

6. Kovalenko A.V., Gavrilov A.A., Karmazin V.N. Diagnostika sostoyanij predpriyatiya na osnove nechetkih produkcijnyh sistem i diskriminantnogo analiza [Enterprise state diagnostics based on fuzzy production systems and discriminant analysis]. *Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika*, 2007, no. 14, pp. 2-9.
7. Leonenkov A.V. *Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH* [Fuzzy modelling in MATLAB and fuzzyTECH]. Saint Petersburg, BHV-Peterburg Publ., 2003. 719 p.
8. Melihov A.N., Bershtein L.S., Korovin S.Y. *Situacionnye sovetuyushchie sistemy s nechetkoj logikoj* [Situational advising systems with fuzzy logic]. Moscow, Nauka Publ., 1990. 272 p.
9. Nedosekin A.O., Maksimov O.B. *Kompleksnaya ocenka finansovogo sostoyaniya predpriyatiya na osnove nechetko-mnozhestvennogo podhoda* [Complex evaluation of an enterprise state based on fuzzy-range approach]. Available at: [http://www.bupr.ru/litra/finanaliz/?leaf=finan\\_5.htm](http://www.bupr.ru/litra/finanaliz/?leaf=finan_5.htm) (accessed 25.06.2018).
10. Pahomova E.A., Lychagina T.A., Golubeva M.S. Analiz finansovogo sostoyaniya proiz-vodstvennogo predpriyatiya instrumentariem nechetkih mnozhestv [Production enterprise financial state analysis based on fuzzy sets]. *Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 2015, vol. 11, no. 35, pp. 15-26
11. Fedorova E.A., Timofeev Y.A. Normativy finansovoy ustoychivosti rossijskih predpriyatij: otraslevye osobennosti [Standards of financial stability of Russian companies: industry-specific features]. *Korporativnye finansy*, 2015, no. 1, pp. 38-47.
12. Shtovba S.D. *Proektirovanie nechetkih sistem sredstvami MALAB* [Fussy systems management using MATLAB]. Moscow, Goryachaya liniya-Telekom Publ., 2007. 288 p.

*Received 02.07.2018*

УДК 005.95

## РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

*Горожанина Е.И.*

*Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, РФ*

*E-mail: zhdanova63@gmail.com*

В настоящее время большое внимание обращается на принятие решений в сфере управления человеческими ресурсами ИТ-организаций. Выработка и принятие подобных решений тесно связаны с процессами переработки информации. Чем выше эффект от использования кадровой информации, тем более объективные решения будут приниматься руководителями по широкому разнообразию кадровых проблем. К числу важнейших проблем, связанных с использованием современных технологий в информационной среде работы предприятия, необходимо отнести отсутствие необходимого теоретико-методического обоснования и практических рекомендаций, предоставляемых новейшими компьютерными средствами в сфере управления человеческими ресурсами. Таким образом, актуальность исследования заключается в необходимости поиска новых методов повышения эффективности труда, в том числе и за счет использования современных информационных технологий в области работы с персоналом.

**Ключевые слова:** гибридная интеллектуальная система, управление персоналом, нечеткая логика, производственная модель, база знаний

Особенностью структуры и алгоритма функционирования ГИИС является комбинированное взаимодействие составляющих блоков: экспертной системы и нечеткого логического вывода. Разработка ГИИС в области управления персоналом была рассмотрена в [1-2]. Классификация ГИИС представлена в [3].

Цель статьи – разработка принципиальной схемы функционирования гибридной интеллектуальной системы (ГИИС) для управления персоналом ИТ-компании [4-5]. Объектом исследования является Самарский филиал ИТ-компании NetCracker.

Внедрение ГИИС в практику компании проводится с целью достижения следующих результатов: возможность регламентирования процедур распределения задач в рамках проектов; централизованное хранение информации о наличии и использовании ресурсов ИТ-проекта; анализ возможностей сотрудника для более рационального решения задач; поддержка использования архива проектов и накопления знаний для корректировки системы распределения.

В рамках исследования был произведен анализ существующих подходов к совместному применению экспертных систем и нечеткой логики [6-9].

