГГц, $R_i = 1,2$ кбіт/с, $W = 40$ дБ, $B = 128$, $m = 6$, $R_k = 0,7$, $N = 63$.

З аналізу поданого рисунка видно, що оптимальною для заводопостановника є організація всього 0,4 % структурних завод.

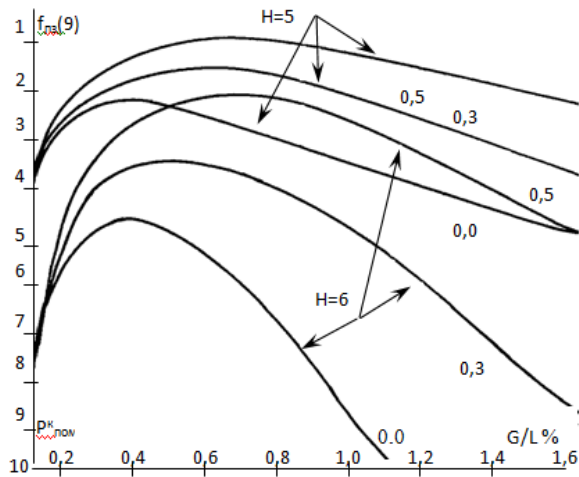


Рис. 1. Залежність $P_{\text{пом}}^k$ від G/L

На рис. 1 пояснюється залежність при різних значеннях R_6 і фіксованих значеннях $B = 128$, $m = 5$.

Аналіз кривих, наведених на цьому рисунку, дозволяє побачити, що з одного боку, для кожного значення R_6 , H_6^2 спостерігається явно виражений максимум, що відповідає оптимальному значенню R_k , з іншого боку – досягнення необхідних значень вірогідності повідомлень, які передаються в радіоканалі (наприклад ділянка в межах 10^{-3} – 10^{-5} , виділена вертикальними лініями на рисунках), можливе за рахунок оптимального вибору енергетичних параметрів H_6^2 радіоканалу і відносної швидкості кодування для цього випадку.

Таким чином, аналіз рис. 1 та виразу (12) показує, що залежність імовірності помилки від параметрів сигнально-кодових конструкцій має складний вигляд

$$f_{\text{пз}} = \varphi(B, R_6, N), \quad (13)$$

при фіксованих ($\Delta F_k, W, R_i, H_6^2$) і оптимальних (G, R_k).

Висновки

Таким чином, проаналізувавши перешкодозахисні системи зв'язку та управління при сумісному використанні сигнально-кодових конструкцій, можна зробити висновок, що наведені вище співвідношення дозволяють, на відміну від відомих методик оцінки, врахувати сумісне застосування в радіоканалі з параметрами, які вимірюються, ортогональних ЧФМ сигналів і заводостійких кодів, провести дослідження з метою вибору і обґрунтування параметрів сигнально-кодової конструкції. Найбільш перспективними є ортогональні сигнали та методи кодування багатоосновного кодування, однак повної оптимізації необхідних параметрів радіоканалу при використанні даного математичного апарату досягти не можна, оскільки необхідно враховувати інші показники якості функціонування радіоканалу.

Список літератури

1. Теорія сигнально-кодових конструкцій: моногр. / М.І. Науменко, Ю.В. Стасев, О.О. Кузнецов, С.П. Євсєєв. – Х.: ХУПС, 2008. – 541 с.
2. Стасев Ю.В. Умови реалізації динамічного режиму функціонування захисту системи зв'язку та управління / Ю.В. Стасев, О.О. Мелешенко, І.О. Ткаченко // Системи озброєння і військова техніка. –Х.: ХУПС, 2016. – Вип. 12(16). – С. 28-32.
3. Теоретичні основи створення технологій протидії прихованим інформаційним атакам в сучасній гібридній війні / А.М. Алімпієв, В.В. Бараннік, Т.В. Белікова, С.О. Сідченко // Системи обробки інформації. – Х.: ХНУПС, 2017. – № 4(150). – С. 113-121.
4. Науменко М.І. Методы синтеза сигналов с заданными свойствами / М.І. Науменко, О.О. Кузнецов // Международный научно-теоретический журнал. – К.: Институт кибернетики НАН Украины, 2007. – Вип. 3. – С. 10-17.
5. Сорока Л.С. Основы теории минимально-избыточных сигналов. Математические методы и средства обработки / Л.С. Сорока. – Х.: МОУ, ОНИИ ВС, 2005. – 280 с.
6. Discrete Signals with Multi-Level Correlation Function Statistical Methods of Signal and Data Processing (SMSDP-2010): Proceedings / Y. Stasev, A. Kuznetsov, V. Sai, O. Karpenko. – Discrete Kiev, Ukraine, October 13-14, 2010 – К.: National Aviation University “NAU-Druk” Publishing House, 2010. – 180 p.
7. Methodological basis for constructing a method for compressing of transformants bit representation, based on non-equilibrium positional encoding / V.V. Barannik, Yu.N. Ryabukha, V.V. Tverdokhlebo, D.V. Barannik // 2nd IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017, Proceedings, Lviv, 2017, pp. 188.

