

О. В. Чалая, к. э. н., доц.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ НЕЯВНЫХ ПРОЦЕДУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ В ЗНАНИЕ-ЕМКИХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАХ

Выполнен анализ особенностей неявных процедурных зависимостей знание-емких бизнес-процессов. Показано, что такие зависимости определяют ограничения на выбор действий процесса, а также дополнительные условия для выполнения нетипичных последовательностей действий. Предложена модель неявных процедурных зависимостей знание-емкого бизнес-процесса, содержащая правила выбора действий процесса в одном из состояний процесса с учетом условий текущего состояния контекста бизнес-процесса, а также ограничений на выполнение действий процесса. Предложен подход к формализации неявных процедурных зависимостей знание-емкого бизнес-процесса на основе анализа его лога. Подход предполагает поэтапное дополнение явных правил выбора действий процесса формализованными неявными процедурными зависимостями.

Ключевые слова: знание-емкий бизнес-процесс, интеллектуальный анализ процессов, процессное управление.

Введение

Бизнес-процессы (БП) лежат в основе систем процессного управления [1]. Бизнес-процессом, по определению, является последовательность «различных видов деятельности, в рамках которой «на входе» используют один или более видов ресурсов, и в результате этой деятельности «на выходе» создается продукт, представляющий ценность для потребителя» [2]. Процессное управление предприятием предусматривает построение моделей бизнес-процессов (БП) и дальнейшее управление бизнес-процессами с использованием этих моделей. В рамках процессного управления происходит постоянное усовершенствование моделей бизнес-процессов. Для этого методами интеллектуального анализа процессов (process mining) формируют модели «как есть» тех процессов, которые уже выполняли ранее. В дальнейшем выполняют сравнение априорной модели БП в процессной информационной системе и модели «как есть», полученной методами process mining. По результатам такого сопоставления усовершенствуют модель бизнес-процесса. При усовершенствовании в модель вводят измененные последовательности действий, соответствующие контексту выполнения БП.

Модель «как есть» выполняющегося бизнес-процесса создают средствами process mining на основе анализа лога такого процесса [3, 4]. Лог содержит записи о ходе выполнения БП в виде последовательности событий. Модель «как есть» обычно имеет вид workflow-графа, отражающего алгоритм работы БП. Такие модели исследуют аналитики с целью выявления узких мест процесса. По результатам анализа усовершенствуют модель БП.

Однако для такого вида бизнес-процессов, как знание-емкие БП [5], традиционные методы и средства process mining формируют спагетти-модель, имеющую незначительную практическую ценность [6, 7]. Графы таких процессов похожи на блюдо спагетти: они состоят из большого количества вершин и дуг между ними, отражающих все возможные варианты реализации БП, независимо от частоты их возникновения на практике.

Истоки рассматриваемой спагетти-проблемы лежат в структурных особенностях знание-емких бизнес-процессов (ЗБП). ЗБП имеет несколько определений. Однако все определения выделяют использование знаний исполнителей в ходе процесса: это «бизнес-процесс, создающий ценности только при условии удовлетворения требований к уровню знаний участников процесса» [5], это процесс, «исполнение которого в значительной степени зависит от исполнителей как носителей знаний» [8], поэтому при построении модели ЗБП

необходимо учитывать знания, определяющие последовательность действий процесса в текущем контексте [9]. Такие процессы не содержат априори заданного алгоритма выполнения процесса для всех возможных состояний контекста. Изменение заданной в априорной модели последовательности действий осуществляют исполнители бизнес-процесса путем использования как формальных явных, так и личных процедурных знаний.

Таким образом, проблема структуризации и моделирования неявных процедурных знаний, определяющих последовательность действий процесса в конкретном контексте, является актуальной.

Анализ исследований и публикаций

Проблема структуризации и формализации знаний является одной из важных проблем менеджмента знаний. Знание является отражением представления субъекта или группы субъектов о явлениях и закономерностях внешнего мира. Знание состоит из совокупности утверждений, отражающих свойства объектов, закономерности процессов и явлений, а также логические связи между этими утверждениями, которые могут быть использованы для принятия решений [10, 11].

