

Выводы. В статье была рассмотрена модификация алгоритма онлайн-нечеткой сегментации многомерных временных рядов. Алгоритм основан на непрерывной идентификации нечетких множеств, которые представляют собой сегменты во времени. Алгоритм обнаруживает наличие смежных кластеров во времени и в состоянии обнаружить изменения в скрытой структуре многомерных временных рядов. Благодаря рекуррентным формулам обращения матриц, становится возможным использование этого алгоритма в ситуации постоянно изменяющихся параметров.

Список литературы: 1. *Abonyi, J.* Modified Gath–Geva clustering for fuzzy segmentation of multivariate time-series [Text] / *Abonyi J., Babuska R., Szeifert F* // *Fuzzy Sets and Systems*. – 2005. – №149. – P. 39–56. 2. *Keogh, E.* An Online Algorithm for Segmenting Time Series. [Text] / *Keogh, E., Chu, S. Hart, D., Pazzani, M.* // California, USA: IEEE International Conference on Data Mining. – 2001. – P. 248–296. 3. *Малозёмов, В. Н.* Рекуррентный вариант метода наименьших квадратов. [Текст] / *Малозёмов В. Н., Рыбин С. В.* // М.: Радио и связь – 2004. – 294 с. 4. *Babuska, R.* Improved covariance estimation for Gustafson-Kessel clustering [Text] / *Babuska R., van der Veen P. J., Kaymak U.* // IEEE International Conference on Fuzzy Systems. – 2002 – P. 1081–1085. 5. *Перминов, Г. И.* Метод анализа многомерных временных рядов с использованием корректировки предварительно рассчитанной обратной матрицы: исследование в сравнении с другими методами Data Mining [Текст] / *Перминов Г. И.* // Бизнес-информатика. Методы анализа информации. 2008. – №1 – С. 36-44. 6. *Dobos, L.* Application of on-line multivariate time-series segmentation for process monitoring and control [Text] / *Dobos L., Abonyi J.* // *Chemical Engineering Science*. 2012. – V.75, №4. – P. 96–105. 7. *Chun Yuan Deng* A generalization of the Sherman–Morrison–Woodbury formula [Text] / *Chun Yuan Deng* // *Applied Mathematics Letters*. 2011. – V.24, №6 – P. 1561–1564. 8. *Малозёмов, В. Н.* Формулы Фробениуса, Шермана-Моррисона и близкие вопросы [Текст] / *Малозёмов В. Н., Монако М. Ф., Петров А. В.* // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2002. – Т.42, №10 – С. 1459-1465. 9. *Xu, R.* Clustering [Text] / *Rui Xu, Donald C. Wunsch II* // *New Jersey, USA: A John Wiley & Sons, Inc.* – 2009. – P.364. 10. *Daniel, L.* Fuzzy Granular Evolving Modeling for Time Series Prediction [Text] / *Daniel L., Fernando G., Rosangela B., Pyramo C.* // IEEE International Conference on Fuzzy Systems. – 2011. – P. 2794-2801.

Поступила в редколлегию 01.06.2013

УДК 004.89

Адаптивная обработка нестационарных временных рядов на основе нечеткого подхода / Д. А. Машошин // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. – № 38 (1011). – С.86-92. – Бібліогр.: 11 назв.

На основі об'єднання нечіткого пакетного способу обробки і сегментації часових рядів з рекуррентними процедурами обробки поточних значень, запропонован метод онлайн сегментації багатовимірних часових рядів, який можна застосувати для виявлення однорідних сегментів в реальному режимі часу на основі потокових даних.

Ключові слова: часові ряди, нечітка кластеризація, рекуррентні процедури, онлайн кластеризація.

By combining the fuzzy batch mode processing and segmentation of time series with recurrent processing procedures current values offered online segmentation method of multivariate time series, which is useful for the detection of homogeneous segments in real time based on the data stream.

Keywords: time series, fuzzy clustering, recursive procedures, online clustering.