8. Description of the OFDM symbol with the help of mathematical laws. Analysis of technologies that were used in this case / V. Barannik, M. Lytvinenko, D. Okladnoy, O. Suprun // 2nd IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017, Proceedings, Lviv, 2017, pp. 183.
9. Основи радіоелектронної боротьби в радіотехнічних військах / І.С. Добринін та ін. – Х.: ООО “Контур”, 2006. – 108 с.
10. Кузнецов А.А. Каскадное кодирование с алгеброгеометрическим кодом внешней ступени / А.А. Кузнецов // Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Х.: ХарДАЗТ, 2002. – № 3. – С. 21-25.
11. Кузнецов А.А. Методика оценки энергетической эффективности двоичных блочных кодов в каналах с группирующимися ошибками / А.А. Кузнецов // Моделивання та інформаційні технології. – К.: НАНУ, 2005. – № 32. – С. 116-124.
12. Model intelligent processing of aerial photographs with a dedicated key features interpretation / V. Barannik, A. Krasnorutskiy, Y.N. Ryabukha, D.E. Okladnoy // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET). – Lviv, 2016. – Pp. 736.

References

1. Naumenko, M.I., Stasev, Y.V., Kuznetsov, O.O. and Evseev, S.P. (2008), “*Teoriya syhnal'no-kodovykh konstruksiy: monografiya*” [The theory of signal-code structures: a monograph], KAFU, Kharkiv, 541 p.
2. Stasev, Y.V., Meleshenko, O.O. and Tkachenko, I.O. (2016), “Stan Umovy realizatsiyi dynamichnoho rezhymu funktsionuvannya zakhystu systemy zvyazku ta upravlinnya” [Terms of realization of dynamic mode of operation of communication and control system protection], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 12(16), pp. 28-32.
3. Alimpiyev, A.M., Barannik, V.V., Belikova, T.V. and Sidchenko, S.O. (2017), “Teoretychni osnovy stvorenniya tekhnolohiy protydyiy prykhovanyim informatsiynym atakam v suchasniy hibrydnyi viyni” [Theoretical basis of technology for the prevention of attacks in the everyday], *Information Processing Systems*, No. 4(150), pp. 113-121.
4. Naumenko, M.I. and Kuznetsov, O.O. (2007), “Metody synteza syhnalov s zadannymy svoystvamy” [Methods for synthesizing signals with given properties], *Mezhdunarodnyy nauchno-teoretychesky zhurnal*, No. 3, pp. 10-17.
5. Soroka, L.S. (2005), “*Osnovy teoryi mynymalno-yzbytochnykh syhnalov. Matematycheskye metody i sredstva obrabotky*” [Fundamentals of the theory of minimal redundant signals. Mathematical methods and means of processing], MOU, ONYY VS, Kharkiv, 280 p.
6. Stasev, Y., Kuznetsov, O., Sai V. and Karpenko, O. (2010), Discrete Signals with Multi-Level Correlation Function, *Statistical Methods of Signal and Data Processing (SMSDP-2010)*, October 13–14, National Aviation University “NAU-Druk” Publishing House, Kiev, Ukraine, Pp. 176-179.
7. Barannik, V.V., Ryabukha, Yu.N., Tverdokhle, V.V. and Baranmk, D.V. (2017), Methodological basis for constructing a method for compressing of transformants bit representation, based on non-equilibrium positional encoding, *2nd IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT, Proceedings*, Lviv, 2017, P. 188.
8. Barannik, V., Lytvinenko, M., Okladnoy, D. and Suprun, O. (2017), Description of the OFDM symbol with the help of mathematical laws. Analysis of technologies that were used in this case, *2nd IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT, Proceedings*, Lviv, P. 183.
9. Dobrynin, I.S. and other (2006), “*Osnovy radioelektronnoyi borot'by v radiotekhnichnykh viys'kakh*” [Fundamentals of electronic warfare in radio troops], Kontur, Kharkiv, 108 p.
10. Kuznetsov, A.A. (2002), “Kaskadnoe kodyrovanye s alhebroheometrycheskym kodom vneshney stupeny” [Cascade coding with algebraic geometric code of the outer stage], *Information and control systems on the railway transport*, No. 3, pp. 21-25.
11. Kuznetsov, A.A. (2005), “Stan Metodyka otsenky enerhetycheskoy efektyvnosti dvoychnykh blokovykh kodov v kanalakh s hruppyruyushchymysya oshybkamy ” [Methodology for estimating the energy efficiency of binary block codes in channels with grouping errors], *Modeling and Information Technology*, No. 32, pp. 116-124.
12. Barannik, V., Krasnorutskiy, A., Ryabukha, Y.N. and Okladnoy, D.E. (2016), “Model intelligent processing of aerial photographs with a dedicated key features interpretation”, *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET)*, Lviv, pp. 736.