В знание-емких бизнес-процессах используют организационное знание, то есть знание организации, в которой выполняют бизнес-процесс. Организационное знание обычно имеет две формы: явную и неявную [12, 13]. Знания в явной форме обычно представлены в виде документов, формул, бизнес-правил. Неявные знания отражают опыт, навыки, интуицию человека. Неявное знание трудно поддается вербализации и обычно передается людьми при непосредственном контакте. Процесс превращения знаний из неявной формы в явную называют экстернализацией [12]. В работах [12 – 16] выделены общие свойства неявных знаний, а также влияние таких знаний на взаимодействие между людьми. В частности, в работе [16] анализируют влияние неявного знания на последовательность решения практических задач человеком. В целом в этих работах основное внимание уделено структуризации взаимодействия между людьми.

В то же время при процессном управлении такое неявное взаимодействие влияет на эффективность управления этими процессами, однако оно не отражено в моделях БП. Поэтому вопрос формализации неявных процедурных зависимостей, определяющих последовательность действий знания-емких бизнес-процессов в конкретном контексте, требует дальнейшего рассмотрения.

Постановка задачи

Преобразование неявного процедурного знания в явную форму основано на использовании контекста бизнес-процесса при выполнении последовательности его действий. Контекст процесса рассматривают как окружение или среду бизнес-процессов, влияющих на их выполнение.

Для использования неявного знания в системах управления бизнес-процессами необходимо структурировать контекст, выделив его явную и неявную составляющие, а также формализовать неявную составляющую, определив связь между состоянием контекста и последовательностями действий процесса.

Целью статьи является разработка модели неявных процедурных зависимостей между составляющими знание-емкого бизнес-процесса, что позволяет формализовать возможные и допустимые действия в соответствии с состоянием контекста.

В практическом плане модель процедурных неявных зависимостей позволяет выделить фрагменты модели ЗБП, выполненные в результате применения таких знаний. И тем самым сделать workflow-модели знание-емких процессов пригодными для анализа и использования

на основе обобщения спагетти-подобного графа.

Объектом данного исследования является знание-емкий бизнес-процесс. ЗБП отличается от традиционных бизнес-процессов с априорно заданной структурой тем, что порядок его выполнения может быть изменен квалифицированными работниками при его реализации. Такой процесс состоит из трех уровней: уровень контекста; уровень знаний; уровень workflow.

Под уровнем контекста БП будем понимать совокупность объектов, используемых при выполнении действий процесса. Например, в контекст бизнес-процесса входят все ресурсные объекты (материалы, оборудование и т. д.), необходимые для выполнения его действий [17].

Workflow – это абстракция последовательности действий, выполняемых при решении практической задачи одним человеком или группой людей, либо механизмом. Поэтому workflow-уровень описания бизнес-процесса включает в себя алгоритм действий, позволяющий получить результат бизнес-процесса.

Выбор конкретной последовательности действий в зависимости от контекста определяют с помощью процедурных знаний. Неявная составляющая процедурных знаний задает такие правила выбора действий, о которых знают только исполнители. Эти правила не входят в состав априорной модели бизнес-процесса. После экстернализации (преобразования в явную форму) таких знаний они могут быть включены в модель процесса.

Для достижения цели исследования решают следующие задачи:

- структуризация неявных процедурных знаний в целом;
- разработка модели неявных процедурных зависимостей знание-емкого бизнес-процесса;
- разработка подхода к формализации неявного процедурного знания.

Модель неявных процедурных зависимостей

Неявное процедурное знание является составляющей процедур решения прикладных задач, представленных в виде набора допустимых последовательностей действий и учитывающих неформализованные ограничения в заданной предметной области. Данный вид знания соответствует навыкам в естественном интеллекте [14]. На практике такое знание используется для выбора как отдельных действий по решению практических задач, так и последовательностей таких действий в заданном контексте.

