

УДК 004.9

С. А. Нестеренко, д-р техн. наук,
П. М. Тишин, канд. физ-мат. наук,
А. С. Маковецкий

МОДЕЛЬ ОНТОЛОГИИ АПРИОРНОГО ПОДХОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ В СЛОЖНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация. Рассмотрен вопрос оперативного контроля функционирования элементов сервис-ориентированных сетевых структур. Разработана модель онтологии диагностики элементов сервис-ориентированных сетевых структур, которая основывается на многосортном языке прикладной логики и теории нечетких множеств. Описаны подходы к введению лингвистических переменных, характеризующих поведение диагностических параметров, что позволяет реализовать априорный метод диагностирования нештатных ситуаций.

Ключевые слова: многосортная прикладная логика, гибридная интеллектуальная система, онтология, сетевые сервисы, сетевые структуры, априорный подход прогнозирования, нечеткие множества, лингвистические переменные, диагностические параметры, степень сходства ситуаций

S. A. Nesterenko, ScD.,
P. M. Tishin, PhD,
A. S. Makovetskiy

THE ONTOLOGY MODEL OF THE A PRIORI APPROACH PREDICTING PROBLEMATIC SITUATIONS IN COMPLEX COMPUTER SYSTEMS

Abstract. The question of operational control of service-oriented networking structures elements is examined. The ontology diagnostic model of service-oriented networking structures, which is based on polysort language of applied logic and the theory of fuzzy sets, is developed. The approaches to introduce linguistic variables characterizing the behavior of the diagnostic parameters, allowing to realize a priori method of abnormal situations diagnosing.

Keywords: polysort applied logic, hybrid intelligent system, ontology, network services, network structures, a priori prediction approach, fuzzy sets, linguistic variables, diagnostic parameters, the degree of similarity of situations

С. А. Нестеренко, д-р техн. наук,
П. М. Тишин, канд. физ-мат. наук,
О. С. Маковецкий

МОДЕЛЬ ОНТОЛОГІЇ АПРІОРНОГО ПІДХОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ У СКЛАДНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Анотація Розглянуто питання оперативного контролю функціонування елементів сервіс-орієнтованих мережесих структур. Розроблено модель онтології діагностики елементів сервіс-орієнтованих мережесих структур, яка ґрунтується на багатосортній мові прикладної логіки і теорії нечітких множин. Описані підходи щодо введення лінгвістичних змінних, які характеризують поведінку діагностичних параметрів, що дає змогу реалізувати априорний метод діагностування нештатних ситуацій.

Ключові слова: багатосортна прикладна логіка, гібридна інтелектуальна система, онтологія, мережесі сервіси, мережесі структури, априорний підхід прогнозування, нечіткі множини, лінгвістичні змінні, діагностичні параметри, рівень подібності ситуацій

Растущая сложность и разнородность технических средств и сервисов, присущие современным распределенным системам, в частности корпоративным сетям, требуют использования все более и более сложных технологий управления, координации и интеграции для обеспечения требуемого уровня функциональности, производительности и надежности вычислительных систем.

Современные корпоративные сети реализуются как сервис-ориентированные сетевые структуры (СОСС), в которых для каждого сервиса должны выполняться определенные требования по качеству его функционирования.

Диагностика является одним из важнейших компонентов систем управления СОСС. Диагностические услуги используются для решения задач поддержания доступа к узлам сети, локализации неисправностей, восстановления после сбоя, обеспечения требуемой

© Нестеренко С.А., Тишин П.М.,
Маковецкий А.С., 2013

производительности сети в период перегрузок и повышения надежности корпоративной сети.

При этом, для диагностики сбоев, используются причинно–следственные связи между событиями, возникающими в СОСС, которые формализуются с помощью различных систем и алгоритмов корреляции событий. Чтобы повысить качества функций диагностирования при применении методов, связанных с корреляцией событий, используются системы искусственного интеллекта [10]. В последнее время при разработке интеллектуальных систем, применяемых в задачах диагностики стал использоваться гибридный подход [12], в рамках которого разрабатываются способы совмещения технологий на основе правил (RBR системы) и на основе рассуждений о прецедентах (CBR системы). В частности, в работе [7] предложена гибридная интеллектуальная система корреляции событий в СОСС, представленная на рис 1.