УДК 044.03

В. М. ЛЕВЫКИН, д-р техн. наук, проф., зав.каф., ХНУРЭ, Харьков;
О. С. ГНИДЕНКО, аспирант, ХНУРЭ, Харьков

РАЗРАБОТКА КАТЕГОРИИ МОДЕЛИ РЕАЛИЗАЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОЦЕССА ВЫБОРА МЕРОПРИЯТИЙ

Рассматриваются методы формирования категорных моделей сложных объектов. В категорно-функторном представлении формализованы показатели эффективности, бизнес-процессы и мероприятия, позволяющие формализовать формирование списка мероприятий для оперативного управления БП.

Ключевые слова: категория бизнес-процесса, категория показателей эффективности, категория мероприятий, функтор.

© В. М. ЛЕВЫКИН, О. С. ГНИДЕНКО, 2013

Введение. Основные резервы повышения эффективности предприятий в настоящее время связаны с реализацией процессного управления. Трудности, с которыми сталкиваются при его внедрении, является отсутствие необходимых средств автоматизации бизнес-процессов (БП) во взаимосвязи со стратегией предприятия. Все это обуславливает актуальность исследования проблемы формирования процессного управления предприятием на основе сбалансированных показателей, обеспечивающей развитие предприятия в долгосрочной перспективе и эффективное управления его БП.

Решение данной проблемы представляется возможным с помощью применения ССП для связи со стратегией, и управления БП на основе сбалансированных показателей. Реализация стратегических целей включает управление каждым бизнес-процессом (БП) в отдельности и управление связями между отдельными БП [1]. Управление каждым БП в отдельности направлено на изменение показателей БП при отклонении с помощью мероприятий для получения требуемого результата на выходе.

Целью работы. Целью работы является разработка моделей и методов стратегического управления предприятием на основе процессного подхода и использование инструментальных технологий реализации построенных моделей, что обеспечит повышение эффективности предприятия.

Постановка задачи. Задача управления сводится к поиску мероприятия $a \in A, i = \overline{1, i_0}$, способного обеспечить достижение поставленных целей $g \in G, m = \overline{1, m_0}$, при наличии возмущающих воздействий $\xi(t)$. При этом цели стратегического управления должны быть измеряемыми и функционально зависеть от показателей эффективности ОУ $I_{OU} \in I, j = \overline{1, j_0}$. Особенностью стратегических целей является трудность измерения их реализации, поэтому для оценки достижения целей использоваться различные показатели или наборы показателей. При этом принятие управленческих решений осуществляется в условиях существенной неопределенности, связанной с влиянием возмущающих воздействий, в качестве которых выступает множество факторов внутренней и внешней среды [2]. Оперативное управление предприятием предполагает контроль показателей эффективности I БП, позволяющих реализовать стратегические цели предприятия.

Категорная модель реализации жизненного цикла процесса выбора мероприятий. Для определения взаимосвязи стратегических целей и БП опишем модель структуры показателей I и категории показателей эффективности. В общем виде объект показателей представим структурированными множествами, для чего введем следующие обозначения: I_{OU} – множества всех показателей эффективности ОУ, $I_{ССП}$ – множество показателей БП верхнего уровня, которые также являются индикаторами степени достижения стратегических целей ОУ, I_D – множество показателей функций БП подразделений ОУ. По аналогии распределение множеств

$I_{ССП}$ среди $I_{ОУ}$ и распределение множеств I_D среди $I_{ССП}$ представим инъективными отображениями:

$$F_{I_{ССП}}^{I_{ОУ}} : \begin{cases} I_{ОУ} \rightarrow 2^{I_{ССП}} \\ i_{ОУ} \rightarrow I_{ССП_{i_{ОУ}}} \end{cases}, \quad (1)$$

$$F_{I_D}^{I_{ССП}} : \begin{cases} I_{ССП} \rightarrow 2^{I_D} \\ i_{ССП} \rightarrow I_{D_{i_{ССП}}} \end{cases}, \quad (2)$$

$$F_{I_D}^{I_{ОУ}} = F_{I_{ССП}}^{I_{ОУ}} * F_{I_D}^{I_{ССП}}, \quad (3)$$

где $2^{I_{ССП}}$ – множество всех подмножеств показателей $I_{ССП}$, такое, что $F_{I_{ССП}}^{I_{ОУ}}(i_{ОУ}) = I_{ССП_{i_{ОУ}}}$; $I_{ССП_{i_{ОУ}}}$ – подмножество показателей $I_{ССП}$ множества показателей БП конкретного предприятия, 2^{I_D} – множество всех подмножеств показателей I_D , такое, что

$$F_{I_D}^{I_{ССП}}(i_{ССП}) = I_{D_{i_{ССП}}};$$

$I_{D_{i_{ССП}}}$ – подмножество показателей конкретного подразделения предприятия.