Отметим, что контекст в данном случае может быть формализованным лишь частично. Реляционные неявные знания о состоянии контекста определяют связь между свойствами его объектов и правила использования объектов контекста.

Выявление неявных процедурных знаний является важным условием формализации многих прикладных задач процессного управления. Например, разница в эффективности одинаковых бизнес-процессов, выполняемых в отдельных подразделениях транснациональной корпорации в разных странах, зависит от неявного процедурного знания. Различия в использовании персональных знаний приводят, например, к тому, что в идентичных бизнес-процессах продолжительность ожидания исполнителя клиентами будет отличаться.

Выполненный анализ процедурных неявных знаний позволил выделить следующие их особенности:

- множество допустимых действий, используемых при решении прикладных задач обычно задается в явном (иногда в формальном) виде;
- входная информация о контексте выполнения действий, которая может быть задана как в явном, так и в неявном виде;
- выбор соответствующих действий в конкретном контексте осуществляется на основе неформализованных процедурных зависимостей;
- исходная информация, являющаяся результатом выбора и выполнения действий по

решению прикладных задач, может быть представлена как в явной, так и в неявной форме.

Контекст выполнения действий по решению прикладных задач может влиять на выбор возможных последовательностей действий двумя разными способами.

Во-первых, неформализованные взаимосвязи между объектами контекста могут задавать дополнительные ограничения на реализацию действий в конкретных условиях предметной области.

Назначение таких ограничений может быть разным:

- ограничение обычных, но недостаточно эффективных последовательностей действий;
- ограничение (или удаление) таких последовательностей действий, которые затрудняют работу исполнителя.

Приведем пример таких ограничений. Исполнитель-новичок использует общепринятые и не всегда эффективные способы решения задач, тогда как эксперт будет эффективно решать задачи в удобной для себя ситуации.

Во-вторых, такие зависимости между контекстом и действиями могут создавать условия для построения более эффективных процедур решения существующих задач. Указанные процедуры не могут быть получены на основе использования только явных знаний, поскольку последние не полностью характеризует предметную область.

Новые подходы к решению практических задач определяют скрытые ранее свойства сущностей предметной области. Это означает, что из экстернализованных знаний о наборе свойств сущностей и базовых знаний о предметной области могут быть выведены процедуры использования таких сущностей.

Приведенная структуризация позволяет определить две разновидности неявных процедурных знаний:

- неявные ограничения на допустимые в текущем состоянии предметной области последовательности действий;
- неявные условия выполнения действий, представленные в форме скрытых связей между сущностями предметной области.

Неявные ограничения дополнительно выделяют множество допустимых действий в заданном контексте.

Неявные условия задают цепочки действий по решению практических задач, которые являются альтернативными типовым последовательностям.

Как было отмечено выше, ЗБП состоит из уровней контекста Ct , знаний Kn и последовательности работ Wf (workflow): $BP = (Ct, Kn, Wf)$.

Уровень знаний такого бизнес-процесса состоит из следующих зависимостей:

- реляционных зависимостей между объектами контекста R_{Rl} ;
- процедурных зависимостей между объектами контекста и действиями процесса R_{Pc} ;
- коммуникативных зависимостей между действиями различных бизнес-процессов или различных экземпляров одного процесса R_{Cm} .

Для корректного функционирования такого бизнес-процесса нужно, чтобы в его состав входили все виды зависимостей:

$$Kn = R_{Rl} \wedge R_{Pc} \wedge R_{Cm} . \quad (1)$$

Каждая из составляющих уровня знаний ЗБП состоит из явной и неявной составляющих, в частности для процедурных зависимостей:

$$R_{Pc} = R_{Pc}^{Tacit} \wedge R_{Pc}^{Ext} , \quad (2)$$

где R_{Pc}^{Tacit} – неявная составляющая процедурных зависимостей ЗБП; R_{Pc}^{Ext} – явная

составляющая процедурных зависимостей.