Методы, реализуемые в гибридной интеллектуальной системе корреляции событий, используют апостериорный подход решения задач диагностики. Имеется ввиду, что анализ и диагноз ситуации, которая сложилась в СОСС, производится после наступ-

ления некоторых негативных событий, соответствующих определенным типам проблем. Это, в свою очередь, приводит к ухудшению качества, а иногда и блокировки работы сетевых приложений. Для преодоления указанного недостатка в данной работе предлагается априорный подход прогнозирования проблемных ситуаций в СОСС. Он предполагает разработку дополнительной базы знаний, которая поддерживает решение задач, связанных с прогнозированием критических ситуаций в СОСС. Исходя из такой постановки задачи, целью рассматриваемой работы является разработка модели онтологии анализа тенденций определенных симптомов в СОСС, позволяющая осуществлять оценку критических ситуаций до того, как они приведут к нежелательным событиям.

При этом в разрабатываемом подходе предполагается отображение событий, происходящих в СОСС, на определенные симптомы, отслеживаемые службой мониторинга. Примерами таких событий на уровне ресурса может быть рост загрузки процессора, использования памяти или дискового пространства. На уровне сервиса – количество пользователей, имеющих доступ к функциям определенной службы.

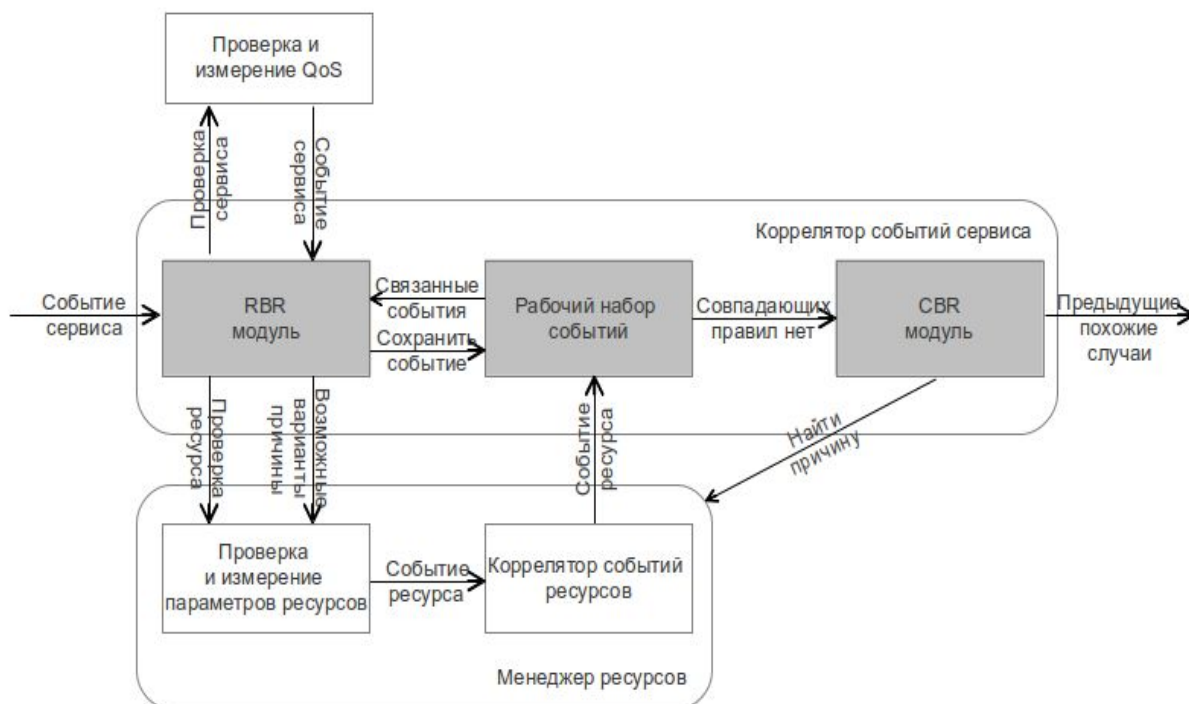


Рис. 1. Гибридная интеллектуальная система корреляции событий

Модель разрабатываемой онтологии анализа тенденций в СОСС создается на основе многосортного языка прикладной логики [1]. Язык прикладной логики включает ядро, а также стандартные расширения и некоторые специализированные расширения. По сравнению с другими языками подобного рода он имеет ряд преимуществ.