Были выделены особенности нечеткой логики [10], которые позволят более рационально производить принятие решений в экспертной системе:

- возможность оперировать нечеткими входными данными: например, непрерывно изменяющиеся во времени значения (динамические задачи), значения, которые невозможно задать однозначно;

- возможность нечеткой формализации критериев оценки и сравнения: оперирование критериями «большинство», «возможно», «преимущественно» и т.д.;

- возможность проведения качественных оценок как входных данных, так и выходных результатов;

- возможность проведения быстрого моделирования сложных динамических систем и их сравнительный анализ с заданной степенью точности, а также возможность оценить разные варианты выходных значений.

Разрабатываемая ГИИС предназначена для распределения задач между сотрудниками, подбора сотрудников для проектов в соответствии с их навыками, опытом, загруженностью [7]. Процедура распределения задач включена в процесс планирования

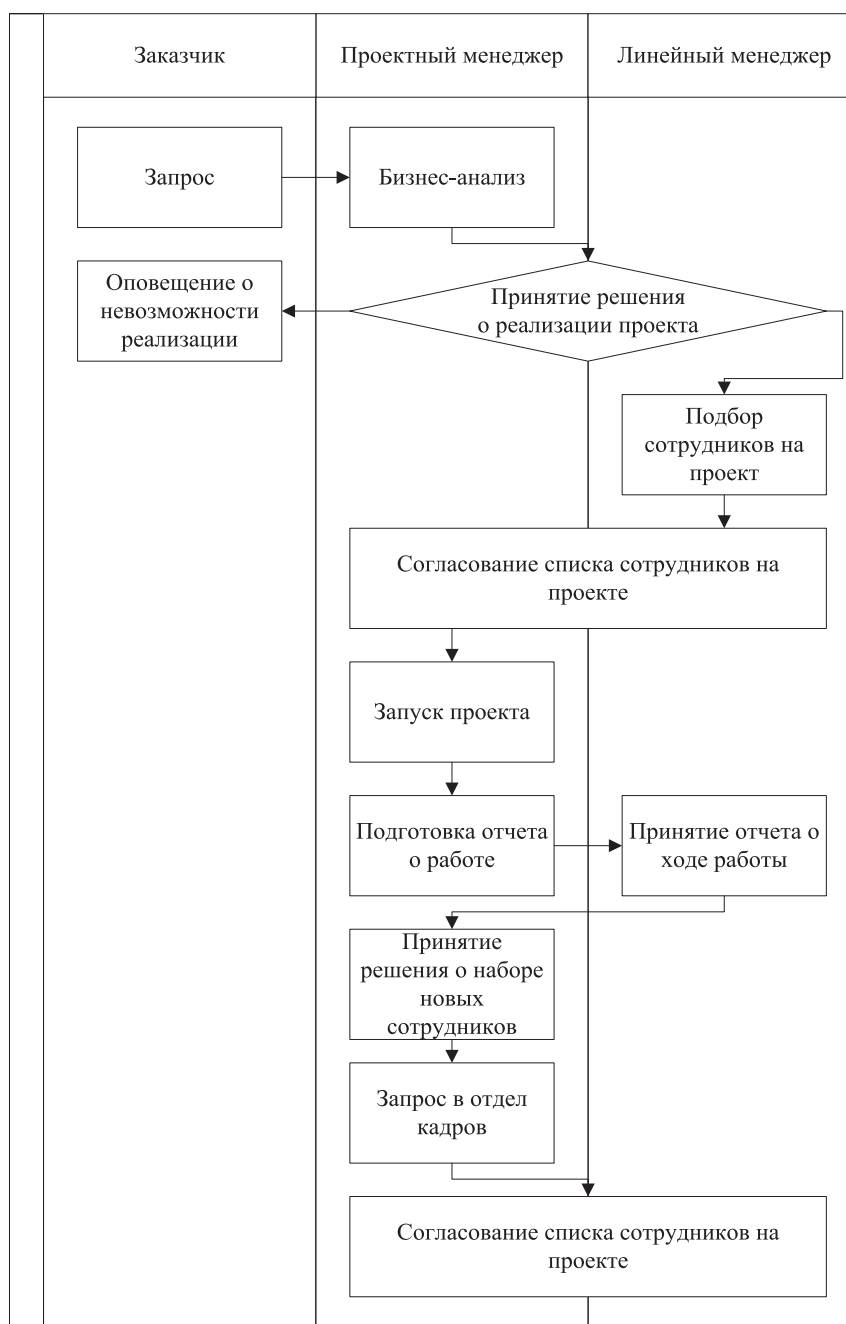


Рисунок 1. Бизнес-процесс подбора персонала для проекта

Таблица 1. Критерии выбора для решаемой задачи

Номер сотрудника	Знание (Java)	Знание (Английский)	Задача: обсуждение способа реализации программы с заказчиком из Индии	Задача: написание программного кода по предоставленному дизайн-документу
№1	продвинутый	базовый	+	-
№2	базовый	продвинутый	-	+

персонала (см. рисунок 1), выходом которого является определенное количество назначенных на проект сотрудников, их полномочия, ответственность и обязанности.

В рамках разрабатываемой ГИИС экспертная система использована для принятия решений о привлечении сотрудника к проектной деятельности, а также для распределения задач между сотрудниками. Правила, используемые в экспертной системе, учитывают значение критерия, а также важность данного критерия в рамках задачи. Система проводит анализ сотрудников и подбирает наиболее подходящих для рассматриваемой задачи (см. таблицу 1).

Таким образом, если рассматривать двоих сотрудников с навыками, представленными в таблице 1, а также две задачи, одна из которых подразумевает обсуждение способа реализации программы с заказчиком из Индии, а вторая – написание программного кода по предоставленному дизайн-документу, то приходим к выводу, что обе эти задачи требуют знания и английского языка, и языка программирования Java. Однако для первой задачи знание английского приоритетнее, чем знание Java. Руководствуясь данной логикой, ГИИС назначит первую задачу на сотрудника №1, а вторую – на сотрудника №2. Коэффициенты важности будут корректироваться после каждого использования программы в рамках контроля за результатами. В дальнейшем от этого контроля можно будет отказаться.

В ГИИС используется продукционный метод представления знаний в базе знаний. Принципиальная схема функционирования ГИИС представлена на рисунке 2.

Для приведенного выше примера правило вывода запишется следующим образом:

- если «Тип задачи = Обсуждение», то «Английский язык: приоритет – высокий, Java: приоритет – низкий»;
- если «Тип задачи = Разработка», то «Английский язык: приоритет – низкий, Java: приоритет – высокий».

Система позволяет задавать новые правила для каждой конкретной задачи, что делает ее более гибкой для применения, поскольку требования заказчиков изменяются от проекта к проекту.

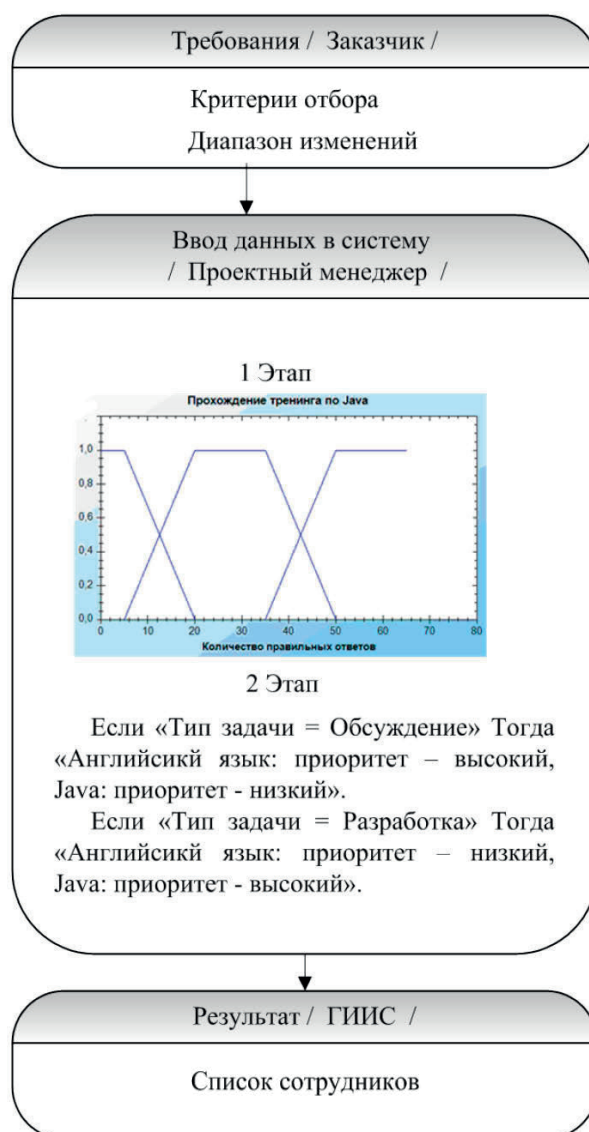


Рисунок 2. Принципиальная схема функционирования ГИИС

Также требования заказчика зачастую носят нечеткий характер. Для рационального анализа критериев целесообразно задавать их нечеткими множествами (см. рисунок 3).