Выполненная структуризация показывает, что процедурные зависимости R_{Pc}^{Tacit} включают в себя правила выбора действий в зависимости от контекста и ограничения на такие действия:

$$R_{Pc}^{Tacit} = \bigvee_k r_k^{wf} \mid \bigwedge_m r_m^{lim}, \quad (3)$$

где r_k^{wf} – k -правило запуска действия процесса в зависимости от состояния контекста; r_m^{lim} – m -ограничения на выполнение действия процесса в зависимости от состояния его контекста.

Детализуем указанные правила. В соответствии с рассматриваемым подходом, контекст Ct состоит из множества объектов Af и реляционных неявных зависимостей R_{Ri} : $Ct = (Af, R_{Ri})$.

В свою очередь, каждый объект контекста характеризует множество атрибутов и значений этих атрибутов:

$$af = \{a_i, v_{ij} \mid v_{ij} \in V_i\}, af \in Af, \quad (4)$$

где af – объект контекста ЗБП; a_i – i -атрибут объекта; v_{ij} – текущее значение атрибута a_i ; V_i – множество возможных значений атрибута a_i .

Тогда каждое правило выбора действий определяют через атомарные высказывания над атрибутами объектов процесса, при истинности которых выполняют соответствующее действие:

$$r_k^{wf} = \bigvee_l p_l F^+ wf_s, \quad (5)$$

где p_l – атомарное высказывание над атрибутами объекта; wf_s – логическое описание s -действия процесса; F^+ – оператор модальной логики, определяющей истинность формулы wf_s в текущем или одном из следующих состояний процесса.

Каждое ограничение также определяют через высказывания над атрибутами процесса, однако истинность ограничения задают, начиная с текущего состояния процесса:

$$r_m^{lim} = \bigvee_l p_l U^+ wf_s, \quad (6)$$

где p_l – атомарное высказывание над атрибутами объекта, определяющее условие ограничения; wf_s – логическое описание s -действия процесса; U^+ – оператор модальной логики, определяющей истинность условия p_l до тех пор, пока не будет выполнено wf_s .

На основе выполненной структуризации и формализации неявных процедурных зависимостей знание-емкого процесса предлагаем обобщенный подход к его экстернализации. Данный подход использует схему приобретения навыков в естественном интеллекте, предложенную в работе [14].

Такая схема предполагает постепенное замещение неявных знаний явными путем их экстернализации при передаче от носителя к носителю.

Предложенный подход к формализации неявного процедурного знания основан на использовании совокупности правил выбора действий процесса и ограничений на выбор действий в заданном контексте. Множество таких правил постоянно дополняют путем формализации неявных зависимостей между объектами контекста бизнес-процесса.

Экстернализацию знаний выполняют с помощью анализа информации о бизнес-процессах, реализованных с использованием неявных процедурных зависимостей. Информацию о выполнении БП фиксируют в логах. Лог состоит из трасс. Каждая трасса

отражает выполнение одного экземпляра процесса в виде последовательности событий. Каждое событие отражает состояние действия процесса (выполнение, завершение, ожидание и т. п.) в дискретный момент времени. Событие характеризуется набором атрибутов объектов, которые использовались при выполнении соответствующего действия. Запись событий в трассе лога с учетом атрибутов объектов контекста отражает результаты использования неявных знаний при корректировке выполнения процесса исполнителями. Описание одного события лога, иллюстрирующего возможность выявить неявные зависимости, приведено на рис. 1. Из данного примера видно, что событие лога задает на 3:56 28 января 2011 года значения атрибутов таких объектов:

- организация ("organization involved");
- название действия процесса ("concept:name");
- продукт, обрабатываемый процессом ("product");
- текущее состояние действия процесса ("lifecycle:transition").

```
<event>
  <string key="organization involved"
    value="Org line V7n"/>
  <string key="concept:name"
    value="Accepted"/>
  <string key="product" value="PROD706"/>
  <string key="lifecycle:transition"
    value="In Progress"/>
  <date key="time:timestamp"
    value="2011-02-28T13:46:38+01:00"/>
</event>
```