Во-первых, все традиционные формальные языки проектируются как языки жесткие, в которые закладываются определенные синтаксис и семантика. В отличие от них язык прикладной логики, с одной стороны, обладает их свойствами, а с другой – этот язык может пополняться новыми синтаксическими и семантическими конструкциями.

Второе преимущество заключается в том, что на языке прикладной логики уже описано несколько онтологий, существенно более сложных, чем на других языках. Например, онтологии органической и физической химии, медицины.

В данное время разрабатываемая модель онтологии состоит из четырех отдельных модулей описывающих;

- сети;
- события и взаимосвязи в СОСС;
- штатные и нештатные ситуации в СОСС (Набор симптомов);
- причины отклонений в СОСС.

Общая схема модели онтологии представлена на рис. 2.

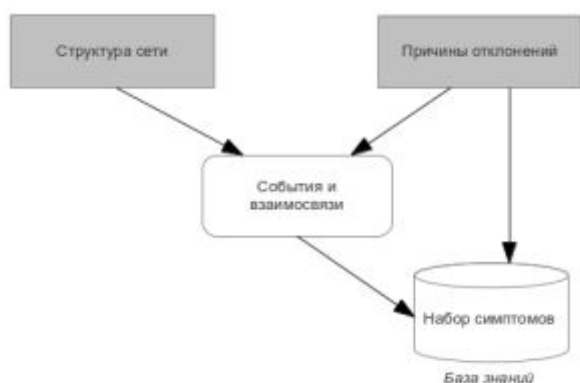


Рис. 2. Модель онтологии анализа тенденций в сервис-ориентированных сетевых структурах

Основу рассматриваемой модели составляют три модуля: модуль описания сети, мо-

дуль описания событий и взаимосвязей в СОСС и модуль описания штатных и нештатных ситуаций в СОСС. Поэтому данная работа посвящена подробному рассмотрению структуры трех указанных модулей.

Приведем основные понятия, которые используются в модели онтологии описания сети. На верхнем уровне применяются два абстрактных термина, прикладной логики представляющие классы *ManagedServiceElement* и *Dependency*. Класс *ManagedServiceElement* является общим суперклассом для определения классов ресурсов (*Resource*) и сервисов (*Service*). Класс *Dependency* обозначает суперкласс, позволяющий определить конкретные зависимости.

Для обеспечения различной глубины моделирования в рассматриваемой модели онтологии вводятся термины прикладной логики, эквивалентные классам, описываемым используемые параметры *QoS*. Данные параметры определены для сервиса в целом (например, доступность сервиса) или для функций сервиса (класс *ServiceFunctionality*).

Термины, прикладной логики описывающие зависимости между сервисами, вводятся как для сервиса в целом, так и для его функций. При этом вводятся понятия, которые дают возможность рассматривать различные *SAP* (*Service Access Point*), привязанные к сервису (если вся функциональность сервиса может быть доступна через этот *SAP*) или к сервисным функциям.

Для описания условий использования сервиса вводятся термины прикладной логики, описывающие классы *SLA* (*Service Level Agreements*). В класс *Resource*, который является подклассом *ManagedServiceElement*, вводятся термины прикладной логики позволяющие описывать *QoS* параметры. Термин прикладной логики “quality of resource” (*QoR*) был принят в соответствии с работой [6], он описывает особенности ресурса, которые могут иметь значение для соответствующего параметра *QoS*.

Введем основные понятия, которые используются в модели онтологии для описания событий в сети. Данная модель онтологии предназначена для описания событий, которые происходят в гибридной интеллек-

туальной системе корреляции событий изображенной на рис. 3.

Для описания событий вводится абстрактный класс *GenericEvent*, который является универсальным для событий, связанных с ресурсами и сервисами. Иерархия классов изображена на рис. 3.