Нечеткая логика в рамках разрабатываемой ГИИС подразумевает в первую очередь возможность нечеткой формализации критериев оценки и сравнения. При прохождении тренинга сотрудник получает запись о полученном навыке, однако количество правильных ответов и количество вопросов в итоговом тесте могут быть абсолютно разными для разных

тренингов. Поэтому принято решение использовать нечеткую логику, а именно категории прохождения тренинга «Не пройден», «Пройден на базовом уровне», «Пройден на продвинутом уровне».

При передаче данных из модуля тестирования система анализирует количество правильных ответов и в соответствии с заданными критериями присваивает уровень навыка сотруднику для дальнейшего анализа экспертной системой.

Данный подход позволит максимально объективно оценивать навыки сотрудников для более эффективного распределения задач. Критерии представлены в виде трапециевидного графика, что позволяет выделять нескольких кандидатов на выполнение задачи, в то время как использование треугольного графика позволяет выбирать только одного, полностью удовлетворяющего условиям критерия.

### Выводы

Основным критерием эффективности распределения задач в компании является время, затрачиваемое на выполнение процессов анализа навыков и знаний сотрудников. Поскольку система самостоятельно анализирует навыки и опыт сотрудников, время, затрачиваемое на принятие решения о назначении задачи, может быть сведено к минимуму, именно поэтому внедрение ГИИС в процесс управления персоналом ИТ-компании целесообразно.

### Литература

1. Жданова Е.И. Моделирующий алгоритм процесса распределения работников линейно-кабельного отдела региональной инфокоммуникационной компании // Инфокоммуникационные технологии. – 2009. – Т.6. – №1. – С. 60-63.
2. Димов Э.М., Жданова Е.И. К применению имитационного моделирования и нейросетевых технологий для управления бизнес-процессами // Телекоммуникации. – 2009. – №6. – С. 6-10.
3. Аверкин А.Н., Прокопчина С.В. Мягкие вычисления и измерения // Интеллектуальные системы. – 1997. – Т.2. – № 1-4. – С. 93-114.
4. Генкин Б.М., Кононова Г.А., Кочетов В.И. и др. Основы управления персоналом. М.: Высшая школа, 1996. – 386 с.
5. Маслов Е.В. Управление персоналом предприятия. М.: ИНФРА-М; Новосибирск: НГАЭиУ, 1999. – 312 с.
6. Горожанина Е.И., Варфоломеев А.А. Анализ возможности применения гибридной интеллектуальной системы для обучения персонала // Материалы XIV МНПК «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики», 2017. – С. 89-92.
7. Горожанина Е.И., Варфоломеев А.А. Проектирование гибридной интеллектуальной системы для планирования персонала // Материалы XV МНПК «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики», 2018. – С. 60-63.
8. Усков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 143 с.
9. Березовская Е.А. Интеллектуальные информационные системы поддержки принятия решений при оценке эффективности инвестиционных проектов. Дис. к.э.н. Ростов-на-Дону, 2004. – 167 с.
10. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 452 с.