Рис. 1. Пример описания события лога

То есть действие процесса "Accepted" в данном случае непосредственно связано с организацией и продуктом. Ограничения (6) для данного события имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} Organization_involved &= "Org\ line\ V7n" \wedge product = "PROD706" \ U^+ \\ concept_name &= "Queued" \wedge lifecycle_transition = "Awaiting\ Assignment". \end{aligned}$$

В соответствии с приведенным ограничением, операция размещения задачи в очереди для ожидания исполнителя может быть выполнена для продукта "PROD706" в организации "Org line V7n".

Представленное на рис. 1 иллюстративное событие имеет незначительное количество атрибутов. События в логах характеризует большое количество переменных. Однако даже приведенный пример показывает, что лог процесса содержит связи между объектами контекста и событиями процесса. Такие связи являются результатом выбора действий при выполнении процесса. Это и обуславливает принципиальную возможность обнаружения явных процедурных знаний на основе анализа логов.

Для экстернализации неявных процедурных зависимостей могут быть использованы методы интеллектуального анализа процессов, поскольку они определяют взаимосвязь между событиями во времени. Однако исходные логи для интеллектуального анализа требуют предварительной фильтрации событий на основе атрибутов объектов, связанных с событиями лога. Предложенный подход к формализации неявного процедурного знания включает в себя следующие этапы (рис. 2).

Этап 1. Отбор явных правил выбора действий процесса в соответствии с состоянием контекста. Такие формализованные правила задают допустимые последовательности действий при решении задач, для которых предназначен бизнес-процесс. На данном этапе определяют знания, необходимые для решения задач типичным способом в наиболее распространенных ситуациях. При отборе (выявлении) правил используют традиционные методы инженерии знаний.

На уровне организации в целом такие зависимости имеют вид бизнес-правил. Бизнес-правило (БПр) представляет собой документированное требование к бизнес-процессу в форме зависимости «условие – результат». Также они детализируют промышленные стандарты, управленческие политики на предприятии [18]. Бизнес-правила могут определять утверждения об инвариантных особенностях деятельности предприятия, то есть зависимости R_{Rl} согласно выражению (1), условия для выполнения действий и ограничения на действия бизнес-процесса R_{Pc} , а также коммуникативные правила вывода R_{Cm} . Последние связывают между собой различные состояния одного и того же или нескольких объектов, используемых в деятельности организации. Это позволяет организовать взаимодействие различных бизнес-процессов, использующих указанные объекты.

Форма представления бизнес-правил зависит от предприятия: от текстовых файлов до баз данных в составе специализированных систем управления БПр, например, в среде проектирования бизнес-правил IBM Industry Models, в среде управления правилами ILOG, в среде управления требованиями к системам IBM Rational RequisitePro и т. п.

Этап 2. Дополнение сложившейся на предыдущем этапе системы правил экстернализованными (т.е. превращенными в явную форму) реляционными неявными зависимостями в соответствии с выражением (2). Неявные зависимости отражают свойства объектов контекста ЗБП, а также взаимосвязи между указанными свойствами. Реляционные неявные зависимости задают дополнительные ограничения на применение уже известных правил, полученных на первом этапе.

Явные и неявные зависимости разделяют по форме представления. Явные зависимости – это формализованные зависимости, представленные в символьном виде. Как было показано выше, при управлении бизнес-процессами такие зависимости обычно отражают особенности деятельности организации и представляются в форме бизнес-правил.

Неявные зависимости не могут быть непосредственно представлены в виде символов, потому что они отражают практический опыт исполнителей. Они определяют те действия, которые выполняет исполнитель в конкретных условиях, в которых выполняется бизнес-процесс, поэтому для выявления таких знаний превращение их в явную форму используют анализ логов (журналов регистрации событий) бизнес-процессов. Детальное описание структуры лога бизнес-процесса, а также его отдельных событий приведены в пояснении к рис. 1. Лог бизнес-процесса обычно содержится в текстовом или xml-файле.