Таким образом, модель структуры показателей эффективности можно представить следующим образом:

$$M_I = \langle I_{ОУ}, I_{ССП}, I_D, F_{I_{ССП}}^{I_{ОУ}}, F_{I_D}^{I_{ССП}}, F_{I_D}^{I_{ОУ}} \rangle. \quad (4)$$

Из-за сложности исследуемого объекта процесс реализации данной математической модели является трудной задачей, поэтому наиболее приемлемым описанием такой системы, являются математические модели представленные в виде категорий. Категории подразумевают проецирование их объектов на некоторую совокупность «родственных» им объектов и по свойствам проекций определять внутреннюю структуру исследуемых объектов. Категория считается заданной, если определён класс объектов представленных структурированными множествами, а также соответствует множество морфизмов между ними [3].

Выделим категорию показателей эффективности L^I , в которой объектами являются $Ob_{L^I} = \{I_{ОУ}, I_{ССП}, I_D\}$. Также определено множество морфизмов:

$$\varphi_{I_{ОУ}} : I_{ОУ} \rightarrow I'_{ОУ}, \quad (5)$$

$$\varphi_{I_{ССП}} : I_{ССП} \rightarrow I'_{ССП}, \quad (6)$$

$$\varphi_{I_D} : I_D \rightarrow I'_D. \quad (7)$$

Коммутативные диаграммы категории L^I , подтверждающие функциональность морфизмов, представлены на рис.:



Рис. – Коммутативные диаграммы категории L^I

Условие коммутативности задаются следующими выражениями:

$$\begin{cases} \varphi_{I_{OY}} \cdot F_{I'_{CСП}}^{I_{OY}} = F_{I_{CСП}}^{I_{OY}} \cdot \varphi_{I_{CСП}} \\ \varphi_{I_{CСП}} \cdot F_{I'_D}^{I_{CСП}} = F_{I_D}^{I_{CСП}} \cdot \varphi_{I_D} \end{cases} \quad (8)$$

Структурированные множества I , являющиеся множеством показателей эффективности, функционально отражаются в структурированное множество I' . При этом внутренние связи между $I_{OY}, I_{CСП}, I_D$ в I сохраняются и в I' , вследствие их функционального назначения.

Таким образом, категорную модель показателей эффективности можно представить в следующем виде:

$$L^I = (I_{OY}, I_{CСП}, I_D, \varphi_{I_{OY}}, \varphi_{I_{CСП}}, \varphi_{I_D}) \quad (9)$$

Для реализации задач стратегического управления БП используются показатели эффективности БП. Для определения категории БП соответствии их классификацией, отражающей степень подробности рассмотрения, объект БП представим следующими структурированными множествами: BP_{OY} - множество всех бизнес-процессов ОУ, $BP_{1ур}$ - множество бизнес-процессов верхнего уровня, способствующих достижению стратегических целей, $BP_{н.ур}$ - множество детальных БП ОУ нижнего уровня. По аналогии получим описания связей между введенными множествами, представленными в виде отображений:

$$F_{BP_{н.ур}}^{BP_{OY}} = \begin{cases} BP_{OY} \rightarrow 2^{BP_{1ур}} \\ bp_{OY} \rightarrow BP_{1ур} bp_{OY} \end{cases} \quad (10)$$

$$F_{BP_{н.ур}}^{BP_{1ур}} = \begin{cases} BP_{1ур} \rightarrow 2^{BP_{н.ур}} \\ bp_{1ур} \rightarrow BP_{н.ур} bp_{1ур} \end{cases} \quad (11)$$

$$F_{BP_{н.ур}}^{BP_{OY}} = F_{BP_{1ур}}^{BP_{OY}} * F_{BP_{н.ур}}^{BP_{1ур}} \quad (12)$$

где $2^{BP_{1ур}}$ – множество всех подмножеств БП верхнего уровня, такое, что $F_{BP_{1ур}}^{BP_{OY}}(bp_{OY}) = BP_{1ур} bp_{OY}$; $BP_{1ур} bp_{OY}$ – множество бизнес-процессов верхнего уровня, которые входят в множество всех БП ОУ. $2^{BP_{н.ур}}$ – множество всех подмножеств БП ОУ нижнего уровня, такое, что

$$F_{BP_{н.ур}}^{BP_{1ур}}(bp_{1ур}) = BP_{н.ур} bp_{1ур};$$

$BP_{н.ур}^{bp1ур}$ – множество БП ОУ нижнего уровня, которые входят в множество определенного БП верхнего уровня.

Таким образом, введенные структурированные множества и отображения описывают математическую модель структуры бизнес-процессов, в виде

$$M_{BR} = \langle BP_{OU}, BP_{1ур}, BP_{н.ур}, F_{BP_{1ур}}^{BP_{OU}}, F_{BP_{н.ур}}^{BP_{1ур}}, F_{BP_{н.ур}}^{BP_{OU}} \rangle. \quad (13)$$

Для получения категории БП определим соответствующие морфизмы.

$$\Phi_{BP_{OU}} : BP_{OU} \rightarrow BP'_{OU}, \quad (14)$$

$$\Phi_{BP_{1ур}} : BP_{1ур} \rightarrow BP'_{1ур}, \quad (15)$$

$$\Phi_{BP_{н.ур}} : BP_{н.ур} \rightarrow BP'_{н.ур}. \quad (16)$$

Для пары морфизмов $\Phi_{BP_{OU}}$, $\Phi_{BP_{1ур}}$ определим композицию $\Phi_{BP_{OU}} \circ \Phi_{BP_{1ур}} = \Phi_{BP_{н.ур}}$. Аналогично опишем условие коммутативности категории L^{BP} следующими выражениями:

$$\begin{cases} \Phi_{BP_{OU}} \cdot F_{BP'_{1ур}}^{BP'_{OU}} = F_{BP_{1ур}}^{BP_{OU}} \cdot \Phi_{BP_{1ур}} \\ \Phi_{BP_{1ур}} \cdot F_{BP'_{н.ур}}^{BP'_{1ур}} = F_{BP_{н.ур}}^{BP_{1ур}} \cdot \Phi_{BP_{н.ур}} \end{cases} \quad (17)$$

Структурированные множества BP , являющиеся множеством бизнес-процессов, функционально отражается в структурированное множество BP' . При этом внутренние связи между $BP_{OU}, BP_{1ур}, BP_{н.ур}$ в BP сохраняются и в BP' , вследствие их функционального назначения. Таким образом, категорную модель БП представим в следующем виде:

$$L^{BP} = (BP_{OU}, BP_{1ур}, BP_{н.ур}, \Phi_{BP_{OU}}, \Phi_{BP_{1ур}}, \Phi_{BP_{н.ур}}). \quad (18)$$

Описание взаимосвязи категории показателей эффективности и категории мероприятий представляется функтором $\Phi_{L^{BP}}^L$, из L^I в L^{BP} , который переводит объекты L^I в объекты L^{BP} и морфизмы L^I в морфизмы L^{BP} . Морфизмы одной категории должны быть функциональны по отношению к морфизмам другой категории: $Mor_{L^{BP}}^L$ [4]:

$$\Phi_{L^{BP}}^L : L^I \rightarrow L^{BP}. \quad (19)$$

Для корректировки показателей эффективности I в рамках достижения поставленных стратегических целей необходимо описать взаимосвязь показателей I с мероприятиями A . Для этих целей аналогично определяется модель структуры мероприятий, включающая следующие структурированные множества: A_{OU} – множества всех возможных мероприятий ОУ; $A_{ССП}$ – множество мероприятий, которые могут использоваться для показателей

стратегических целей; A_D – множество мероприятий, оказывающих влияние на показатели эффективности бизнес-функций подразделения.

По аналогии получим описания связей между введенными множествами, представленными в виде отображений:

$$F_{A_{CCП}}^{A_{OУ}} : \begin{cases} A_{OУ} \rightarrow 2^{A_{CCП}} \\ a_{OУ} \rightarrow A_{CCП a_{OУ}} \end{cases}, \quad (20)$$

$$F_{A_D}^{A_{CCП}} : \begin{cases} A_{CCП} \rightarrow 2^{A_D} \\ a_{CCП} \rightarrow a_{D A_{CCП}} \end{cases}, \quad (21)$$

$$F_{A_D}^{A_{OУ}} = F_{A_{CCП}}^{A_{OУ}} * F_{A_D}^{A_{CCП}}, \quad (22)$$

где $2^{A_{CCП}}$ – множество всех подмножеств мероприятий БП $A_{CCП}$, такое, что $F_{A_{CCП}}^{A_{OУ}}(a_{OУ}) = A_{CCП a_{OУ}}$; $A_{CCП a_{OУ}}$ – множество мероприятий, которые могут использоваться для конкретного БП, 2^{A_D} – множество мероприятий A_D , такое, что $F_{A_D}^{A_{CCП}}(a_{CCП}) = A_{D a_{CCП}}$; $A_{D a_{CCП}}$ – подмножество мероприятий, из мероприятий конкретного БП.

Таким образом, модель структуры показателей эффективности можно представить следующим образом:

$$M_A = \langle A_{OУ}, A_{CCП}, A_D, F_{A_{CCП}}^{A_{OУ}}, F_{A_D}^{A_{CCП}}, F_{A_D}^{A_{OУ}} \rangle \quad (23)$$

Аналогично выделим категорию мероприятий L^A , в которой объектами являются $Ob_{L^A} = \{A_{OУ}, A_{CCП}, A_D\}$. Также определим множество морфизмов:

$$\begin{aligned} \varphi_{A_{OУ}} : A_{OУ} &\rightarrow A'_{OУ}, \\ \varphi_{A_{CCП}} : A_{CCП} &\rightarrow A'_{CCП}, \\ \varphi_{A_D} : A_D &\rightarrow A'_D. \end{aligned} \quad (24)$$

Для пары морфизмов $\varphi_{A_{CCП}}, \varphi_{A_{OУ}}$ определим композицию $\varphi_{A_{OУ}} \circ \varphi_{A_{CCП}} = \varphi_{A_D}$. Аналогично опишем условие коммутативности категории L^A следующими выражениями:

$$\begin{cases} \varphi_{A_{OУ}} \cdot F_{A'_{CCП}}^{A'_{OУ}} = F_{A_{CCП}}^{A_{OУ}} \cdot \varphi_{A_{CCП}} \\ \varphi_{A_{CCП}} \cdot F_{A'_D}^{A'_{CCП}} = F_{A_D}^{A_{CCП}} \cdot \varphi_{A_D} \end{cases} \quad (25)$$

Структурированные множества A , являющиеся множеством показателей эффективности, функционально отражаются в структурированное множество A' . При этом внутренние связи между $A_{OУ}, A_{CCП}, A_D$ в A сохраняются и в A' , вследствие их функционального назначения. Таким образом, категорную модель мероприятий можно представить в следующем виде:

$$L^A = (A_{OU}, A_{ССП}, A_D, \Phi_{A_{OU}}, \Phi_{A_{ССП}}, \Phi_{A_D}). \quad (26)$$

Описание взаимосвязи категории показателей эффективности и категории мероприятий представляется функтором:

$$\Phi_{L^I}^{L^A} : L^A \rightarrow L^I. \quad (27)$$

Взаимосвязь категорий мероприятий ОУ и бизнес-процессов, позволяющая формализовать формирование списка мероприятий для оперативного управления БП, представляется составным функтором:

$$\Phi_{L^A}^{L^{BP}} = \Phi_{L^{BP}}^{L^I} * \Phi_{L^A}^{L^I}. \quad (28)$$

Описание взаимосвязи между категориями L^I , L^{BP} и L^A позволяет в дальнейшем установить взаимосвязь между БП, стратегическими целями и мероприятиями, выделив соответствующие категории и описав составные функторы.

Выводы. Разработана категорная модель реализации жизненного цикла процесса выбора мероприятия, которая описывает взаимосвязи между показателями эффективности, БП и мероприятиями, что позволяет осуществлять оперативное управление БП путем выбора мероприятий на основе значений показателей. В категорно-функторном представлении формализованы объекты показателей результативности предприятия и мероприятий, как наиболее информативные структуры процесса реализации БП предприятия в рамках стратегических целей.

