

# Моделювання в економіці, організація виробництва та управління проектами

УДК 519.7

В.М. Левыкин, О.В. Чалая

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

## КОМПОНЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ О БИЗНЕС-ПРОЦЕССЕ

*В статье рассмотрены вопросы структуризации и представления знаний применительно к знание-емким бизнес-процессам. Рассматриваемая проблема построения представления знаний связана с необходимостью практического применения как явных, так и неявных знаний при управлении процессом, а также сложностью представления неявных знаний в модели бизнес-процесса с использованием существующих подходов. Решение данной проблемы направлено на то, чтобы обеспечить возможность динамически связывать действия процесса с необходимыми для этих действий данными и ресурсами. Предложена компонентная модель представления знаний о бизнес-процессе. Модель включает в себя процедурную, декларативную и контекстную составляющие, а также информацию о доступности и степени общности указанных компонентов. Информация о степени общности задается через указание элементов процесса, к которым применимы данные знания. Модель позволяет единым образом отобразить как явные, так и неявные, непосредственно связанные с человеком знания. Это дает возможность после проведения экстернализации неявных знаний выполнять адаптацию, а не реинжиниринг бизнес-процесса и тем самым понизить стоимость его сопровождения.*

**Ключевые слова:** бизнес-процесс, контекст, объект, неявные знания, артефакт, workflow.

### Введение

Существующие подходы к моделированию бизнес-процессов (БП) позволяют построить многоаспектное описание процесса, отражающее как последовательность его действий, так и условия, результаты и контекст исполнения таких последовательностей.

Свойства традиционных процессов рассматриваются с учетом следующих аспектов БП: последовательность действий; данные; ресурсы [1]. В последние годы, в связи с происходящим переходом от информационной экономики к экономике знаний, изменилась и типовая структура бизнес-процессов. Широко распространенная форма процесса в виде жестко заданной последовательности действий дополняется возможностями адаптации к текущему состоянию внешней среды, динамически изменяющимся требованиям и целям БП. Реализация возможности адаптации БП основывается на включение аспекта знаний в модель процесса.

Указанные аспекты БП обладают следующими отличительными особенностями.

Последовательность действий (workflow) фактически задает алгоритм работы процесса. Данный аспект определяет как условия для запуска отдельных работ, реализующих необходимую для дости-

жения цели процесса функциональность, так и взаимосвязи между этими работами [2 – 4].

Аспект данных включает в себя описание элементов данных, которые использует процесс, правила либо процедуры их создания, обработки, хранения. Для моделирования данного аспекта используется основанный на артефактах подход (Artifact-centered) к моделированию БП [5 – 9].

Ресурсный аспект позволяет описать контекст выполнения бизнес-процесса [10, 11]. Контекст отражает текущие цели процесса, внешнюю среду процесса, а также особенности организации, к которой выполняется БП.

Использование аспекта знаний при описании БП позволяет получить модели знание-емких (knowledge-intensive) бизнес-процессов (ЗБП) [12, 13].

Отличительная особенность ЗБП состоит в том, что исполнители действий процесса наделяются возможностью изменить ход его выполнения, поскольку они обладают соответствующими знаниями. Это позволяет усложнить описание последовательности действий процесса и представить ЗБП в виде набора компонент, предназначенных для обработки соответствующих ситуаций либо их последовательностей.

Следовательно, действия ЗБП в каждой ситуации зависят как от общих формальных знаний,

представленных в виде бизнес-правил, так и от персональных знаний исполнителей процесса.

Влияние знаний на ход выполнения процесса зависит от их вида. Выделяют два вида знаний: явные либо неявные [14].

Знания первого вида существуют независимо от человека, в форме документов. Знания второго вида связаны с человеком и отражают его опыт.

Неявные знания с трудом поддаются вербализации и формализации [14 – 16]. Поэтому явные знания обычно включаются в модель процесса в форме описания используемых объектов, бизнес-правил, ограничений и т.п. Неявные знания используются для изменения хода выполнения процесса их носителями – исполнителями действий процесса. Для их перевода в явную форму и последующего включения в модель процесса применяется экстернализация [16].

Таким образом, при формализации знание-емких бизнес-процессов возникает проблема построения представления знаний, позволяющего связать действия процесса в конкретной его реализации (либо ситуации) с необходимыми для этих действий данными и ресурсами.

Данная проблема связана с противоречием между необходимостью практического применения как явных, так и неявных знаний при управлении процессом, и сложностью представления неявных знаний в модели бизнес-процесса с использованием существующих подходов.