В целом вопрос формализации реляционных неявных зависимостей выходит за рамки данной работы. Однако следует отметить, что в таких зависимостях не учтено изменение связей во времени и поэтому для их нахождения целесообразно использовать методы data mining.

Каждое из событий во входном журнале характеризуется значением атрибутов объектов контекста, используемых бизнес-процессом в соответствующий момент времени, как показано на рис. 2. Связи между объектами могут быть получены с помощью известных алгоритмов поиска ассоциативных правил, например Apriori. В результате выполнения данного этапа выявляют дополнительные связи между объектами контекста, которые изначально отсутствуют на множестве бизнес-правил предприятия.

После верификации полученных зависимостей бизнес-аналитиком их целесообразно рассматривать как утверждения об инвариантных особенностях деятельности предприятия, и поэтому они могут быть внесены в соответствующий набор бизнес-правил.

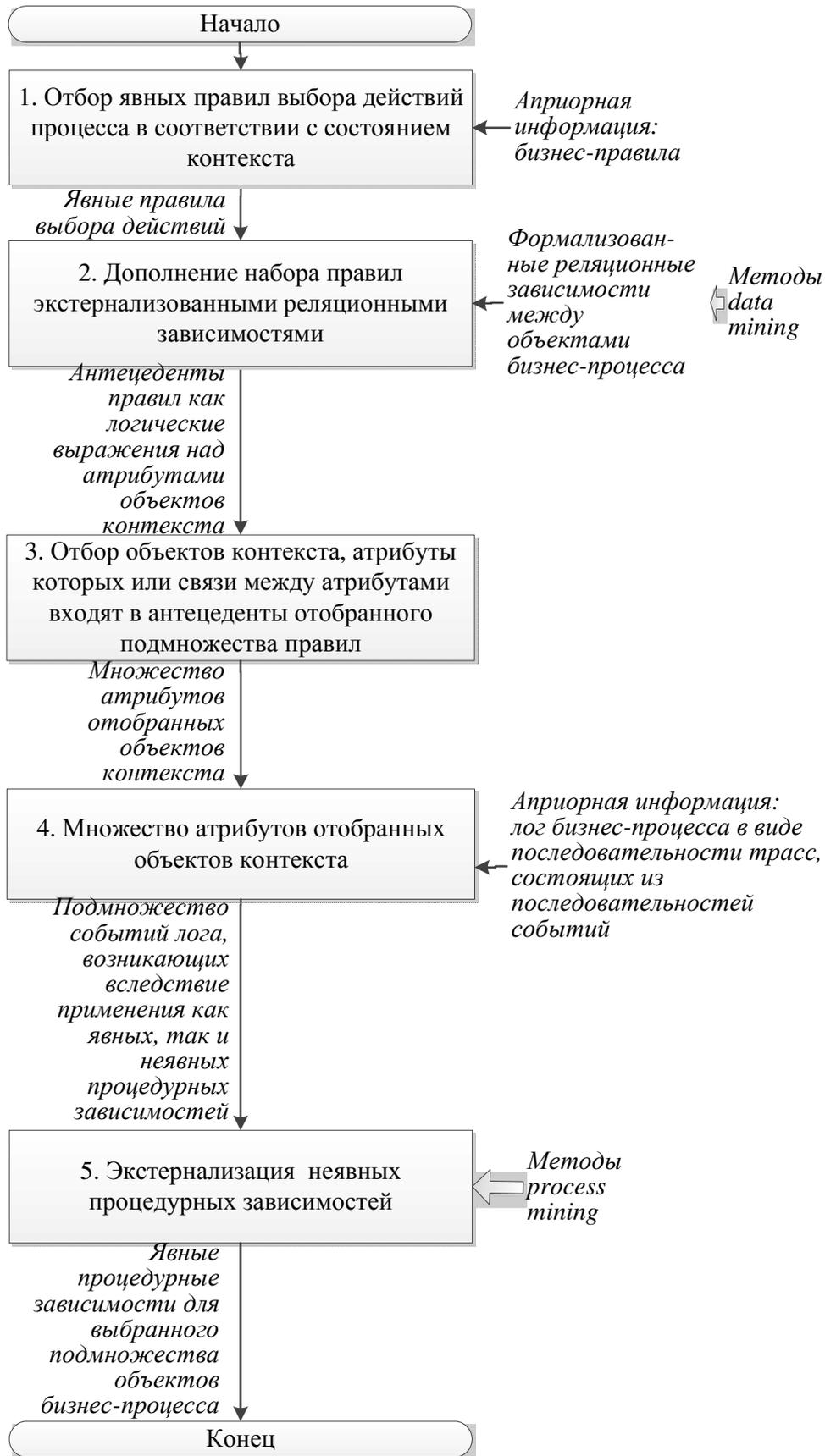


Рис. 2. Этапы подхода к экстернализации неявных зависимостей

Этап 3. Определение подмножества объектов контекста, атрибуты которых используют правила выбора действий процесса. Иными словами, от атрибутов событий, пример которых приведен на рис. 2, нужно перейти к атрибутам объектов (4). Отметим, что каждое событие содержит атрибуты различных объектов. Пример приведен в пояснении к рис. 2. Такие объекты и войдут в результирующее подмножество. Это позволит сформировать antecedent выявленных правил из атрибутов отобранных объектов контекста.

Неявные процедурные знания включают условия выполнения действий, которые могут быть истинными только в определенные моменты времени, то есть такие знания имеют темпоральную составляющую, и поэтому множество объектов контекста формируется как по темпоральным, так и по объектным признакам.

Этап 4. Фильтрация лога: выбор подмножества событий с атрибутами, соответствующими выбранным атрибутам объектов контекста. Из примера описания события, приведенного на рис. 1, видно, что каждое событие содержит значения атрибутов для конечного, обычно ограниченного, количества объектов контекста, поэтому отбор атрибутов является тривиальной задачей с практической точки зрения.

