

УДК 004.75

**П. М. Тишин**, канд. физ.-мат. наук,  
**С. А. Нестеренко**, д-р техн. наук,  
**Е. Я. Ливандовская**

### АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИИ БИЗНЕС ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Аннотация.** Рассмотрен вопрос разработки алгоритма представления знаний для разработки моделей бизнес-процессов с учетом структуры распределенной информационной системы. Предложено описание основных понятий и структуры модели бизнес-процесса в распределенной информационной системе.

**Ключевые слова:** бизнес процесс, распределенная информационная система, OWL, база знаний, онтология

**P. Tishin**, PhD.,  
**S. Nesterenko**, ScD.,  
**E. Livandovskaya**

### ALGORITHM OF CONSTRUCTION AN ONTOLOGY OF BUSINESS PROCESSES IN THE DESIGN OF DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEM

**Abstract.** The question of the development of knowledge representation algorithm for modeling business processes, taking into account the structure of a distributed information system is considered in this paper. As a result, the description of the basic concepts and structure of the business process model in a distributed information system were proposed.

**Keywords:** business process, a distributed information system, OWL, knowledge base, ontology

**П. М. Тишин**, канд. фіз.-мат. наук,  
**С. А. Нестеренко**, д-р техн. наук,  
**Е. Я. Лівандовська**

### АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ОНТОЛОГІЙ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

**Анотація.** Розглянуто питання розробки алгоритму подання знань для розробки моделей бізнес-процесів з урахуванням структури розподіленої інформаційної системи. Запропоновано опис основних понять та структури моделі бізнес-процесу в розподіленій інформаційній системі.

**Ключові слова:** бізнес-процес, розподілена інформаційна система, OWL, база знань, онтологія

**Введение.** Перед распределенными информационными системами (РИС) сегодня стоит задача обеспечения требуемого уровня качества предоставляемых услуг в области информационных технологий (ИТ-сервисов) в соответствии с запросами бизнес-процессов (БП) [1 – 2]. Для анализа уровня качества выполнения БП в РИС на этапах их проектирования и реинжиниринга используются соответствующие системы моделирования [7].

Для выполнения процесса моделирования необходимо решить следующие две задачи. Первая решаемая задача связана с необходимостью построения формализованного представления БП, с учетом всех параметров БП и сценариев их реализации. Вторая решаемая задача – это задача построения формализованного представления структуры РИС, которое должно позволять оценивать параметры функционирования РИС. Именно эти параметры используются в системах моделирования для расчета характеристик функционирования РИС при выполнении в них заданного набора БП [5 – 6].

Одним из широко известных подходов, основанным на методологии общего описания и функционального моделирования БП, является методология

IDEF0. В основе ее лежит методология Integrated Computer-Aided Manufacturing – ICAM. В 1993 г. на основе, которой был разработан и введен в действие в федеральный стандарт США по информационным технологиям [11]. В настоящее время этот стандарт является основой для общего функционального описания и моделирования различных БП. Используется IDEF0 для создания функциональной модели, отображающей структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, преобразуемые этими функциями. Результатом использования методологии IDEF0 являются иерархические диаграммы со ссылками друг на друга.

В качестве методологии моделирования процессов могут использоваться UML [12] и BPMN [13] и многие другие подходы [9].

В отличие от предлагаемых подходов, результатом онтологического моделирования являются процессы с детализацией до элементарных процессов, с включением дополнительных понятий и отношения между понятиями, в том числе и между понятиями и процессами.

**Целью работы** является разработка алгоритма онтологии БП, для повышения точности описания параметров БП при проектировании распределенной информационной системы.

© Тишин П.М., Нестеренко С.А.,  
Ливандовская Е.Я., 2015

Для достижения указанной цели решаются следующие задачи:

- задача выбора структуры модели онтологии: количество онтологий, их взаимосвязь, входные/выходные потоки информации;
- задача описания БП, протекающих в распределенной информационной системе.

**Основная часть.** В данной работе предлагается новый алгоритм, который позволяет в рамках единого формального представления описывать варианты реализации БП, структуру РИС и формировать логические правила для расчета параметров выполнения БП в РИС с заданной структурой [4 – 8].

Для реализации данного подхода для описания шаблонов и вариантов БП, учета структуры РИС и формирования правила для расчета параметров выполнения БП в РИС предлагается использовать двухуровневую систему онтологий и базу правил, которые представлены на рис. 1.