**Целью** данной статьи является разработка модели представления знаний в знание-емких бизнес-процессах, учитывающую как явную, так и неявную составляющую знаний.

### **Компонентная модель представления знаний**

В зависимости от требуемых результатов БП, при выполнении процесса знания могут применяться двояко:

- знания используются как для поддержки выполнения БП, так и для получения его результатов; знания не являются результатом процесса;
- в рамках бизнес-процесса осуществляется создание, сбор и преобразование знаний; результатом процесса являются информация и знания.

Использование знаний для поддержки выполнения БП характерно для знание-емких операционных процессов, создание и преобразование знаний – для процессов, ориентированных на знания [17].

При формировании и построении процессов второго типа решаются две группы задач: постановка целей процесса, его реализация и оценка полученного знания; выявление знаний, построение представления знаний и последующее их распространение.

Согласно G. Probst [18], задачи первой группы являются традиционными задачами процессного управления, а второй – обеспечивают возможность решения задач управления применительно к знаниям.

Предлагаемая в данной работе модель предназначена для представления явных и неявных знаний, используемых при решении задач традиционного процессного управления.

Применение формализованных знаний в модели БП позволяет, как было отмечено выше, обоснованно изменять процесс во время его выполнения. При таком изменении БП трансформируются остальные его аспекты. Поэтому перед рассмотрением влияния аспекта знаний на порядок выполнения процесса следует рассмотреть взаимосвязь последовательности действий, данных и ресурсов БП.

Основными элементами модели бизнес-процесса являются действия и управляющие структуры. Действия процесса – это базовые элементы работ, которые выполняются при реализации БП. Управляющие структуры формализуют связи между действиями, задавая их последовательное, параллельное выполнение или ветвление. Информация о данных и объектах, с которыми оперирует процесс, используется в управляющих структурах в форме правил и ограничений.

Выполнение процесса отражается в модели в виде последовательности его состояний. Изменение состояния процесса происходит только после выполнения одного из действий БП. Каждое состояние содержит информацию о текущих выполнившихся действиях процесса, а также о выполнившихся условиях для выполнения последующих действий БП.

Таким образом, аспект действий процесса содержит его описание в форме логически связанных процедур и, следовательно, отражает процедурные знания о процессе.

При рассмотрении аспекта данных в формате множества артефактов обычно формируется информационная модель и модель жизненного цикла для каждого артефакта. Первая модель представляет артефакт в виде набора всех связанных с ним и используемых бизнес-процессом данных. Вторая модель содержит набор последовательностей действий по обработке артефакта с указанием вызывающих их событий, позволяя реализовать все варианты обработки артефакта – от его создания до удаления [9]. Основанный на артефактах подход позволяет моделировать создание, обработку использование и удаление объектов бизнес-процесса без явного указания последовательности действий БП. Вместо последовательности действий задается шаблон использования объекта. Поэтому в данном аспекте бизнес-процесс представляется преимущественно в форме декларативных знаний.

Ресурсный аспект задает контекст выполнения процесса.

Под контекстом будем понимать виртуальную среду выполнения БП. Контекст содержит набор взаимосвязанных данных, необходимых для его запуска, выполнения приостановки и завершения, а также набор ограничений, влияющих на последовательность его действий.

В состав контекста обычно включают: определение миссии и целей БП; описание условий реализации бизнес-процесса; характеристики организации, в которой выполняется процесс; описание внешней среды БП [11].

Следовательно, контекст обеспечивает возможности реализации текущей последовательности действий процесса, а также его адаптации с учетом новых целей и требований.

На основании приведенных составляющих контекста можно сделать вывод о том, что контекст в целом целесообразно рассматривать как систему ограничений для процедурного и декларативного аспектов бизнес-процесса.

Реализация и адаптация действий по обработке объектов БП выполняется на основе знаний. Взаимосвязь рассмотренных аспектов процесса представлена на рис. 1.