Надійшла до редколегії 23.06.2017

Схвалена до друку 7.09.2017

Відомості про авторів:

Стасєв Юрій Володимирович
доктор технічних наук, професор кафедри
Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3893-0313>
e-mail: stasev543@gmail.com

Information about the authors:

Stasev Yuri
Doctor of Technical Sciences, Professor Department
of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3893-0313>
e-mail: stasev543@gmail.com

Виставкін Сергій Сергійович

бакалавр, курсант
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-0435-5282>
e-mail: sergvystavkin@gmail.com

Vystavkin Sergey

Bachelor, cadet
of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-0435-5282>
e-mail: sergvystavkin@gmail.com

Туленко Тетяна Олександрівна

курсант Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-0440-0226>
e-mail: tulenko.tanya@gmail.com

Tulenko Tetyana

Cadet of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-0440-0226>
e-mail: tulenko.tanya@gmail.com

Фустій Андрій Сергійович

курсант Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-8362-7914>
e-mail: fudzanryu@gmail.com

Fustii Andrii

Cadet of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8362-7914>
e-mail: fudzanryu@gmail.com

АНАЛИЗ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ СИСТЕМ СВЯЗИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИГНАЛЬНО-КODOVЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Ю.В. Стасев, С.С. Выставкин, Т.О. Туленко, А.С. Фустий

В статье рассмотрена оценка помехозащищенности систем связи и управления на физическом уровне при использовании сигнально-кодовых конструкций. Получены математические выражения, которые позволяют оценить помехозащищенность систем связи и управления при взаимосвязи информационного сигнала и структурной помехи. Анализируются вероятные характеристики при применении частотно-фазоманипулированных сигналов и циклических кодов. Приведены зависимости помехозащищенности систем связи и управления при взаимодействии информационного сигнала и структурной помехи.

Ключевые слова: радиоэлектронное противодействие, динамический режим функционирования, сигнально-кодовые конструкции, система связи.

ANALYSIS OF THE INTERFERENCE IMMUNITY SYSTEMS FOR USE OF SIGNAL-CODE CONSTRUCTIONS

Y. Stasev, S. Vystavkin, T. Tulenko, A. Fustii

The examined a technique for estimating the interference immunity of a communication and control system at the physical level using signal-code structures. Mathematical expressions are obtained, which allow estimating the noise immunity of communication and control systems during the interconnection of an information signal and structural interference. Probable characteristics are analyzed with the use of frequency-phase-manipulated signals and cyclic codes. Dependence's of noise immunity of communication and control systems in the interaction of an informative signal and structural interference are presented. The most promising are orthogonal signals and methods of encoding multi-core encoding; at the same time, the literature does not have a method for analyzing the impedance of communication systems and control systems, and no analysis of such systems has been performed using the dynamic mode of the system's operation. In order to maintain the useful properties of the class of signals used and to provide them with sufficient protection against the optimal intended damage, it is necessary to prevent the interference provider from agreeing the structure of the interference with the signal. Analyze interference-protected communication and control systems with the consistent use of signal-code designs. The research has shown that the quality of communication and control systems depends on the class of signals used and the algorithms for constructing unprotected codes. The most promising are orthogonal signals and methods of encoding multi-core encoding; at the same time, the literature does not have a method for analyzing the impedance of communication systems and control systems, and no analysis of such systems has been performed using the dynamic mode of the system's operation. It is necessary to take into account the joint application in the radio channel with parameters that are measured, orthogonal PFM signals and noise immunity codes, to conduct research to select and justify the parameters of the signal-code design. Full optimization of the necessary parameters of the radio channel with the use of this mathematical device can not be achieved, because it is necessary to take into account other indicators of the quality of the operation of the radio channel.

Keywords: Radio-electronic counteraction, dynamic mode of operation, signal-code construction, communication system.