Для уникальности ссылки на событие имеется атрибут-идентификатор (*identifier*). Событие сервиса содержит атрибут *source*, который ссылается на источник события. Атрибут *status* определяет статус события. Значение атрибута *severity* определяет степень влияния, связанную с классом событий. Значение атрибута зависит от вида сервиса или ресурса, в частности, когда влияние было предварительно рассчитано, в предположении не работоспособности сервиса или ресурса. Атрибут *ReceptionDate* специфицирует время, когда событие было принято, как правило, с точностью до секунды. Для ресурсов предполагается, что это время имеет лишь незна-

чительное отклонение от времени непосредственного возникновения признака, поэтому никаких дополнительных атрибутов времени не дано. У событий сервиса наоборот, может произойти значительная задержка. Чтобы отразить эту задержку, для сервисов вводится дополнительный атрибут (*referringDate*). Продолжительность действия события задается атрибутом *validDate*.

Абстрактный класс для событий ресурсов (класс *ResourceEvent*) является производным от универсального класса событий. Описание содержит ресурсную ссылку на класс ресурса в структуре классов и фиксирует *QoR* параметр, к которому относятся события.

Для отслеживания корреляции событий вводится ассоциация *linkedCause*, которая описывает корреляцию с другими событиями ресурсов. Так же вводится ассоциация *linkedImpact* для описания воздействия других событий.

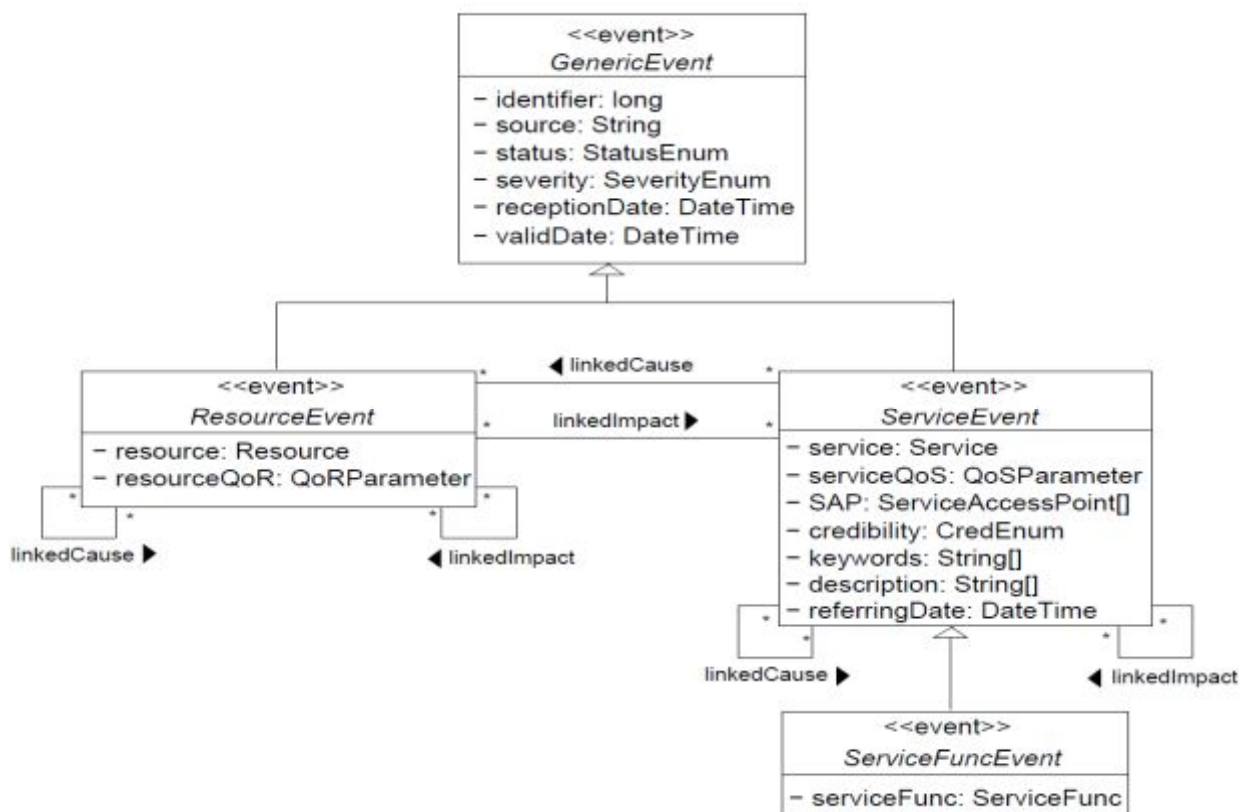


Рис. 3. Классы событий и отношений в гибридной интеллектуальной системе корреляции событий

Абстрактной класс *ServiceEvent* является производным от класса *GenericEvent* и дополняет атрибутами сервисов. Как и класс *ResourceEvent*, он содержит ассоциации *linkedCause* и *linkedImpact*.