Этап 5. Определение (то есть преобразование в явную форму) неявных процедурных зависимостей (5), (6) методами process mining. В качестве входных данных выступает подмножество событий входного лога, отфильтрованное по определенным атрибутам на этапе 4. Поскольку действия процесса представлены своими атрибутами в описании событий лога (рис. 1), то для поиска процедурных зависимостей на основе анализа атрибутов событий также, как и на этапе 2, целесообразно использовать методы data mining.

Предложенный подход к построению представления процедурных знаний путем объединения явной и неявной составляющих направлен как на определение зависимостей, позволяющих эффективно решить практическую задачу, так и правил, которые обосновывают эффективность последовательности действий в конкретных ситуациях.

Дальнейшее развитие подхода связано с организацией логического вывода на явных и формализованных неявных процедурных знаниях с целью определить эффективные, зависящие от контекста последовательности действий ЗБП.

Выводы

Выполнен анализ особенностей неявных процедурных зависимостей ЗБП.

Показано, что такие зависимости определяют ограничения на выбор действий процесса, а также дополнительные условия для выполнения нетипичных последовательностей действий с целью решить функциональную задачу, для решения которой назначен знание-емкий бизнес-процесс.

Предложена модель неявных процедурных зависимостей знание-емкого бизнес-процесса, содержащая правила выбора действий процесса в одном из следующих состояний процесса с учетом условий текущего состояния контекста бизнес-процесса, а также ограничений на выполнение действий процесса.

Предложен подход к формализации неявных процедурных зависимостей знание-емкого бизнес-процесса на основе анализа его лога. Подход предполагает поэтапное дополнение явных правил выбора действий процесса формализованными неявными процедурными зависимостями.

