

УДК 519.7

В.М. Левыкин, О.В. Чалая

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков*

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА КОНТЕКСТА ЗНАНИЕ-ЕМКИХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

*Предложена информационная технология интеллектуального анализа контекста знание-емких бизнес-процессов, которая включает в себя фазы выявления артефактов контекста, построения иерархии артефактов, построения жизненного цикла артефактов. В качестве входных данных технологии используются логи (журналы регистрации событий) соответствующих бизнес-процессов. Предложен метод построения жизненного цикла артефакта контекста бизнес-процесса, который включает шаги выделения паттернов артефактов, построения модели жизненного цикла артефакта, дополнения паттернов жизненного цикла связями с другими артефактами. Предлагаемые метод и технология обеспечивают возможность экстернализации и последующего использования неявных знаний исполнителей, которые оказывают влияние на ход выполнения процесса.*

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

### Введение

Методы интеллектуального анализа процессов предназначены для построения моделей бизнес-процессов на основе анализа их журналов регистрации событий (логов) [1,2]. При моделировании бизнес-процесса (БП) задается его поведение в виде workflow - графа, описывающего последовательность его действий, а также причинно-следственных связей между этими действиями [3]. Однако указанные действия представляют ценность для пользователя лишь в определенном контексте, связанном с обработкой и преобразованием необходимых для него данных. Такие данные описывают множество взаимодействующих с БП объектов – как виртуальных, так физических [4]. Объекты могут выступать в роли ресурсов и результатов работы процесса, могут использоваться процессом и влиять на ход процесса, также одновременно использоваться в рамках нескольких процессов. Совокупность таких объектов задает контекст выполнения бизнес-процесса.

Особенно актуальной проблема выделения объектов контекста, а также циклов их обработки при выполнении последовательности действий процесса является для знание-емких бизнес-процессов (ЗБП) [5].

Знание - емкие бизнес-процессы (ЗБП) относятся к классу адаптируемых на основе организационных знаний бизнес-процессов [6]. Знания, входящие в состав ЗБП, связывают последовательность действий процесса с контекстом их выполнения.

Моделирование поведения объектов контекста ЗБП реализуется в рамках основанного на артефактах (artifact-centered) подхода [7 - 9]. Такой подход предполагает выделение артефактов (объектов бизнес-процесса) и их жизненного цикла в рамках рассматриваемого бизнес-процесса [7]. При построении моделировании артефакта создается описание его статических и динамических аспектов: информаци-

онная модель его атрибутов, а также модель его жизненного цикла.

Основанный на артефактах подход обычно используется при моделировании взаимодействия объектов, при синхронизации их состояний без явного задания последовательности действий по их обработке. В основном данный подход используется для бизнес-процессов, ориентированных на последовательную обработку, в которых ход действий процесса определяется последовательностью операций жизненного цикла объекта. В то же время в знание-емких бизнес-процессах последовательность действий определяется на основе знаний о поведении и обработке артефактов. Эти знания отражают типовые шаблоны действий над артефактами. Указанные шаблоны могут быть получены на основе анализа логов знание-емких бизнес-процессов и в дальнейшем включены в традиционную workflow – модель с целью повышения адекватности последней. Однако для выделения таких знаний необходимо получить модели артефактов контекста, а также связи между этими артефактами, соответствующие описанному в логе процесса поведению. Изложенное определяет актуальность проблемы интеллектуального анализа контекста знание-емких бизнес-процессов.

**Целью** данной статьи является разработка технологии интеллектуального анализа контекста знание-емкого бизнес-процесса с тем, чтобы обеспечить возможность выделения методами майнинга причинно-следственных зависимостей, определяющих выбор действий процесса в конкретном контексте.

### Технология интеллектуального анализа контекста

Предлагаемая технология включает в себя следующие фазы:

**Фаза 1. Выделение контекста знание-емкого бизнес-процесса.** Описание этапов данной фазы приведено в табл. 1. На данной фазе выполняется

последовательное выявление элементов контекста со следующими видами связей:

- устойчивыми реляционными связями только между контекстными составляющими;
- причинно-следственными зависимостями между артефактами контекста действиями одного процесса;
- уникальные зависимости между артефактами, характерные для нескольких экземпляров процесса.