Поскольку событие сервиса должны быть связаны с определенным сервисом и с параметром QoS, описание ассоциаций с данными классами так же включены. При этом атрибут *SAP* ссылается на точки доступа, с которых обращались к сервису. С помощью описания событий сервиса можно более конкретно описывать функциональности сервиса. Таким образом, класс *ServiceFunctionalityEvent* определен как подкласс *ServiceEvent* который имеет функциональность сервиса в качестве параметра. Подобно классу *ResourceEvent*, конкретные подклассы должны быть определены для классов *ServiceEvent* и *ServiceFunctionalityEvent*. Они описывают выполнение или нарушение порогов для параметров QoS.

Модуль онтологий набор симптомов строится на основе базы знаний, описанной в статье [5]. В работе приводится диагностическая система, причем для формализованного использования параметров системы были определены лингвистические переменные (ЛП):

$$P_m^l = \langle n_m^l, \{\overline{b_m(s_l)}^k\}_{k=1, \dots, K(b_m(s_l))}, D(b_m(s_l)) \rangle,$$

где $n_m^l, \{\overline{b_m(s_l)}^k\}_{k=1, \dots, K(b_m(s_l))}, D(b_m(s_l))$ – соответственно имя, терм-множество и базовое множество m -го параметра l -й службы. Источниками данных могут быть пользователи, собственные службы мониторинга сервисов, а также сами ресурсы (например, через SNMP ловушки) или средства мониторинга ресурсов.

В данной работе предположим, что диагностической системой происходит генерация событий в вычислительной среде модуля системы диагностики. Данный модуль периодически и поэтапно выполняет следующие действия:

– отправляет запросы множеству SNMP-«агентов» на получение текущих значений диагностических параметров;

– в случае изменения лингвистического значения диагностического параметра в диагностической системе генерируется событие.

Обозначим множество всех событий, генерируемых в диагностической системе, через U_D , а через $U_R (U_S, U_F)$ – множество событий класса *ResourceEvent* (*ServiceEvent*, *ServiceFunctionalityEvent*).

Тогда множество всех событий U в СОСС определяется соотношением $U = U_D \cup U_S \cup U_R \cup U_F$.

Набор этих событий используется для сравнения штатных и нештатных ситуаций содержащихся в базе знаний. При этом требуется ввести понятие сходства между вариантом ситуации, хранящимся в базе, и текущей ситуацией. Это сходство не обязательно отражает много подобных ситуаций, но должно позволять выбирать варианты ситуаций, которые имеют наибольший потенциал, чтобы быть полезными в решении текущей проблемной ситуации.

В общем, ситуации предполагаются сходными либо потому, что они имеют сходные причины отклонений, либо потому, что они требуют аналогичных диагностических мероприятий. В работах [8,9] показано, что для расчета сходства между двумя ситуациями недостаточно основываться на оценке числа соответствующих особенностей потому, что это игнорировало бы более важные особенности и моменты, которые указывают на схожесть ситуаций.

Важность характеристик некоторой ситуации определятся с учетом изучения накопленных данных об изучаемой проблеме в базе знаний. При этом фиксируется комбинация информации, позволяющая указывать на сходство между проблемными ситуациями. Для решения этой задачи для некоторой ситуации предлагается разбивать характеристики на следующие группы:

- основные;
- вспомогательные.

Основные характеристики исключают варианты ситуаций в выбираемом списке, если сравниваемые ситуации не обладают минимально заданной степенью сходства. Основные характеристики позволяют также

определить необходимую информацию к проблеме, без которой вариант ситуации не может быть выбран.

Вспомогательные характеристики представляют информацию, которая в идеале должна определять проблемные ситуации, похожие на текущие, путем разделения группы проблем в целом на подгруппы проблем с более конкретными характеристиками.