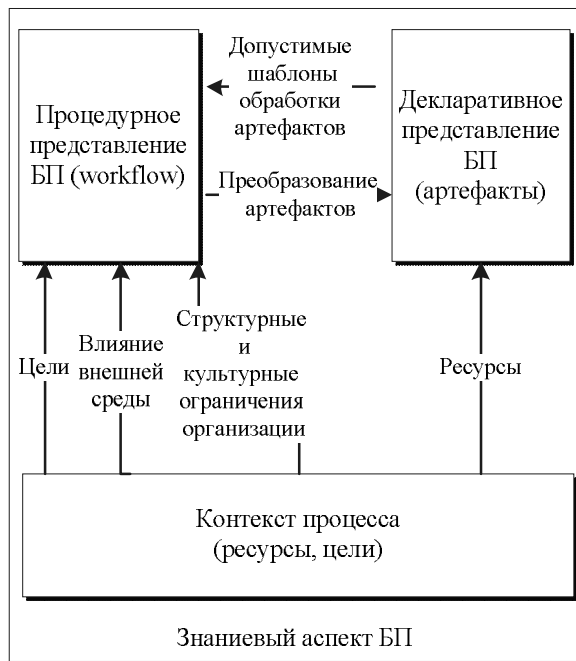


Рис. 1. Взаимосвязь аспектов описания ЗБП

Таким образом, введение аспекта знаний в знание-емких бизнес-процессах позволяет интегрировать последовательность действий, элементы данных и ресурсы на основе использования формализованных элементов знаний.

Изложенные соображения обосновывают включение в состав компонентной модели пред-

ставления знаний элементов процедурного, декларативного и контекстного описания процесса.

Как показано в работе [16], используемые в организации знания подразделяются на общедоступные знания в документированной форме и знания, принадлежащие отдельным индивидуумам.

Явное знание может быть описано в символьном виде (текст, схемы, формулы и т.п.) и таким образом использовано как людьми непосредственно, так и в процессно-ориентированных информационных системах.

Неявное знание (tacit knowledge) отражает опыт, практические навыки человека, его понимание взаимоотношений между людьми, а также зависимостей между предметами и явлениями окружающего мира. Неявное знание обычно передается людьми при непосредственном контакте.

Происходящие при выполнении БП процессы преобразования организационного знания из явного в неявный вид непосредственно влияют на ход выполнения БП. Проблематика преобразования имеющегося в организации знания рассмотрена в работе Nonaka и Takeuchi [16].

Согласно данной работе, процессы трансформации организационного знания отражают: деятельность отдельных людей по созданию знаний; последующую деятельность по формализации и распространению знаний как результат взаимодействия между сотрудниками организации.

Указанные два вида деятельности формируют цикл преобразования знаний. Такой цикл в качестве базовых использует следующие процессы: социализации, которая заключается в передаче неявного знания между людьми; экстернализации, состоящей в преобразовании знаний из явной формы в неявную; комбинации как передачи явного, формализованного знания; интернализации, заключающейся в преобразовании явного знания в применимую на практике неявную форму.

Таким образом, человеческие знания подразделяются на общедоступные явные знания и слабо доступные неявные, между которыми постоянно происходят процессы трансформации. Последовательность трансформации включает пять фаз [16]. Применительно к задаче процессного управления данные фазы можно определить следующим образом: распространение неявного знания о БП исполнителями; создание явного знания в форме концепции нового либо уточненного БП; проверка концепции бизнес-процесса; построение модели и реализация БП; переход на новый уровень знания. На последней фазе может, например, выполняться интеграция рассматриваемого процесса с БП других организаций. Это означает, что при выполнении бизнес-процессов всегда будут появляться и использоваться как явные, так и неявные знания.

В работе [19] предложено отображать доступность знаний бизнес-процесса с помощью безразмерного показателя, лежащего в интервале  $[0,1]$ . Значение 0 в данном интервале соответствует недоступному для формального оформления неявному знанию, а 1- полностью известному, обобщенному явному знанию.

Данная оценка позволяет отобразить степень формальности знаний в модели процесса и, следовательно, оценить необходимость их дальнейшей экстернализации. Например, показатель 0,9 свидетельствует о том, что для данного элемента знаний большинство зависимостей уже выявлено. Значение указанного показателя может быть получено двумя способами: путем экспертного оценивания или путем анализа логов.

Первый способ предполагает получение оценки от исполнителей процесса – носителей неявных знаний. Однако при его использовании могут возникать трудности, связанные с тем, что носители не заинтересованы экстернализовать свои уникальные знания, переводить их в доступную для всех форму.

Второй способ основан на сравнительном анализе моделей, полученных средствами интеллектуального анализа процессов (process mining).

Методы process mining позволяют получить модель процесса на основе анализа его логов в форме графа, отображающего возможные последовательности взаимосвязанных действий. Лог содержит набор трасс, каждая из которых отражает однократное выполнение БП.