В двухуровневой системе на первом уровне используются онтологические модели, основанные на языке описания онтологий OWL и дескриптивной логике, а на втором уровне используется база правил сформированная с помощью процедур формального вывода BaseVISor [10].



Рис. 1. Двухуровневая система онтологий и правил для разработки моделей реализации БП в РИС

Первый раздел онтологии – раздел моделирования БП. В нем рассматривается моделирование БП с учетом возможных вариантов их реализации. Понятия, входящие в данный раздел делятся на пространства: бизнес контекст, описание необходимых рабочих процессов и их координации.

Второй раздел онтологии – раздел привязки БП к структуре РИС. В этом разделе осуществляется адаптация БП к структуре РИС с учетом программных и аппаратных средств, развернутых в РИС.

В данной работе, с учетом методики моделирования БП изложенной в работе [3], приведен алгоритм построения первого раздела онтологии – моделирования БП.

Для построения модели БП, которые протекают в РИС, формально представим каждый БП в виде кортежа:

$$BP_i = \langle U_i, P_i, WG_i(P_i), BF_i(P_i) \rangle,$$

где  $U_i$  – множество subprocessов;  $P_i$  – множество параметров, от которых зависит  $i$ -й БП;  $WG_i(P_i)$  – множество рабочих групп, участвующих в выполне-

нии  $i$ -го БП;  $BF_i(P_i)$  – множество бизнес-функций (БФ), на которые декомпозируется  $i$ -й БП.

Кортеж  $BP_i$  для конкретных БП при этом можно получить, используя полученную онтологию и стандартные средства работы с OWL, такие как SPARQL [15].

Множества  $U_i$ ,  $WG_i(P_i)$  и  $BF_i(P_i)$ , в свою очередь, предполагаются зависимыми от набора параметров  $P_i$ . Для набора параметров  $i$ -го БП  $P_i$  предполагается, что он принимает значения из некоторого множества:

$$P_i = \{P_{im} \mid m = \overline{1, N_P}\},$$

где  $P_{im}$  – множество возможных значений набора параметров  $P_i$ , от которых зависит  $i$ -й БП, а  $N_P$  – количество возможных значений набора параметров.

Подставляя вместо  $P_i$  конкретный набор значений параметров  $P_{im}$ , получаем  $m$ -й вариант  $i$ -го БП, который представляется в виде:

$$BP_i(m) = \langle U_{im}, P_{im}, WG_i(P_{im}), BF_i(P_{im}) \rangle,$$

где  $U_{im}$  – множество subprocessов в  $m$ -ом варианте  $i$ -го БП;  $P_{im}$  – множество параметров, от которых зависит  $m$ -й вариант  $i$ -го БП;  $WG_i(P_{im})$  – множество рабочих групп, участвующих в выполнении  $m$ -го варианта  $i$ -го БП;  $BF_i(P_{im})$  – множество БФ, на которые декомпозируется  $m$ -й вариант  $i$ -го БП.

Множество  $BF_i(P_{im})$  БФ  $m$ -го варианта  $i$ -го БП можно представить в виде:

$$BF_i(P_{im}) = \{BF_{jim} \mid j = \overline{1, J_{im}}\},$$

где  $J_{im}$  – число БФ  $m$ -го варианта  $i$ -го БП;

$BF_{imj}$  – кортеж, представляющий  $j$ -ю БФ  $m$ -го варианта  $i$ -го БП.

В свою очередь,  $BF_{imj}$  определяется как:

$$BF_{imj} = \langle BO_{imj} \rangle,$$

где  $BO_{imj}$  – множество бизнес-операций, которые должны быть выполнены в рамках  $j$ -й БФ  $m$ -го варианта  $i$ -го БП, определяемое следующим образом:

$$BO_{imj} = \{BO_l(i, m, j) \mid l = \overline{1, L_{imj}}\},$$

где,  $L_{imj}$  – число бизнес-операций  $j$ -й БФ.

Для описания  $BP_i(m)$   $m$ -го варианта  $i$ -го БП формируются рабочие группы  $WG_i(P_{im})$ , каждая из которых содержит описание рабочих центров  $W_{im}$  задействованных в выполнении  $m$ -го варианта  $i$ -го БП. Рабочий центр представляет собой объединенные в группы устройства РИС, например маршрутизаторы, сервера, рабочие станции. Множество рабочих центров можно представить как:

$$W^{WG_i} = \langle WS, CD, S \rangle,$$

где,  $WS$  – множество рабочих станций, которые задействованы в выполнении БП;  $CD$  – множество коммуникационных устройств, которые принимают участие в БП;  $S$  – множество серверов, которые принимают участие в выполнении БП.