Категорные модели, описывающие процесс стратегического управления БП, являются основой для разработки метода, который учитывает влияние мероприятий на показатели БП с учетом риска их ухудшений и описывает взаимосвязь целевых значений показателей оперативного уровня со стратегическими целями ОУ. Реализация разработанной модели осуществляется в рамках информационной технологии стратегического управления БП.

Список литературы: 1. Томпсон, А. А. Стратегический менеджмент. Концепции и ситуации для анализа [Текст] / Артур А. Томпсон-мл, А. Дж. Стрикленд. – М.: Вильямс, 2007. – 928 с. 2. Башкатова, Ю. И. Управленческие решения: Учебно-методический комплекс [Текст] / Ю. И. Башкатова – М.: Изд. центр ЕАОИ. 2008. – 120 с. 3. Деменков, Н. П. Нечеткое управление в технических системах [Текст] / Н. П. Деменков. – М: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2005. – 200 с. 4. Ершов, А. В. Категории и функторы: Учебное пособие [Текст] / А.В. Ершов – Саратов: ООО Издательский центр «Наука», 2012. – 88 с.

Поступила в редколлегию 02.06.2013

УДК 044.03

Разработка категорной модели реализации жизненного цикла процесса выбора мероприятий / Левыкин В. М., Гниденко О. С. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 38 (1011). – С.92-98. – Бібліогр.:4 назв.

Розглядаються методи формування категорних моделей складних об'єктів. У категорно-функторному поданні формалізовані показники ефективності, бізнес-процеси і заходи, що дозволяють формалізувати формування списку заходів для оперативного управління БП.

Ключові слова: категорія бізнес-процесу, категорія показників результативності, категорія заходів, функтор.

The methods of forming categorical models of complex objects is considered. In the representation of category and functor the performance of indicators, business processes and activities are formalized.

This make it possible to formalize the generation of a list of activities for the operational management of business processes.

Keywords: business process category, the category of performance indicators, the category of activities functor.

УДК 621.391

В. В. КОРЧИНСКИЙ, канд. техн. наук, доц., Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ ШУМОВЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Рассматриваются методы имитационного моделирования шумовых сигналов для задачи применения их в современных конфиденциальных системах связи. Приведен сравнительный анализ реализаций шумовых сигналов, формируемых на основе различных законов распределения.

Ключевые слова: шумовой, хаотический, сигнал, спектр, конфиденциальный.

Введение. Шумы в каналах связи всегда являются мешающим фактором и рассматриваются как помеха, воздействующая определенным образом на передаваемый сигнал. Поэтому, обязательное требование при проектировании любой системы связи это снижение уровня возможных помех и обеспечение заданной достоверности приема информации. Известно [1, 4], что шум порождается источниками как естественного, так и искусственного происхождения, который, в последнем случае, может создаваться преднамеренно с помощью радиосредств специального назначения с целью затруднения нормальной работы той или иной системы связи. С этой точки зрения противоречивой выглядит постановка задачи о возможности использования шумовых сигналов в современных системах связи. Однако стратегия развития противодействия средствам несанкционированного доступа (НСД) показывает целесообразность использования шумов в конфиденциальных системах связи, специально формируемых, которые, в данном случае, можно рассматривать как шумовые сигналы.

Практическое использование шумов имеет два основных направления, связанных в основном с негражданским применением, а именно, маскировка работы собственных информационных систем и создание помех работающим подобным системам вероятного противника.

Внимание к шумовым сигналам связано с проблемами, которые являются результатом интенсивного развития различных информационных технологий. Одним из видов шумового сигнала есть хаотический сигнал. За последнее десятилетие было издано большое количество научных работ, которое посвящено возможностям применения хаотических процессов и свидетельствует о сложившемся направлении в области телекоммуникаций.

Можно выделить три основных свойства хаотических сигналов [2], определивших перспективу их применения для задачи передачи информации: широкополосность, сложность и ортогональность.

Широкополосность характерна для большинства типов хаотических сигналов, так как их спектр намного превосходит спектр исходного информационного сигнала. Кроме этого хаотические сигналы непериодичны и имеют непрерывный спектр.