Поэтому полученные средствами process mining модели одного и того же процесса для различных подразделений организации будут полностью совпадать при использовании только явных знаний и отличаться при применении уникальных неявных знаний. Следовательно, сравнительный анализ моделей идентичных процессов для различных подразделений дает возможность выделить отличающиеся фрагменты, обусловленные использованием персональных знаний исполнителей.

Применимость знаний БП определяется их генерализацией. Как явное, так и неявное знание можно классифицировать по уровню обобщения. В работе [19] предлагается оценивать степень общности знаний в интервале  $[0,1]$ , где уровню 1 соответствуют наиболее общие зависимости, пригодные для бизнес-процесса в целом. Однако такой подход снижает практическую применимость данного показателя. Более целесообразным представляется теоретико-множественно описание степени общности знаний, в соответствии с которым каждому компоненту знания ставится в соответствие множество действий процесса, объектов, которыми оперирует процесс, а также составляющих контекста. Указанный набор элементов объединяется на основе явных

и неявных знаний и потому задает единый компонент ЗБП.

Таким образом, компонентная модель представления знаний знаниеемкого бизнес-процесса включает в себя следующие составляющие и ограничения:

$$M_{PK} = \{P, D, \alpha, G\} | C(t), \quad (1)$$

где P – процедурная составляющая компонента знаний;

D – декларативная составляющая;

$\alpha$  – коэффициент доступности знаний,  $\alpha \in [0,1]$ ;

G – степень общности знаний;

C(t) – знания об ограничениях, задаваемых контекстом процесса, с учетом изменений контекста во времени.

Декларативная составляющая D содержит зависимости  $r_i$ , задающие возможность применения шаблона  $d_i$  обработки  $i$  – объекта процесса в конкретном контексте:

$$D = \{r_i | c_i \in C(t), r_{il} \in o_i \times d_i \forall r_{il} \in r_i, \quad (2)$$

где  $c_i$  – знания о контексте, ограничивающие обработку объекта  $o_i$  по шаблону  $d_i$ .

Процедурная составляющая содержит шаблоны  $p_j$  изменения последовательности действий процесса при ограничениях, задаваемых как декларативной составляющей  $r_{ij}$ , так и знаниями о контексте  $c_{ij}$ :

$$P = \{p_j | r_{ij}, c_{ij}\}, r_{ij} \subset \{r_i\}, c_{ij} \subset C. \quad (3)$$

## Выводы

В статье рассмотрена проблематика структуризации и представления знаний в знаниеемких бизнес-процессах.

Предложена компонентная модель представления знаний о бизнес-процессе, которая включает в себя процедурную, декларативную и контекстную составляющие, а также информацию о доступности и степени общности указанных составляющих. Информация о степени общности задается через указание элементов процесса, к которым применимы данные знания.

Модель позволяет единым образом отобразить как явные, так и неявные, непосредственно связанные с человеком знания, что позволяет обойтись без реинжиниринга бизнес-процесса после проведения экстернализации неявных знаний.

В практическом аспекте предложенная модель упрощает переход от традиционных к знаниеемким бизнес-процессам, позволяя дополнять бизнес-правила выявленными неявными знаниями по мере

их екстерналізації в ході неоднократного виконання БП.