Связи первого типа задают интеграцию артефактов в рамках контекста. Эти связи не зависят от конкретных действий процесса и отражают общее знание о контексте выполнения бизнес-процесса. Такие зависимости входят в состав исходных условия для правил второго вида. Причинно-следственные связи второго типа определяют выбор действий процесса в зависимости от состояния его контекста. Эти зависимости могут быть включены в модель априорно, при ее построении. В таком случае знания о таких зависимостях являются явными. Также знания о зависимостях второго типа могут принадлежать исполнителям. На основе этих зависимостей они выбирают действия в конкретном контексте. Такие знания являются неявными.

Уникальные зависимости третьего типа характерны для ad-hoc, разовых процессов. Они могут содержать новые, перспективные подходы к решению

типовых задач. В большинстве случаев эти разовые решения основаны на использовании неявных знаний исполнителей.

**Фаза 2. Построение иерархии артефактов бизнес-процесса.** Описание этапов данной фазы приведено в табл. 2. На данной фазе выполняется последовательное уточнение групп атрибутов и установление связи между атрибутами и артефактами. В качестве входных данных используется онтология артефактов предметной области.

Цель данной фазы состоит в том, чтобы связать артефакты из онтологии атрибутами, которые записаны в логе процесса.

**Фаза 3. Построение жизненного цикла артефактов контекста бизнес-процесса.** На данной фазе выполняется метод построения жизненного цикла артефактов. Описание этапов данного метода приведено в табл. 3.

### Выводы

Предложена информационная технология интеллектуального анализа контекста знание-емких бизнес-процессов, которая включает в себя фазы выявления артефактов контекста, построения иерархии артефактов, а также выявления жизненного цикла артефактов на основе анализа логов соответствующих процессов.

Таблица 1

Основные этапы фазы 1 технологии

Наименование этапа	Исходные данные	Результат этапа
Этап 1. Предварительная обработка лога с целью выделить последовательности с искомыми контекстными зависимостями.	Лог; набор искомых атрибутов событий и подмножества допустимых значений для каждого атрибута.	Фрагменты логов, связанные с исходным контекстом
Этап 2. Выявление артефактов контекста, между которыми существуют статические взаимосвязи, путем сопоставления атрибутов событий фрагментов лога	Подмножества событий лога,	Подмножества артефактов контекста с потенциальными реляционными зависимостями между атрибутами
Этап 3. Выявление элементов контекста, которые влияют на последовательность действий процесса, путем выявления изменяющихся атрибутов для последовательностей событий	Набор артефактов контекста как результаты этапа 2	Набор атрибутов артефактов контекста, для которых могут существовать зависимости с действиями процесс
Этап 4. Сравнение результатов 2 и 3 этапов для различных наборов исходных данных целью выявить общие и уникальные для отдельных трасс элементы контекста	Результаты этапов 2 и 3	Подмножество атрибутов артефактов, общее для различных трасс процесса x БП, или же уникальное для отдельных трасс в случае ЗБП

Таблица 2

Основные этапы фазы 2 технологии

Наименование этапа	Исходные данные	Результат этапа
Этап 1. Предварительная обработка лога с целью выделить группы атрибутов, потенциально относящихся к одному объекту.	Лог; классификаторы атрибутов в составе лога	Набор подмножеств атрибутов лога
Этап 2. Дополнение онтологии артефактов атрибутами для выделенных в логе классификаторов	Набор подмножеств атрибутов лога, онтология артефактов предметной области	Дополненная размещенными в логе атрибутами онтология артефактов контекста
Этап 3. Отбор атрибутов, для которых не указаны артефакты контекста	Онтология с указанием атрибутов артефактов	Подмножество атрибутов, подлежащих дальнейшей классификации
Этап 4. Дополнение исходного подмножества атрибутов реляционными связями	Подмножество атрибутов, подлежащих дальнейшей классификации	Подмножество атрибутов артефактов, с реляционными связями
Этап 5. Классификация атрибутов по артефактам на основе сопоставления реляционных связей атрибутов и артефактов	Атрибуты артефактов, полученные из событий лога, с указанными реляционными связями.	Онтология артефактов с указанием атрибутов событий из лога для каждого артефакта