Введем в рассмотрение лингвистическую переменную (ЛП) $Sim(f_i^C, f_i^R)$, которая описывает сходство i -й характеристики между текущим прецедентом C и некоторым прецедентом в базе знаний R . Для этой переменной терм-множество значений представляется терминами «очень низкое (он), низкое (н), среднее (с), высокое (в), очень высокое (ов)». Каждый терм ЛП $Sim(f_i^C, f_i^R)$ представляется трапецидальной функцией принадлежности, удовлетворяющей соотношениям (1)

$$\mu_k(p_i) = \begin{cases} 0, & p_i \leq p_{kb}, p_i \geq p_{ke} \\ \frac{(p_i - p_{kb})}{(p_{kb_1} - p_{kb})}, & p_{kb} < p_i < p_{kb_1} \\ 1, & p_{kb_1} < p_i < p_{ke_1} \\ \frac{(p_i - p_{ke})}{(p_{ke_1} - p_{ke})}, & p_{ke_1} < p_i < p_{ke} \end{cases}, \quad (1)$$

где $i=1..I, k=1..5$, p_i – некоторое четкое значение i -го нечеткого параметра, p_{kb}, p_{ke} – начальное и конечное значения соответственно интервала значений k -го базового множества D_k , на котором функция принадлежности k -го нечеткого значения i -го параметра положительно определена; p_{kb_1}, p_{ke_1} – начальное и конечное значения соответственно интервала значений базового множества, на котором функция принадлежности k -го нечеткого значения i -го параметра равна единице.

Подобно тому, как это сделано в [2], рассмотрим набор узловых точек $\{0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9\}$, которые являются абсциссами максимумов функций принадлежности

термов ЛП $Sim(f_i^C, f_i^R)$ и в тоже время равномерно отстоят одна от другой на отрезке $[0,1]$ и симметричны относительно абсциссы 0.5. Тогда совокупность ЛП $Sim(f_i^C, f_i^R)$ и множество узловых точек называется стандартным нечетким пятиуровневым 01-классификатором.

График функций принадлежности, введенные в рассмотрение, изображены на рис 4.

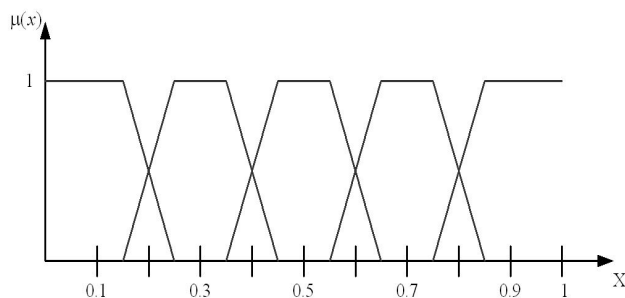


Рис. 4. График функций принадлежности терм-множества стандартного нечеткого пятиуровневого 01-классификатора

Значение построенного нечеткого классификатора заключается в возможности описания с максимальной точностью характеристик, о которых ничего не известно, кроме их областей значений, и для которых необходимо провести ассоциацию между качественной и количественной оценками.

Характеристики $Sim(f_i^C, f_i^R)$, которые удовлетворяют дополнительным условиям, используются для расчета сходства текущей ситуации и вариантов ситуаций в базе знаний.

Тем самым варианты ситуаций могут быть упорядочены по отношению сходства характеристик в текущей ситуации. При этом при оценке отношения сходства используем подход, аналогичный [11], в котором дополнительно вводятся понятия степени важности L_i i -й характеристики. При этом можно отметить, что если будут применяться фиксированные значения степени важности, то это не даст приемлемого определения важности информации.

Назначение одного значения для каждой характеристики не подходит для этой системы, так как в зависимости от ситуации, в которой находится система, важность опреде-

ленной информации значительно варьируется, даже по отношению к некоторой одной проблемной ситуации. Таким образом, поскольку простое значение, присвоенное глобально для каждой отдельной i -й характеристики, не позволит решать проблему сходства, необходимо указывать значения L_i , которые имеют некоторые выделенные характеристики для вариантов ситуаций в базе знаний.

Кроме того, тип проблемы, некоторые комбинации значений для некоторых характеристик также обуславливают указание на различную степень актуальности для других характеристик. Эти взаимосвязи между характеристиками предполагается реализовывать с помощью правил, которые применяются в случаях, когда некоторые характеристики имеют определенные значения при конкретном типе проблемы.