При этом множество коммуникационных устройств состоит из трёх подмножеств:

$$CD = \{AL\_Switch, AL\_Hub, AL\_Router\},$$

где  $AL\_Switch$  – множество коммутаторов;  $AL\_Hub$  – множество концентраторов;  $AL\_Router$  – множество маршрутизаторов.

### Реализация раздела моделирования БП в онтологии OWL

Реализация раздела моделирования БП в онтологии OWL представлена на рис. 2 [14].

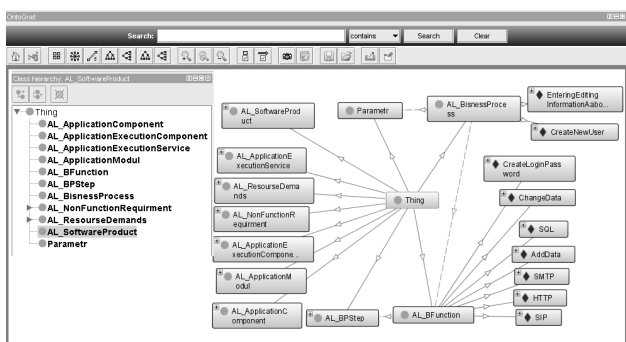


Рис. 2. Реализация раздела моделирования БП

На рис. 2 представлены основные классы, которые описают некоторый БП, протекающий в РИС. Класс  $AL\_BusinessProcess$  включает все БП, которые выполняются в РИС, при этом каждый БП состоит из множества бизнес-функций, которые описываются классом  $AL\_BusinessFunction$  и ограничиваются рядом параметров (класс  $Parametr$ ). В зависимости от параметров из описания БП формируется вариант БП, который выполняется в единицу времени. Каждая бизнес-функция, описанная классом  $AL\_BusinessFunction$ , состоит из множества операций, которые представляются классом  $AL\_BPStep$ .

В качестве примера, рассмотрим БП «Ввод и редакция информации о сотруднике отдела», который состоит из следующих бизнес-функций:

а) если параметр  $P_1$  «сотрудник существует» истинный, тогда необходимо изменить данные сотруд-

ника, которые находятся в БД (например, если изменяется его фамилия или отдел, в котором он работает), для этого выполняется БФ SQL – операция UPDATE;

б) если параметр  $P_2$  «сотрудник новый» истинный, тогда необходимо добавить данные сотрудника в базу данных, которая находится на удаленном сервере, для этого выполняется БФ SQL – операция INSERT;

в) в зависимости от значения параметра  $P_3$  – «уровень доступа» выполнять следующие бизнес-функции:

1) если  $P_3 = 4$ , то создается логин/пароль, при котором база данных доступна только для чтения ограниченной информации;

2) если  $P_3 = 3$ , то создается логин/пароль, при котором база данных доступна для чтения всей информации;

3) если  $P_3 = 2$ , то создается логин/пароль, при котором база данных доступна для чтения и редакции ограниченной информации;

4) если  $P_3 = 1$ , создается логин/пароль, при котором база данных доступна для чтения и редакции всей информации.

Для реализации данных действий выполняется БФ SQL, операция INSERT. Реализация данного БП в рамках созданной онтологии представлено на рис. 3.

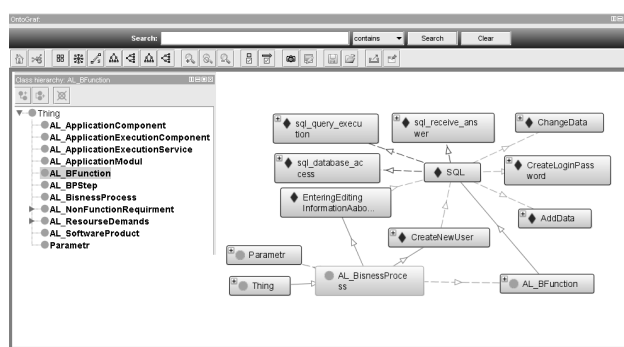


Рис. 3. Пример реализации БП

Аналогичным образом строится онтология раздела привязки БП к структуре РИС.