Таблиця 3

## Фази 3 построение жизненного цикла артефактов

Наименование этапа	Исходные данные	Результат этапа
Этап 1. Фильтрация лога: выделяются последовательности событий, связанных с обработкой заданного артефакта контекста.	Лог процесса; онтология артефактов; артефакт, для которого формируется жизненный цикл.	Подмножество событий лога, связанных с обработкой выделенного артефакта
Этап 2. Выявление паттернов поведения артефактов контекста: создания и удаления объектов, их последовательной и параллельной обработки, ветвления и слияния результатов обработки, синхронизации, циклического выполнения и ожидания обработки (хранения объектов)	Результаты этапа 1	Подмножества паттернов поведения артефакта
Этап 3. Построение модели жизненного цикла из паттернов поведения.	Паттерны обработки объекта	Модель жизненного цикла артефакта
Этап 4. Определение связей с другими артефактами при реализации ЖЦ артефакта	Модель ЖЦ, онтология артефактов	Связи между паттернами ЖЦ и онтологией артефактов

В процессе анализа контекста между артефактами выявляются статические реляционные связи, причинно-следственные связи, отражающие влияние состояния артефактов на ход процесса.

Предлагаемая технология создает условия для выявления неявных знаний исполнителей, которые оказывают влияние на ход выполнения процесса.

Результаты применения знаний исполнителей фиксируются в логе процесса, что и обеспечивает возможность их извлечения при наличии модели контекста и workflow - модели действий процесса.

Предложен метод построения жизненного цикла артефакта контекста бизнес-процесса, который включает шаги выделения паттернов артефактов, построения модели жизненного цикла артефакта, дополнения паттернов жизненного цикла связями с другими артефактами.

Последовательность обработки объектов в значительной степени зависит от их свойств и потому задает ограничения на допустимые последовательности действий процесса в целом. Однако рассмотренный процедурный подход не позволяет эффективно выделить циклы обработки важных для пользователя данных.

## Список литературы

1. Van der Aalst, W. M. P. *Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes* / W. M. P. Van der Aalst. – Springer Berlin Heidelberg, 2011. – 352 p.
2. Van der Aalst, W. M. P. *Process Mining in the Large: A Tutorial* / W. M. P. Van der Aalst // *Business Intelligence*. – Springer Science + Business Media, 2014. – P. 33–76.
3. Weske, M. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures* / M. Weske – 2nd ed. – Presented at Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. – 403 p.
4. Cohn, D. *Business artifacts: A data-centric approach to modeling business operations and processes* / D. Cohn, R. Hull // *Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering*. – 2009. – Vol. 32, № 3. – P. 1–7.
5. Gronau N. *KMDL-Capturing, Analysing and Improving Knowledge-Intensive Business Processes* / N. Gronau, C. Myller, R. Korf // *Journal of Universal Computer Science*. – 2005. – №11(4). – pp. 452- 472.
6. Gronau N. *Modeling and Analyzing knowledge intensive business processes with KMDL: Comprehensive insights into theory and practice* / N. Gronau –Taschenbuch . – 519 p.
7. Cohn, D. *Business artifacts: A data-centric approach to modeling business operations and processes* / D. Cohn, R. Hull // *Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering*. – 2009. – Vol. 32, № 3. – P. 1–7.

Надійшла до редколегії 23.02.2015

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

## ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ КОНТЕКСТУ ЗНАННЯ-ЄМНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

В.М. Левикін, О.В. Чала

Запропоновано інформаційну технологію інтелектуального аналізу контексту знання-ємних бізнес-процесів, яка включає в себе фази виявлення артефактів контексту, побудови ієрархії артефактів, побудови життєвого циклу артефактів. В якості вхідних даних технології використовуються логи (журнали реєстрації подій) відповідних бізнес-процесів. Запропоновано метод побудови життєвого циклу артефакту контексту бізнес-процесу, який включає кроки виділення паттернів артефактів, побудови моделі життєвого циклу артефакту, доповнення паттернів життєвого циклу зв'язками з іншими артефактами. Запропоновані метод і технологія забезпечують можливість екстерналізації і подальшого використання неявних знань виконавців, які впливають на хід виконання процесу.

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

## MINING OF CONTEXT OF KNOWLEDGE INTENSIVE BUSINESS PROCESSES

V.M. Levykin, O.V. Chala

A information technology of mining of context of knowledge-intensive business processes is proposed. the technology includes the phases of identifying the context of the artifacts, building a hierarchy of artefacts, building artifacts of the life cycle. The technology use logs (event logs) that are related to business processes. A method of constructing an artifact context of the business process life cycle, which includes the steps of selection of artifacts patterns, constructing a model of the artifact lifecycle additions bonds lifetime patterns with other artifacts. The proposed method and technology enable externalization and later use the implicit knowledge of performers that have an impact on the progress of the process.

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