Получено 30.07.2018

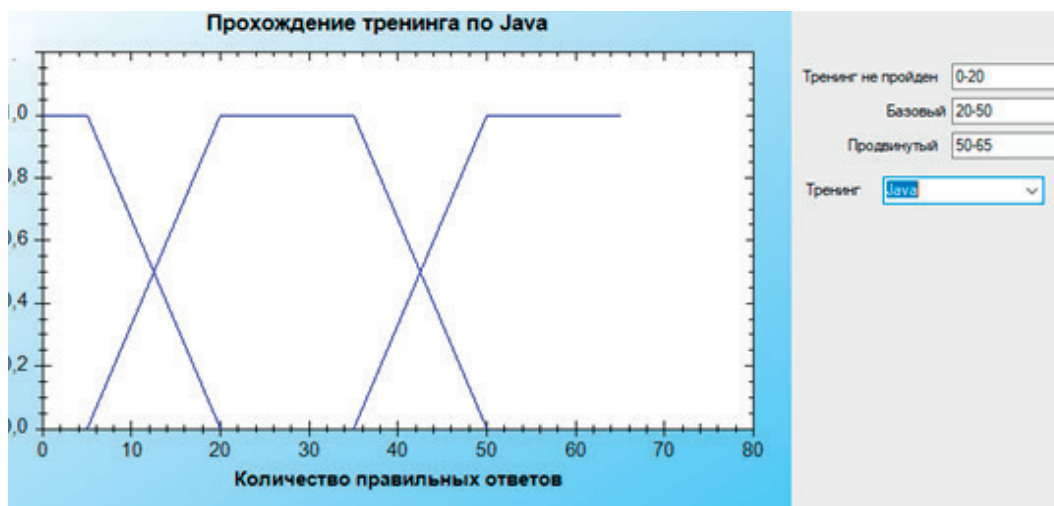


Рисунок 3. Представление критерия отбора сотрудников на проект



**Горожанина Евгения Ивановна**, к.т.н., доцент Кафедры прикладной информатики Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. Тел. 8-927-007-31-71. E-mail: zhdanova63@gmail.com

## DEVELOPMENT OF HYBRID INTELLIGENT SYSTEM IN THE FIELD OF PERSONNEL MANAGEMENT

*Gorozhanina E.I.*

*Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian Federation*

*E-mail: zhdanova63@gmail.com*

Currently, great attention is being paid to making decisions in the field of human resources management of IT organizations. The development and adoption of such decisions are closely related to the processing of information. The higher the effect of the use of personnel information, the more objective decisions will be made by managers on a wide variety of personnel problems. Among the most important problems associated with the use of modern technologies in the information environment of the enterprise, it is necessary to attribute the absence of the necessary theoretical and methodological justification and practical recommendations provided by the latest computer tools in the field of human resource management. Thus, the relevance of the research lies in the need to search for new methods of increasing labor efficiency, including the use of modern information technologies in the field of personnel management.

**Keywords:** hybrid intelligent system, personnel management, fuzzy logic, production model, knowledge base

**DOI:** 10.18469/ikt.2018.16.3.10

**Gorozhanina Evgenia Ivanovna**, Povolzhsky State University of Telecommunications and Informatics, 77, Moskovskoe shosse, Samara, 443090, Russian Federation; Associated Professor of the Department of Applied Informatics, PhD in Technical Sciences. Tel. +79270073171. E-mail: zhdanova63@gmail.com

### References

1. Zhdanova E.I. Modeliruyushchiy algoritm processa raspredeleniya rabotnikov lineyno-kabel'nogo otdela regional'noy infokommunikacionnoy kompanii [Modeling algorithm for the process of distribution of workers in the line-cable department of the regional infocommunication company]. *Infokommunikacionnye tehnologii*, 2009, vol. 6, no. 1, pp. 60-63.
2. Dimov E.M., Zhdanova E.I. K primeneniyu imitacionnogo modelirovaniya i neyrosetevykh tekhnologiy dlya upravleniya biznes-processami [Application of simulation simulation and neural network technologies for managing business processes]. *Telekommunikacii*, 2009, no. 6, pp. 6-10.
3. Averkin A.N., Prokopchina S.V. Myagkie vychisleniya i izmereniya [Soft calculations and measurements]. *Intellektualnye sistemy*, 1997, vol. 2, no. 1-4, pp. 93-114.
4. Genkin B.M., Kononova G.A., Kochetov V.I. *Osnovy upravleniya personalom* [Personnel Management Basics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1996. 386 p.
5. Maslov E.V. *Upravlenie personalom predpriyatiya* [Enterprise personnel management]. Moscow, INFRA-M Publ., Novosibirsk, NGAEiU Publ., 1999. 312 p.
6. Gorozhanina E.I., Varfolomeev A.A. Analiz vozmozhnosti primeneniya gibridnoy intellektual'noy sistemy dlya obucheniya personala [Analysis of the possibility of applying a hybrid intellectual system for personnel training]. *XIV MNPk Tatishchevskie chteniya: aktual'nye problemy nauki i praktiki* [Materials of the XIV International Scientific and Practical Conference «Tatishchev Readings: Actual Problems of Science and Practice»], 2017, pp. 89-92.
7. Gorozhanina E.I., Varfolomeev A.A. Proektirovanie gibridnoy intellektual'noy sistemy dlya planirovaniya personala [Designing a hybrid intellectual system for personnel planning]. *XV MNPk Tatishchevskie chteniya: aktual'nye problemy nauki i praktiki* [Materials of the XV International Scientific and Practical Conference «Tatishchev Readings: Actual Problems of Science and Practice»], 2018, pp. 60-63.