## Список літератури

1. La Rosa M. Configurable multi-perspective business process models // M. La Rosa, M. Dumas, Arthur H.M. ter Hofstede, J. Mendling // *Information Systems*. - 2011. - Vol.36 Issue 2. - P. 313-340.
2. Weske M. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Second Edition*/ M. Weske. - Springer, 2012. - 403 p.
3. OMG: *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0 (2011)*. - Режим доступу: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>
4. Елиферов В.Г. Бизнес-процессы: Регламентация и управление / В.Г. Елиферов, В.В. Репин. - М.: ИНФРА-М, 2004. - 319 с.
5. Cohn D. *Business artifacts: A data-centric approach to modeling business operations and processes*/ Cohn D., Hull R. // *IEEE Data Eng. Bull.* - 2009. - №32. - P. 3-9.
6. Bhattacharya K. *Artifact-centered operational modeling: Lessons from customer engagements* / K. Bhattacharya, N. S. Caswell, S. Kumaran, A. Nigam, F. Y. Wu // *IBM Systems Journal*. - 2007. - №46(4). - P. 703-721.
7. Nigam A. *Business artifacts: An approach to operational specification* / A. Nigam, N. S. Caswell // *IBM Systems Journal*. - 2003. - № 42(3). - P. 428-445.
8. Hull R. *Business Artifacts with Guard-Stage-Milestone Lifecycles: Managing Artifact Interactions with Conditions and Events*// *DEBS*, - 2011. - P. 51-62.
9. Fahland D. *Many-to-many: Some observations on interactions in artifact choreographies*/ De Leoni, M., Van Dongen, B. F., van der Aalst, W. M. P. // *3rd Central-European Workshop on Services and their Composition (ZEUS)*, - 2011. - режим доступу: <http://ceur-ws.org/Vol-705/paper1.pdf>
10. Jan vom Brocke. *On the Role of Context in Business Process* / Jan vom Brocke, Sarah Zelt, Theresa Schmiedel // *International Journal of Information Management*. - 2016. - Vol.36 Issue 3. - P. 486-495.
11. Jan vom Brocke. *Considering Context in Business Process Management: The BPM Context Framework* / Jan vom Brocke, Sarah Zelt, Theresa Schmiedel // *bptrends.com* - 2015. - Режим доступу: <http://www.bptrends.com/class-notes-considering-context-in-business-process-management-the-bpm-process-framework>.
12. Gronau N. *KMDL-Capturing, Analysing and Improving Knowledge-Intensive Business Processes* / N. Gronau, C. Müller, R. Korf // *Journal of Universal Computer Science*. - 2005. - № 11(4). - P. 452-472.
13. Gronau N. *Modeling and Analyzing knowledge intensive business processes with KMDL: Comprehensive insights into theory and practice (Englisch)* / N. Gronau - Taschenbuch. - 519 p.
14. Polanyi M. *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*/ M. Polanyi. - University of Chicago Press, 1958. - 493 p.
15. Polanyi M. *The Tacit Dimension* / M. Polanyi. - University of Chicago Press, 1966. - 104 p.
16. Нонака И. Компания - создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах / И. Нонака, Х. Такеучи. - М., 2003. - 384 с.
17. Allweyer, T. *Modellbasiertes Wissensmanagement* / T. Allweyer // *Information Management*. - 1998. - №1. - P. 37-45.
18. Probst G. *Managing Knowledge: Building Blocks for Success* / G. Probst, S. Raub, K. Romhard - Chichester, UK: John Wiley & Sons. - 368 p.
19. Gronau N. *A Proposal to Model Knowledge in Knowledge-Intensive Business Processes* / N. Gronau, C. Thim, A. Ullrich, G. Vladova, E. Weber // *BMSD 2016. 20-22 June, Rhodes, Greece. Volume 16*.

Надійшла до редколегії 23.06.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.О. Філатов, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

## КОМПОНЕНТНА МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАТЬ ПРО БІЗНЕС-ПРОЦЕСИ

В.М. Левикін, О.В. Чала

У статті розглянуті питання структуризації та подання знань в знання-ємних бізнес-процесах. Проблема побудови представлення знань пов'язана з необхідністю практичного застосування як явних, так і неявних знань при управлінні процесом, а також складністю подання неявних знань в моделі бізнес-процесу з використанням існуючих підходів. Запропоновано компонентну модель подання знань про бізнес-процесі. Модель включає в себе процедурну, декларативну і контекстну складові, а також інформацію про доступність і ступеня спільності зазначених компонентів. Інформація про ступінь спільності задається через вказівку елементів процесу, до яких застосовні дані знання. Модель дозволяє єдиним чином відобразити як явні, так і неявні, безпосередньо пов'язані з людиною знання. Це дає можливість після проведення екстерналізації неявних знань виконувати адаптацію, а не реінжинірингу бізнес-процесу і тим самим знизити вартість його супроводу.

**Ключові слова:** бізнес-процес, контекст, об'єкт, неявні знання, артефакт, workflow.

## COMPONENT REPRESENTATION OF KNOWLEDGE OF BUSINESS PROCESSES

V.M. Levykin, O.V. Chala

The questions and structuring of knowledge in knowledge-intensive business processes is discussed. Problem of building knowledge representation is the need of practical application of both overt and tacit knowledge in the management process, as well as the complexity of the submission of tacit knowledge in the business process model using existing approaches. The model includes procedural, declarative and contextual components, as well as information on the availability and extent of community these components. Information on community set through reference elements of the process to which the data apply knowledge. The model allows to uniquely reflect both explicit and implicit, directly related to human knowledge. This makes it possible after the externalization of tacit knowledge to perform the adaptation, not re-engineering the business process and thus reduce the cost of its maintenance.

**Keywords:** business process context object, tacit knowledge, artifact, workflow.