Процесс начинается с анализа особенностей текущего прецедента. Таким образом, прецеденты, которые хранятся в базах знаний, выбираются в фильтрах. При этом для каждой характеристики конкретного прецедента цепочка фильтров исключает прецеденты, если сходство их по этой характеристикой меньше минимального.

Следующим шагом является оценка случаев, выбранных после прохождения через фильтр характеристик. Эта оценка производится с помощью величины, которая оценивает степень сходства между всеми характеристиками прецедента. Расчет сходства между текущим прецедентом и каждым прецедентом, выбранным из базы знаний, проводится как взвешенная сумма сходств между всеми характеристиками, выделенными при оценке текущей ситуации с помощью соотношений

$$SimCase(C, R) = \frac{\sum_{i=1}^I L_i sim(f_i^C, f_i^R)}{\sum_{i=1}^I L_i}, \quad (2)$$

где L_i – степени важности i -й характеристики, $sim(f_i^C, f_i^R)$ – лингвистическая переменная, которая описывает сходство i -й характеристики между текущим прецедентом C и некоторым прецедентом в базе знаний R .

Предложенная модель онтологии позволяет разрабатывать расширения гибридной интеллектуальной системы корреляции событий и формализовать подходы к анализу тенденций изменения симптомов наблюдаемых систем, тем самым расширяя возможности методов диагностирования сложных вычислительных систем. Использование априорного подхода обнаружения нештатных ситуаций позволяет диагностировать проблемы до их наступления, что способствует поддержанию производительности СОСС на высоком уровне.

Список использованной литературы

1. Клещев, А. С. Необогатенные системы логических соотношений / А. С. Клещев, И. Л. Артемьева // Научно–техническая информация. Серия 2. – 2000. – Ч. 1.– № 7.– С. 18 – 28. – Ч. 2. – № 8. – С. 8 – 18.
2. Недосекин, А. О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний : диссертационная работа на соискание ученой степени доктора экономических наук / А. О. Недосекин – СПб: Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов, 2003. – 280 с.
3. Нестеренко, С. А. Модель онтологии анализа тенденций для диагностики сложных вычислительных систем / С. А. Нестеренко, П. М. Тишин, А. С. Маковецкий // Современные информационные и электронные технологии. – Одесса : 2013. – С. 42 – 43.
4. Нестеренко, С.А. Разработка модели онтологии диагностики сервис-ориентированных сетевых структур на основе много-сортного языка прикладной логики / С. А. Нестеренко, П. М. Тишин, А. С. Маковецкий // Электротехнические и компьютерные системы. – Одесса : 2012. – № 07(83). – С 102 – 108.
5. Нестеренко, С. А. Разработка формализованного языка диагностики состояний на основе дескрипционной логики / С. А. Нестеренко, П. М. Тишин, А. С. Маковецкий // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – Харьков : 2012. – № 6(58). – С 178 – 183.

6. Dreo Rodosek, G. A Framework for IT Service Management : Habilitation / G. Dreo Rodosek – Munich : University of Munich (LMU), Department of Computer Science, – 2002

7. Hanemann, A. A Hybrid Rule-Based/Case-Based Reasoning Approach for Service Fault Diagnosis / A. Hanemann // In Proceedings of 20-th International Conference on Advanced Information Networking and Application (AINA2006), includes proceedings of International Symposium on Frontiers in Networking with Applications (FINA 2006). – Vienna : 2006. – P. 734 – 738.

8. Kolodner, J. Case-Based Reasoning / J. Kolodner – San Mateo : Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1993. – 668 p.

9. Lewis, L. Managing Computer Networks: A Case-Based Reasoning Approach / L. Lewis. – Norwood : Artech House Inc., 1995. – 205 p.

10. Lewis, L. Service Level Management for Enterprise Networks / L. Lewis – Norwood : Artech House Inc., 1999.

11. Melchior, C., Tarouco L. M. Fault management in computer networks using case-based reasoning: DUMBO system. In K.-D. Althoff, R. Berkman, K. Branting (Eds.), Case-based Reasoning Research and Development, Proceedings of the Third International Conference on Case-Based Reasoning ICCBR99. Berlin: Springer. – P. 510 – 524.