8. Uskov A.A., Kuzmin A.V. *Intellektual'nye tekhnologii upravleniya. Iskusstvennye neyronnye seti i nechetkaya logika* [Intelligent control technologies. Artificial neural networks and fuzzy logic]. Moscow, Goryachaya Liniya – Telecom, 2004. 143 p.
9. Berezovskaya E.A., *Intellektual'nye informacionnye sistemy podderzhki prinyatiya resheniy pri ocenke effektivnosti investicionnyh proektov* [Intellectual information systems for decision support in assessing the effectiveness of investment projects]. Diss ... cand. econ. sciences, 2004. 167 p.
10. Rutkovskaya D., Pilinsky M., Rutkowski L. *Neyronnye seti, geneticheskie algoritmy i nechetkie sistemy* [Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems]. Moscow, Goryachaya Liniya – Telecom, 2004. 452 p.

Received 30.07.2018

## ТЕХНОЛОГИИ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОВЕЩАНИЯ И ТЕЛЕВИДЕНИЯ

УДК 621.397: 681.3.07

### ЗАЩИТА ШИРОКОПОЛОСНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ ОТ УЗКОПОЛОСНЫХ ПОМЕХ С ПОМОЩЬЮ БЫСТРОЙ СМЕНЫ РАБОЧЕЙ ЧАСТОТЫ

*Долматов А.Г., Лучинин А.С., Малыгин И.В.*

*Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, РФ*

*E-mail: pit\_pit2@mail.ru*

Помехоустойчивость систем связи, использующих шумоподобные сигналы, пропорциональна базе сигнала. Эффективным способом повышения помехоустойчивости является использование псевдослучайной перестройки частоты, инициированной занятостью частотного канала мощной узкополосной помехой. В настоящей работе разработан механизм контроля занятости канала при приеме сигналов с отношением сигнал/шум меньше единицы (до –10 дБ) и перестройки частоты полезного сигнала на другую частотную позицию при его поражении возникающей помехой. В системе используется двухсторонняя симплексная связь. Оценка пораженности канала выполняется на обоих концах системы. Для контроля канала используются запросные сигналы, синхронизированные с основными информационными пакетами. Это обеспечивает непрерывное воспроизведение видео на приемной стороне при перескоках рабочей частоты. Оценены и оптимизированы временные характеристики запросных сигналов, обеспечивающие восстановление связи при ее прерывании из-за потери синхронности перестройки. Показана возможность передачи видеосообщений при стандарте сжатия H.264 без больших разрывов изображения и в этой ситуации.

**Ключевые слова:** широкополосная система связи, псевдослучайная перестройка частоты, узкополосные помехи, синхронизация

#### Введение

Аппаратура для управления беспилотными аппаратами и наземными роботами, обеспечивающая передачу видео, телеметрической информации, на рынке предлагается в основном от зарубежного производителя. Как правило, такое оборудование обеспечивает достаточное качество радиосвязи, но не рассчитано для работы в условиях намеренного противодействия. Параметры сигналов: рабочие частоты, вид сигнала, вид модуляции, стандартизованы и хорошо известны.

Высокое качество передачи данных обеспечивается при высоких отношениях «сигнал/шум». Такие системы легко подавляются целевой (по частоте и структуре) помехой.

Для работы системы радиосвязи в условиях радиоэлектронной борьбы (противодействия)

необходимо названные недостатки устранить. Защищенная система должна обладать энергетической скрытностью и повышенной помехозащищенностью.

Скрытность может быть обеспечена следующими средствами: неизвестной и изменяющейся рабочей частотой; неизвестной структурой сигнала; энергетическая скрытность – за счет расширения спектра сигнала по сравнению с шириной спектра сообщения. Те же средства обеспечивают повышенную устойчивость к действию подавляющей помехи [1-7; 13-14].

Вопросы проектирования и опытной эксплуатации широкополосной системы связи (ШСС), созданной в соответствии с приведенными выше соображениями, были рассмотрены в [8-10].