Практическая ценность данной работы состоит в разработке комплекса алгоритмических и программных средств моделирования информационных систем, которые позволяют при их применении получить описание вариантов реализации БП в распределённой информационной системе с заданной структурой.

Эффективность предложенной методики при изменениях структуры и параметров современных распределённых информационных систем, обуславливается, по сути, использованием онтологий БП. При этом, для изменения онтологий, возможно применение стандартных средств редактирования онтологий.

**Выводы.** Предложенный алгоритм построения онтологии моделирования БП позволяет в формализованном виде представлять множество БП с учетом структуры РИС, в которой они выполняются. Это позволяет исключить ошибки персонала при эмпирическом методе расчета параметров функционирования БП в РИС и, тем самым, повысить точность расчета характеристик функционирования бизнес-процессов в распределенных информационных системах.

Получено 28.05.2015

Список использованной литературы  
References

1. Yao W., Basu S., Stephenson J., and Li B., (2012), Modeling and Configuration of Process Variants for On-boarding Customers, *HP Laboratories HPL-2012-157*.
2. Rosemann M., and W. M.P. van der Aalst, (2007), A Configurable Reference Modeling Language, *Information Systems*, Vol. 32, pp. 1 – 23.
3. M. La Rosa, and Dumas M., (2008), Dumas. Configurable Process Models: How to Adopt Standard Practices in Your How Way? *BP Trends Newsletter*.
4. Kumar A., and Yao W., (2009), Process Materialization Using Templates and Rules to Design Flexible Process Models, *In International Symposium on Rule Interchange and Applications (RuleML'09)*, Las Vegas, Nevada, USA, , pp. 122 – 136.
5. Hallerbach A., Brocke J., and Rosemann M., (2010), Configuration and Management of Process Variants, in *Handbook on Business Process Management 1*, pp. 237 – 255.
6. Nakamura M., et al., (2009), A Multi-layered Architecture for Process Variation Management, in *World Conference on Services - II (SERVICES-2 '09)*, pp. 71 – 78.
7. Zhao X., and Liu C., (2007), Version Management in the Business Process Change Context, *Presented at the 5th International Conference on Business Process Management (BPM'07)*, Brisbane, Australia.
8. Thomas O., (2008), Design and Implementation of a Version Management System for Reference Modeling, *Journal of Software*, Vol. 3, 49 p.
9. Andrews T., et al., (2003), Business Process Execution Language for web Services, Version 1.1, *Standards Proposal by BEA Systems, International Business Machines Corporation, and Microsoft Corporation*.
10. Matheus C., Baclawski K., and Kokar M., (2006), BaseVISor: A Triples-Based Inference Engine Outfitted to Process RuleML and R-Entailment Rules, *In Proc. of the 2nd International Conference on Rules and Rule Languages for the Semantic Web, Athens, GA, Nov.*
11. Federal Information Processing Standard, Electronic Resource, available at: <http://www.nist.gov/itl/fipsinfo.cfm> (accessed 01.05.2015).

12. The Unified Modeling Language User Guide Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson Addison-Wesley, 2005, 475 p.

13. OMG, Business Process Modeling Notation (BPMN) Version 1.0. OMG Final Adopted Specification, in, Object Management Group, 2006.

14. OWL Web Ontology Language, Electronic Resource, available at: [<http://www.w3.org/TR/owl-features/>] (accessed 01.05.2015).

15. SPARQL Query Language for RDF Electronic Resource, available at: [<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>] (accessed 01.05.2015).



Нестеренко  
Сергей Анатоліевич  
д-р техн. наук, проф.,  
каф. компьютерных интеллектуальных систем и сетей, проректор Одесского нац. политехнического ун-та.  
E-mail: "S.A Nesterenko"  
sa\_nesterenko@ukr.net



Тишин  
Петр Метталінович,  
канд. физ.-мат. наук,  
доц. каф. компьютерных интеллектуальных систем и сетей Одесского нац. политехнического ун-та,  
м/т.: +38(098)805-04-48.  
E-mail: tik88@mail.ru



Ливановская  
Елена Ярославовна  
магистр каф. компьютерных интеллектуальных систем и сетей Одесского нац. политехнического ун-та,  
м/т.: +38(098)739-25-88.  
E-mail: Helensonce@i.ua