Полученные модель и подход служат теоретической основой для построения контекстно зависимого представления неявных знаний. Такое представление позволяет выполнить экстернализацию неявных зависимостей бизнес-процесса путем анализа атрибутов событий его логов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Weske M. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures / M. Weske. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. – 403 p.
2. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Д. Чампи ; пер. с англ. Ю. Е. Корнилович. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2006. – 288 с.
3. Van der Aalst Wil M. P. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes / Wil M. P. van der Aalst. – Springer Berlin Heidelberg, 2011. – 352 p.
4. Van der Aalst Wil M. P. Process Mining in the Large: A Tutorial / Wil M. P. van der Aalst // Business Intelligence. – Springer Science + Business Media. – 2014. – P. 33 – 76.
5. Gronau N. Modeling and Analyzing knowledge intensive business processes with KMDL: Comprehensive insights into theory and practice (English) / N. Gronau. – Gito, 2012. – 522 p.
6. Process Mining: Discovering and Improving Spaghetti and Lasagna Processes [Электронный ресурс] / Wil M. P. van der Aalst // IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining, Paris, France. – April, 2011. – Режим доступа: <http://www.wis.win.tue.nl/~wvdaalst/publications/p615.pdf>.
7. Görg C. Visual Representations / C. Görg, M. Pohl, E. Qeli, K. Xu // Human-Centered Visualization Environments. – Springer Science + Business Media. – 2007 – P. 163 – 230.
8. Vaculin R. Declarative business artifact centric modeling of decision and knowledge intensive business processes / R. Vaculin, R. Hull, T. Heath, C. Cochran, A. Nigam, P. Sukaviriya // 15th IEEE IntConf on Enterprise Distr. Object Computing. – 2011. – P. 151– 160.
9. Gronau N. A Proposal to Model Knowledge in Knowledge-Intensive Business Processes / N. Gronau, C. Thim, A. Ullrich, G. Vladova, E. Weber // BMSD.-Rhodes, Greece. – 20-22 June 2016. – Vol. 16. – P. 98 – 103.
10. McInerney C. Knowledge Management and the Dynamic Nature of Knowledge / C. McInerney // Journal of the American Society for Information Science and Technology. – 2002. – № 53 (12) . – P. 1009 –1018.
11. Dalkir K. Knowledge Management in Theory and Practice / K. Dalkir. – MIT Press, 2011. – 477 p.
12. Nonaka I. The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation / I. Nonaka, H. Takeuchi. – Oxford University Press, 1995. – 284 p.
13. Smith E. A. The role of tacit and explicit knowledge in the workplace / E. A. Smith // Journal of Knowledge Management. – 2001. – № 5 (4). – P. 311 – 321.
14. Principles for implicit learning [Электронный ресурс] / A. Cleeremans // Séminaire de Recherche en Sciences Cognitives. – 1996. – Режим доступа: <http://axc.ulb.be/uploads/2015/11/96-principles.pdf>.
15. Gascoigne N. T. Tacit knowledge / N. Gascoigne, T. Thornton. – Acumen, 2013. – 207 p.
16. Collins H. Tacit and Explicit Knowledge / H. Collins. – The University of Chicago Press, 2010. – 186 p.
17. Business Artifacts with Guard-Stage-Milestone Lifecycles: Managing Artifact Interactions with Conditions and Events [Электронный ресурс] / R. Hull, E. Damaggio, R. De Masellis // Preprint to appear in Intl. Conf. on Distributed Event-Based Systems (DEBS), – 2011. Режим доступа: <http://researcher.watson.ibm.com/researcher/files/us-hull/Hull-et-al-on-GSM-in-DEBS-2011-preprint.pdf>.
18. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению / К. Вигерс. – М. : Русская Редакция, 2004. – 576 с.

Чалая Оксана Викторовна – к. э. н., доцент, доцент кафедры информационных управляющих систем, e-mail: oksana.chala@nure.ua.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники.