

Для цитирования: Стариков Е.С., Сучкова Л.И. Гибридные подходы к формализации экспертных знаний о темпоральных закономерностях в группе временных рядов базы данных системы мониторинга. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2016;43(4):104-111. DOI:10.21822/2073-6185-2016-43-4-104-111

For citation: Starikov E.S., Suchkova L.I. Hybrid approaches to the formalisation of expert knowledge concerning temporal regularities in the time series group of a system monitoring database. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2016; 43(4):104-111. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2016-43-4-104-111

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.8

DOI:10.21822/2073-6185-2016-43-4-104-111

ГИБРИДНЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ О ТЕМПОРАЛЬНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ В ГРУППЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ БАЗЫ ДАННЫХ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

Стариков Е.С.¹, Сучкова Л.И.².

^{1,2} Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,

^{1,2} 656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46,

¹ e-mail: yegor.inc@live.ru, ³ e-mail: lara8370@yandex.ru

Резюме: Цель. Поставлена задача поиска закономерностей в данных для нечетких временных рядов на основе подхода к формализации экспертных знаний при интеграции в механизм принятия решений. **Метод.** Для описания закономерностей используется язык, порождаемый контекстно-свободной грамматикой, являющийся модификацией универсальной темпоральной грамматики. Пользуясь правилами разработанной грамматики, эксперт может описать закономерности в группе временных рядов. В режиме реального времени для принятия решений в экспертной системе используется многомерный матричный паттерн поведения группы временных рядов, реализующий универсальный подход к описанию динамики изменения данных в экспертной системе. Многомерный матричный паттерн предназначен непосредственно для принятия решений в экспертной системе, а модифицированная темпоральная грамматика для выявления закономерностей в данных. **Результат.** Предложено использовать темпоральные отношения порядка следования и фиксации наблюдения значений на временном интервале, как «From-To», «Before», «After», «Simultaneously», «Duration». Разработан синтаксически ориентированный конвертор описаний. Составлена схема создания и применения матричных паттернов в экспертных системах.

Вывод. Преимуществом внедрения предложенных гибридных подходов является сокращение времени на выявление темпоральных закономерностей и автоматизация формирования матричного паттерна системы принятия решения на основе проверенного на реальных данных экспертного описания взаимосвязей в данных мониторинга.

Ключевые слова: формализация экспертных знаний, обнаружение закономерностей, гибридный подход, многомерный матричный паттерн поведения, экспертные системы

TECHICAL SCIENCE
COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT

HYBRID APPROACHES TO THE FORMALISATION OF EXPERT KNOWLEDGE
CONCERNING TEMPORAL REGULARITIES IN THE TIME SERIES GROUP OF A SYSTEM
MONITORING DATABASE

Egor S. Staricov¹, Larisa I. Suchkova²

^{1,2}Polzunov Altai State Technical University,
46 Lenina Ave., Barnaul 656049, Russia

¹e-mail: yegor.inc@live.ru, ³e-mail: lara8370@yandex.ru

Abstract: Objectives. The presented research problem concerns data regularities for an unspecified time series based on an approach to the expert formalisation of knowledge integrated into a decision-making mechanism. **Method.** A context-free grammar, consisting of a modification of universal temporal grammar, is used to describe regularities. Using the rules of the developed grammar, an expert can describe patterns in the group of time series. A multi-dimensional matrix pattern of the behaviour of a group of time series is used in a real-time decision-making regime in the expert system to implements a universal approach to the description of the dynamics of these changes in the expert system. The multidimensional matrix pattern is specifically intended for decision-making in an expert system; the modified temporal grammar is used to identify patterns in the data. **Results.** It is proposed to use the temporal relations of the series and fix observation values in the time interval as "From-To", "Before", "After", "Simultaneously" and "Duration". A syntactically oriented converter of descriptions is developed. A schema for the creation and application of matrix patterns in expert systems is drawn up. **Conclusion.** The advantage of the implementation of the proposed hybrid approaches consists in a reduction of the time taken for identifying temporal patterns and an automation of the matrix pattern of the decision-making system based on expert descriptions verified using live data derived from relationships in the monitoring data.

Keywords: formalisation of expert knowledge, discovery of regularities, hybrid approach, multi-dimensional matrix pattern of behaviour, expert systems

Введение. Эффективность функционирования экспертных систем (ЭС) зависит от вида представления информации, алгоритмов анализа и обработки данных, способности накопления и применения знаний для решения поставленных задач. Ввиду больших объемов просматриваемых данных анализ и извлечение знаний должны быть автоматизированы. Для этих целей широко используются методы DataMining. DataMining представляет собой анализ данных с применением современных алгоритмов искусственного интеллекта, позволяющих обнаруживать в данных неявные закономерности, выявлять новые аспекты знаний, которые впоследствии могут быть практически применены для принятия решений в информационных и измерительных системах [1].

Поиск и выявление закономерностей в данных может осуществляться в автоматическом режиме и при помощи эксперта, когда в режиме обучения системы эксперт задает предполагаемую закономерность и проверяет ее на достоверность в накопленном массиве данных. Как правило, данные помимо информационной части содержат темпоральную составляющую, которая фиксирует, в какой момент времени данные были сформированы и/или обработаны. Необходимость разработки специализированных методов описания алгоритмов выявления закономерностей и связей обусловлена именно темпоральным характером данных. Найденные закономерности должны быть формализованы таким образом, чтобы в дальнейшем эти новые знания могли быть интегрированы в механизм принятия решений экспертной системы [2]. Для формализации знаний эксперта предлагается использовать гибридный подход, который позволяет одновременно описывать темпоральные закономерности в группе нечетких временных рядов и использовать формальное описание для идентификации и прогнозирования [3].

Постановка задачи. Рассмотрим экспертную систему, в которой первичными данными являются результаты измерений, полученные с датчиков и программируемых логических контроллеров, причем данные имеют темпоральный аспект. Информация хранится в базе данных и образует временные ряды (ВР), для каждого из которых известен измеряемый или вычисляемый параметр некоторого объекта контроля. Для принятия решений целесообразно использовать нечеткие ряды [4,5]. Элементом нечеткого ВР являются термы лингвистических переменных, соответствующих численным значениям контролируемых параметров. Для формирования термов можно использовать различные функции принадлежности.

Ввиду узкой специализации задачи поиска закономерностей в данных для нечетких ВР необходимо привлечение эксперта, который проанализирует ряды и опишет шаблоны поведения и взаимовлияния. В этом случае требуется наличие формальной среды для описания темпоральных событий и их взаимосвязей, которая, однако, не позволяет адаптировать правила принятия решений экспертной системы к новым выявленным закономерностям в данных. Таким образом, формализация экспертных знаний, пригодная для дальнейшей интеграции в механизм принятия решений, является актуальной задачей [3].

Методы исследования. Описание экспертных предположений о наличии закономерностей предлагается производить на специализированном языке, оперирующем с элементами группы ВР, связанных темпоральными соотношениями. Для описания закономерностей предлагается язык, порождаемый контекстно-свободной грамматикой, являющейся модификацией универсальной темпоральной грамматики (UTG) [6]. Формальная основа описания позволяет оперировать с информацией, носящей темпоральный характер, при этом важным аспектом практического применения данного формализма является возможность оценки состояния контролируемых объектов и прогнозирование динамики их поведения [7,8].

Модификация грамматики UTG заключалась, во-первых, в упрощении описания многоуровневых закономерностей в данных, и, во-вторых, в предоставлении возможности эксперту описывать новые алгоритмы обработки ВР. Предлагается формализовать описание закономерностей в группе ВР с помощью паттернов «прошлое-будущее», оперирующих примитивами, событиями, функциями.

Грамматика содержит описания четырех уровней сущностей, иерархия работы с которыми позволяет описывать закономерности в данных: уровень примитива; уровень события; уровень функции; уровень паттерна.

Первичным уровнем описания закономерностей в данных является уровень примитива. На данном уровне с помощью конструкции «Имя_ряда like тип» указывается, для ВР с каким именем нужно анализировать данные и к какому типу их преобразовывать. Допускается в экспертных высказываниях оперировать с вещественными (float), целочисленными (int), логическими (bool), нечеткими (fuzzy) значениями ВР.

Для нечетких значений допускается указание лингвистической переменной с заданной функцией принадлежности. Кроме того, ряд, содержащий четкие данные, может быть преобразован к другому ряду, например, к нечеткому или ряду, содержащему относительные изменения в данных. Для анализа значений выбранного ряда используются операции сравнения значений с константами вещественного, целого, булевского типов или с термами лингвистических переменных. К стандартным операциям сравнения для удобства эксперта добавлена операция «in», указывающая возможные границы значения.

Примитивы для разрозненных рядов группы, наблюдаемые в одно и то же время, могут быть операндами логических выражений, содержащими операции «И», «ИЛИ», формируя таким способом примитивы для группы временных рядов. На уровне примитива отдельные элементы ВР проверяются на достоверность.

На уровне события задаются временные отношения между примитивами и между группами временных рядов. Различают абсолютные отношения (на протяжении промежутка времени, в привязке к заданному моменту времени) и относительные (перед, после, одно-

временно). Уровень функции позволяет задавать выполнение пользовательских алгоритмов над ВР.

Функция, реализующая алгоритм, имеет входные и выходные параметры, которые могут представлять собой ВР, собственно для описания работы алгоритма применяются операторы, обрабатывающие данные временных рядов. Уровень паттерна описывает шаблон предыстории смены событий в прошлом и события будущего, в простейшем случае рассматривается единственное будущее событие, которое является результатом принятия решения. Для каждого паттерна задаются временные рамки действия, шаг дискретизации наблюдаемого процесса по времени [9]. Разработанная грамматика позволяет задавать многоуровневые закономерности в данных из различных рядов, а также имеет возможность осуществлять прогнозирование поведения путем введения отношений «если - то», задавать временные отношения как абсолютные, так и относительные, оперировать с различными типами данных, а также дает возможность экспертам самостоятельно конструировать функции обработки временных рядов.

Таким образом, с применением правил разработанной грамматики эксперт может описать закономерности в группе ВР. Для проверки правильности экспертных предположений можно проверить их на накопленных исторических данных. Для этой цели предлагается осуществление интерпретации формального лингвистического описания темпоральных закономерностей на реальных данных мониторинга [10].

В силу длительности процесса интерпретации такой подход возможен лишь для выявления новых знаний экспертной системы, но для работы в онлайн-режиме принятия решений данный формализм непригоден. В режиме реального времени при принятии решений в экспертной системе предлагается использовать другой формализм – многомерный матричный паттерн поведения группы ВР, реализующий альтернативный универсальный подход к описанию динамики изменения данных в ЭС [11]. Многомерный матричный паттерн служит для задания истории и прогноза состояний объекта контроля по данным мониторинга, представляющим собой группу временных рядов.

Многомерный матричный паттерн P описывается набором компонентов:

$$P = \langle B, D_B, A, D_A, D_P, R \rangle,$$

где, B – идентифицирующая матрица (TemplateBefore), описывающая возможную типовую динамику изменения данных в ВР до некоторого момента времени, ее строки соответствуют выбранным ВР из группы, а столбцы соответствуют моментам времени, сами элементы матрицы содержат значения отсчетов ВР;

D_B – дескриптор, описывающий процесс формирования матрицы B , процессы преобразований ВР в вычисляемую матрицу B' , используемую впоследствии для сравнения с B , а также методы их сравнения;

A – прогнозирующая матрица (TemplateAfter), описывающая динамику изменения данных в группе ВР или состояние объекта мониторинга после текущего момента времени;

D_A – дескриптор, описывающий процесс формирования матрицы A ;

D_P – дескриптор, описывающий паттерн в целом и отношения групп ВР;

R – маркер состояния, который ставит в соответствие паттерну элемент из множества возможных состояний объекта.

Элементы идентифицирующей, вычисляемой и прогнозирующей матриц имеют один из перечисленных ниже типов:

1. Логический (значения «true», «false»);
2. Целочисленный;
3. Вещественный с фиксированной точкой;
4. Нечеткий (значения элементов являются терминами лингвистических переменных, например, «сильный», «умеренный», «слабый»);
5. null-значения (not-defined, non-significant, not-specified).

Null – значения необходимы для выравнивания количества элементов в различных строках матриц. Например, null – значения присваиваются элементам, значение которых невозможно вычислить (not-defined), не требуется для сравнительного анализа (non-significant), либо же отсутствует в базе данных (not-specified).

При формировании ВР и матриц осуществляется приведение типов, правила которого отражены на рис. 1.

	Bool	Int	Float	Fuzzy	Null
Bool		$y = \begin{cases} 1, x = \text{true} \\ 0, x = \text{false} \end{cases}$	$y = \begin{cases} 1, x = \text{true} \\ 0, x = \text{false} \end{cases}$	-	not-defined
Int	$y = \begin{cases} \text{true}, x \geq 1 \\ \text{false}, x < 1 \end{cases}$		$y = x$	Фаззификация(x)	not-defined
Float	$y = \begin{cases} \text{true}, x > 1 \\ \text{false}, x \leq 1 \end{cases}$	$y = \lfloor x \rfloor$		Фаззификация(x)	not-defined
Fuzzy	-	Дефаззификация(x)	Дефаззификация(x)		not-defined
Null	-	-	-	-	

Рис.1. Правила преобразования типов при формировании элементов матриц

Fig.1. Rules for converting types when forming matrix elements

Дескрипторы D_B и D_A также имеют матричную структуру. В каждой строке матрицы дескриптора указывается следующая информация:

1. Идентификатор ВР, которому соответствует строка матрицы;
2. Идентификатор функции, применяемой для преобразования отсчетов ВР в элемент матрицы;
3. Тип данных, к которому требуется преобразовать отсчеты ВР;
4. Эталонное значение в идентифицирующей матрице B ;
5. Операция, используемая для сравнения элементов B и B' (допустимы операции сравнения и операция *in*, которая проверяет значение отсчета на принадлежность диапазону значений).

На рис. 2 представлена схема взаимосвязи компонентов многомерного матричного паттерна поведения.

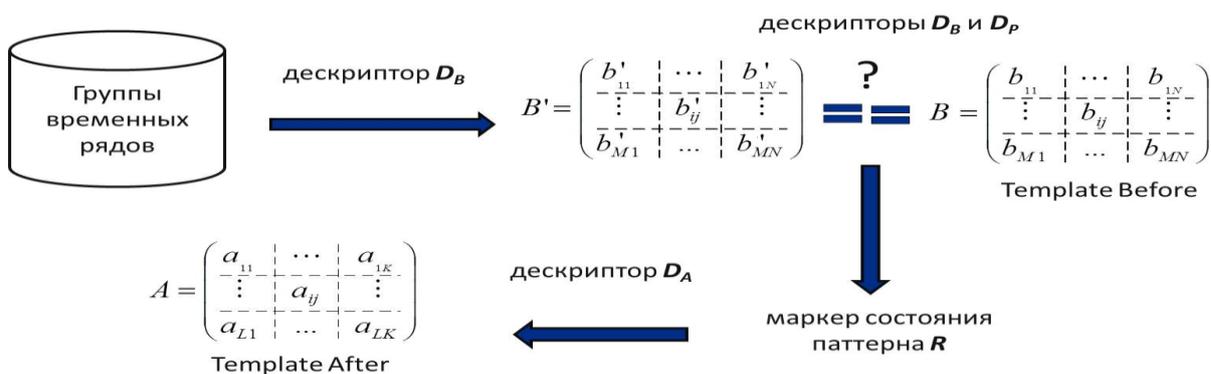


Рис. 2. Схема взаимосвязи компонентов многомерного матричного паттерна поведения

Fig. 2. Diagram of the interconnection of multidimensional components matrix pattern of behavior

Отметим, что один и тот же ряд может использоваться для формирования различных строк рассматриваемых матриц. Дескриптор паттерна D_P позволяет задать количество анализируемых отсчетов группы ВР в прошлом (CountPast), количество временных отсчетов при прогнозе (CountFuture), размерность шага по времени, а также описать темпоральные отношения между отсчетами в группе ВР. Эти отношения позволяют анализировать временные особенности в изменении данных, оперируя результатами сравнения значений матриц B

и B' , связанными знаками операций «AND» и «OR». Предлагается использовать такие темпоральные отношения порядка следования и фиксации наблюдения значений на временном интервале, как «From-To», «Before», «After», «Simultaneously», «Duration».

Кроме описанных выше характеристик паттерна, он имеет маркер, соответствующий нормальному, нештатному и неопознанному состоянию объекта мониторинга.

Процесс принятия решений состоит из нескольких этапов:

Этап 1. Вычисление элементов матрицы B' по группе VP согласно дескриптору D_B . выполняется формирование, на основе которых производится расчет.

Этап 2. Сравнение элементов B' с элементами идентифицирующей матрицы B согласно дескрипторам D_B и D_P , определение степени соответствия B' и B .

Этап 3. Анализ степени соответствия реальных данных идентифицирующему шаблону является основой принятия решения о состоянии или о прогнозе состояния контролируемого объекта, описанных прогнозирующей матрицей A с помощью дескриптора D_A .

Обсуждение результатов. Многомерный матричный паттерн предназначен непосредственно для принятия решений в экспертной системе, а модифицированная темпоральная грамматика – для выявления закономерностей в данных по их экспертному описанию. Для того чтобы одновременно использовать достоинства рассмотренных гибридных подходов к формализации экспертных знаний о темпоральных закономерностях в группе временных рядов, был разработан синтаксически ориентированный конвертор описаний.

Общая схема функционирования ЭС, основанной на матричных паттернах, приведена на рис. 3.

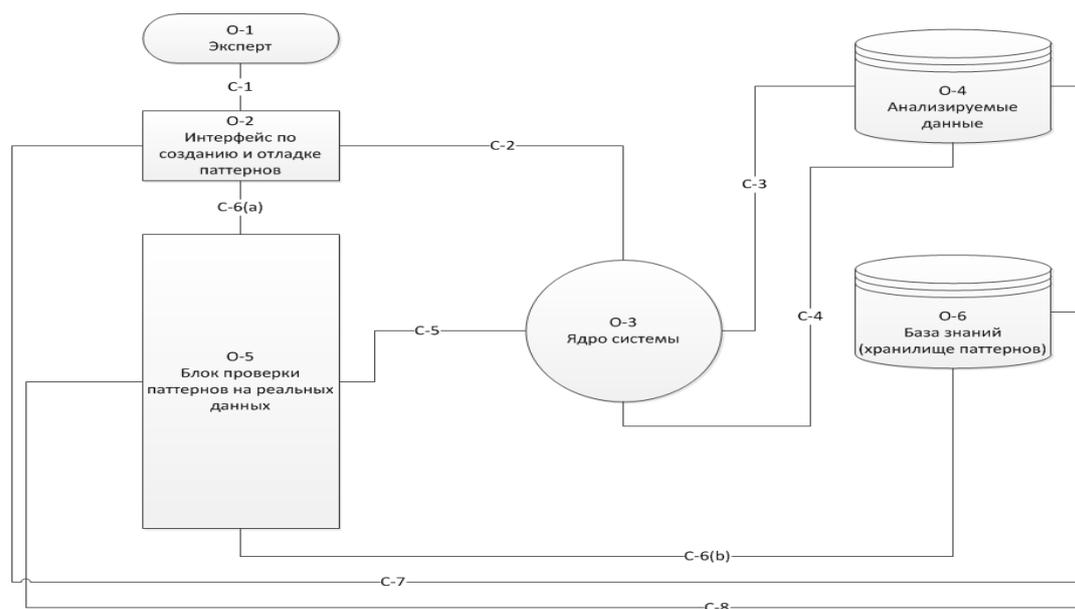


Рис. 3. Общая схема создания и применения матричных паттернов в экспертных системах

Fig. 3. General scheme for the creation and application of matrix patterns in Expert systems

Вывод. Новизну работы представляет совместное применение для принятия решений двух различных гибридных подходов к формализации экспертных знаний, а именно, модифицированной темпоральной грамматики для описания экспертом закономерностей в данных и матричных паттернов поведения.

Достоинством внедрения данных подходов является сокращение времени на выявление темпоральных закономерностей и автоматизация формирования матричного паттерна

системы принятия решения на основе проверенного на реальных данных экспертного описания взаимосвязей в данных мониторинга.

Библиографический список:

1. Parsaye K.A. Characterization of Data Mining Technologies and Processes // The Journal of Data Warehousing. - 1998.- № 1.
2. Сучкова Л.И., К вопросу о методе выявления закономерностей в данных мониторинга [Текст], /Сучкова Л.И., Стариков Е.С.// Материалы 14 Международной конференции «Измерение, контроль, информатизация». - Барнаул: АлтГТУ, 2013.- С. 155-157.
3. Стариков Е.С., Формализация описания закономерностей в группах временных рядов [Текст], / Стариков Е.С. // Сборник по результатам XXI заочной научной конференции «Международный научно-исследовательский журнал», №11 (18) Часть 1 - Екатеринбург, 2013. - С. 131-132.
4. Павлов С.И., Системы искусственного интеллекта : учебное пособие / С.И. Павлов. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. - Ч. 1. - 175 с. - ISBN 978-5-4332-0013-5; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208933>.
5. Ярушкина Н.Г., Афанасьева Т.В., Перфильева И.Г. Интеллектуальный анализ временных рядов : учебное пособие - Ульяновск : УлГТУ, 2010. - 320 с.
6. M. Erchen, F., Ultsch, A.: Mining Hierarchical Temporal Patterns in Multivariate Time Series. In: Biundo, S., Fruhwirth, T., Palm, G. (eds.), KI 2004. Advances in Artificial Intelligence, Proceedings 27 th Annual German Conference in AI, Ulm, Germany, Springer, Heidelberg, (2004), pp. 127-140. - URL: <http://www.mybytes.de/papers/moerchen04mining.pdf>.
7. Бокс Дж., Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. – 406 с.
9. Стариков Е.С. Универсальный подход к описанию и использованию экспертной информации в системах мониторинга на базе паттернов поведения [Текст] / Стариков Е.С., Сучкова Л.И., Корешков Ю.Н., Корешкова А.А. // Ползуновский альманах, 2015, № 1, С.31-35.
10. Сучкова Л.И. Алгоритмическое обеспечение мониторинга нештатных состояний объекта контроля на основе многомерных паттернов [Текст] / Сучкова Л.И. // Известия АГУ. – № 1/2/2013. – С. 118-122.
11. Сучкова Л.И., Идентификация воздействий в приборах охраны предупреждающего типа [Текст]: монография / Л.И. Сучкова, И.А. Чумаков, А.Г. Якунин. – Deutschland, Saarbrücken, Palmarium Academic Publishing. – 2013. -181 с.

References:

1. Parsaye K.A. Characterization of Data Mining Technologies and Processes. The Journal of Data Warehousing. 1998;1.
2. Suchkova L.I., Starikov E.S. K voprosu o metode vyyavleniya zakonornostey v dannyx monitoringa. Materialy 14 Mezhdunarodnoy konferentsii "Izmerenie, kontrol, informatizatsiya". Barnaul: AltGTU; 2013. 155-157. [Suchkova L.I., Starikov E.S. On the question of the method of identifying patterns in monitoring data. Proceedings of 14th International Conference "Measuring, Control and Automation". Barnaul: AltSTU; 2013. 155-157. (In Russ.)]
3. Starikov E.S. Formalizatsiya opisaniya zakonornostey v gruppakh vremennykh ryadov. Sbornik po rezultatam XXI zaочноy nauchnoy konferentsii "Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal". Chast 1. Ekaterinburg; 2013;11(18):131-132. [Starikov E.S. The formalization of regularities description for time series groups. Collection of the results of the 21st Scientific Conference "Research Journal of International Studies". Pt. 1. Ekaterinburg; 2013;11(18):131-132.(In Russ.)]
4. Pavlov S.I. Sistemy iskusstvennogo intellekta: uchebnoye posobie. Tomsk: Tomskiy gosudarstvennyy universitet sistem upravleniya i radioelektroniki; 2011;1:175. ISBN 978-5-4332-

0013-5. [Pavlov S.I. Systems of artificial intelligence: tutorial. Tomsk: Tomsk State University of Control System and Radio Electronics; 2011;1:175 (In Russ.)] Available from: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208933>

5. Yarushkina N.G., Afanasyeva T.V., Perfilyeva I.G. *Intellektualnyy analiz vremennykh ryadov: uchebnoye posobie*. Ulyanovsk: UIGTU; 2010. 320 s. [Yarushkina N.G., Afanasyeva T.V., Perfilyeva I.G. *Intelligent analysis of time series: tutorial*. Ulyanovsk: UISTU; 2010. 320 p. (In Russ.)]

6. M. Yorchen, F., Ultsch, A. Mining Hierarchical Temporal Patterns in Multivariate Time Series. In: Biundo, S., Fruhwirth, T., Palm, G. (Eds.), *KI 2004. Advances in Artificial Intelligence, Proceedings 27th Annual German Conference in AI*, Ulm, Germany: Springer, Heidelberg; 2004, 127-140. Available from: <http://www.mybytes.de/papers/moerchen04mining.pdf>

7. Boks Dzh., Dzenkins G. *Analiz vremennykh ryadov. Prognoz i upravlenie*. M.: Mir; 1974. 406 s. [Box G., Jeniks G. *Time series analysis. Prediction and control*. Moscow: Mir; 1974. 406 p. (In Russ.)]

9. Starikov E.S. Suchkova L.I., Koreshkov Yu.N., Koreshkova A.A. *Universalnyy podkhod k opisaniyu i ispolzovaniyu ekspertnoy informatsii v sistemakh monitoringa na baze patternov povedeniya*. Polzunovskiy almanakh. 2015;1:31-35. [Starikov E.S. Suchkova L.I., Koreshkov Yu.N., Koreshkova A.A. *Universal approach to the description and use of expert information in monitoring systems based on the patterns of behavior*. Polzunov's Anthology. 2015;1:31-35. (In Russ.)]

10. Suchkova L.I. *Algoritmicheskoye obespechenie monitoringa neshtatnykh sostoyaniy obekta kontrolya na osnove mnogomernykh patternov*. Izvestiya AGU. 2013;1/2:118-122. [Suchkova L.I. *Algorithmic support of the improper control object states on the basis of multidimensional patterns*. News of ASU. 2013;1/2:118-122. (In Russ.)]

11. Suchkova L.I. Chumakov I.A., Yakunin A.G. *Identifikatsiya vozdeystviy v priborakh okhrany uprezhdayushchego tipa: monografiya*. Doitschland, Saarbrücken, Palmarium Academic Publishing; 2013. 181 s. [Suchkova L.I. Chumakov I.A., Yakunin A.G. *Identification of influences in the devices of protection anticipating type: monograph*. Doitschland, Saarbrücken, Palmarium Academic Publishing; 2013. 181 p. (In Russ.)]

Сведения об авторах.

Стариков Егор Сергеевич – аспирант.

Сучкова Лариса Иннокентьевна – доктор технических наук, доцент.

Information about the authors.

Egor S. Staricov – Postgraduate student.

Larisa I. Suchkova – Dr. Sc. (Technical), Prof., Assoc. Prof.

Конфликт интересов

Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 23.09.2016.

Received 23.09.2016.

Принята в печать 20.11.2016.

Accepted for publication 20.11.2016.