12. Prentzas, J. Categorizing Approaches Combining Rule-Based and Case-Based Reasoning / J. Prentzas, I. Hatzilygeroudis // Expert Systems. – 2007. – № 24(2) – P. 97 – 122.

Получено 15.04.2013

References

1. Kleschev, A. S. Unenriched logical relationship systems. / A. S. Kleschev, I. Artemieva / Scientific and Technical Information, Series 2. – 2000. – Part 1. – № 7. – P. 18 – 28. – Part 2 – № 8. – P. 8 – 18 [in Russian].

2. Nedosekin, A. O. Methodological basis of financial modeling activities using fuzzy multiple descriptions: thesis work for the degree of Doctor of Economic Sciences /A. O. Nedosekin –Saint-Petersburg State University of

Economics and Finance – Saint-Petersburg, 2003. – 280 p. [in Russian].

3. Nesterenko, S. A. Development of diagnostics of complex computing systems using intelligent systems / S. A. Nesterenko, P. M. Tishin, A. S. Makovetskiy // Modern information and electronic technologies. – Odessa : 2013. – P. 42 – 43 [in Russian].

4. Nesterenko, S. A. Development of ontology diagnostic model of service-oriented network structures based on the applied polysort logic language / S. A. Nesterenko, P. M. Tishin, A. S. Makovetskiy // Electrotechnic and Computer Systems. – Odessa : 2012. – № 07(83). – P 102 – 108 [in Russian].

5. Nesterenko, S. A. Development formal language for diagnostic states based on description logic / S. A. Nesterenko, P. M. Tishin, A. S. Makovetskiy // Radio-electronic and computer systems – Kharkov : 2012. – № 6(58). – P 178 – 183 [in Russian].

6. Dreo Rodosek, G. A Framework for IT Service Management : Habilitation / G. A. Dreo Rodosek – Munich : University of Munich (LMU), Department of Computer Science – 2002 [in English].

7. Hanemann, A. A Hybrid Rule-Based/Case-Based Reasoning Approach for Service Fault Diagnosis / A. A. Hanemann // in Proceedings of 20-th International Conference on Advanced Information Networking and Application (AINA2006), includes proceedings of International Symposium on Frontiers in Networking with Applications (FINA 2006). – Vienna : 2006. – P. 734 – 738 [in English].

8. Kolodner, J. Case-Based Reasoning / J. Kolodner. – San Mateo : Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1993. – 668 p. [in English].

9. Lewis, L. Managing Computer Networks: A Case-Based Reasoning Approach / L. Lewis – Norwood : Artech House Inc., 1995. – 205 p. [in English].

10. Lewis, L. Service Level Management for Enterprise Networks / L. Lewis – Norwood: Artech House Inc., 1999 [in English].

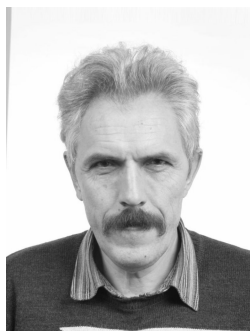
11. Melchior, C., Tarouco L. M. Fault management in computer networks using case-based reasoning: DUMBO system. In K.-D. Althoff, R. Berkman, K. Branting (Eds.), Case-based Reasoning Research and Development, Proceedings of the Third International Confer-

ence on Case-Based Reasoning ICCBR99 – Berlin: Springer. –P. 510 – 524 [in English].

12. Prentzas, J. Categorizing Approaches Combining Rule-Based and Case-Based Reasoning / J. Prentzas, I. Hatzilygeroudis // *Expert Systems*. – 2007. – № 24(2) – P. 97 – 122 [in English].



Нестеренко Сергей
Анатолиевич, д-р техн.
наук, зав. каф. «Ком-
плексные интеллекту-
альные системы и се-
ти», проректор Одес-
ского нац. политехн.
ун-та, пр. Шевченко 1



Тишин Петр
Метгалинович,
канд. физ-мат. наук, до-
цент Одесского нац.
политехн. ун-та,
моб: +3(098)-8050448



Маковецкий Александр
Сергеевич, аспирант,
Одесского нац. поли-
техн. ун-та,
моб.: +3(066)-3560987