

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЕРАРХИИ ШАБЛОНОВ В PROCESS MINING

*В статье рассмотрена проблема распознавания бизнес-процессов на основе технологии process mining. Предложен алгоритм распознавания с использованием шаблонов фрагментов процесса и журнала событий процесса. Алгоритм предполагает построение иерархии элементов бизнес-процесса на основе использования рассмотренных в статье базовых шаблонов фрагментов процесса, а также циклов.*

**Ключевые слова:** бизнес-процессы, процессный подход к управлению, шаблоны, журнал событий.

### Введение

**Постановка проблемы.** Процессный подход к управлению заключается в представлении деятельности предприятия в виде множества взаимодействующих бизнес-процессов (БП). Данный подход предполагает разработку моделей таких процессов на основе анализа текущего функционирования предприятия. Отметим, что используемые в настоящее время методологии структурного и объектно-ориентированного проектирования ориентированы на построение предварительно специфицированных моделей БП, корректировка которых во время функционирования бизнес-процесса связана со значительными трудностями. В то же время выполнение БП в реальных условиях, характеризующихся наличием внешних возмущений, требует сочетания традиционного процессного подхода с возможностью изменения структуры процесса на основе текущих данных. Иными словами, изменяющаяся внешняя среда, постоянная эволюция целей предприятия приводят к формированию бизнес-процессов с изменяемой структурой (БПИС). Последние являются более гибкими и менее структурированными по сравнению с традиционными workflow-процессами.

Такие бизнес-процессы характеризуются:

- изменением временных параметров и последовательности входящих в состав БПИС бизнес-процедур во время его функционирования;
- распределенностью БП между подразделениями предприятия;
- значительной степенью параллелизма;
- наличием временных, финансовых, материальных ограничений;
- взаимодействием нескольких групп процессов при функционировании БП.

В настоящее время для построения моделей бизнес-процессов используется ряд подходов, связанных с анализом документации на предприятии, интервьюированием сотрудников и т.п. Одним из важных подходов к построению моделей бизнес-процессов с изменяемой структурой является интеллектуальный анализ процессов (process mining), обеспечивающий возможности автоматизированно-

го построения моделей процессов (точнее, прототипов этих моделей).

**Анализ исследований и публикаций.** Интеллектуальный анализ процессов [1 – 3] заключается в построении модели бизнес-процесса на основе обработки журнала событий. Данный журнал событий отражает наборы событий, связанных с последовательностью реализации одного или нескольких взаимосвязанных бизнес-процессов. Иными словами, журнал событий содержит внешние проявления таких процессов. При этом каждая последовательность событий в журнале отражает последовательность выполнения процедур того или иного бизнес-процесса.

Рассматриваемый журнал событий может содержать события различной природы – произошедшие в различных компьютерах локальной сети, в различных подразделениях организации, с различными заказчиками (поставщиками). В то же время важной для моделирования процессов является лишь наличие событий, соответствующих конкретным ситуациям в рамках выполнения бизнес-процесса.

Вышеизложенное определяет актуальность проблемы автоматизированного формирования моделей бизнес-процессов с изменяемой структурой на основе анализа журнала событий указанных процессов.

**Постановка задачи.** Содержательно задача формирования модели бизнес-процесса на основе анализа журнала событий формулируется следующим образом.

Исходными данными задачи являются:

- многокомпонентное представление БП [2];
- множество шаблонов фрагментов БП;
- журнал событий, содержащий описание событий, которые отражают внешние проявления бизнес-процесса при его выполнении с привязкой ко времени.

Примерная структура журнала событий:

- наименование процесса;
- ярлык возникшей ситуации, обычно – наименование обрабатываемого документа;
- действие в рамках возникшей ситуации (например, оплата сырья, поставка комплектующих);
- событие, определяющее начало, окончание действия либо его промежуточные фазы;

- временные параметры события;
- исполнитель (человек либо программа).

На основании приведенных исходных данных необходимо разработать алгоритм формирования модели бизнес-процесса с изменяемой структурой.

### Использование шаблонов для распознавания фрагментов процесса в соответствии с технологией process mining

Для решения поставленной задачи рассмотрим особенности традиционных подходов к интеллектуальному анализу процессов.

Существующие подходы к анализу бизнес-процессов не выполняют предварительную обработку БП. В частности, не рассматриваются предварительно возможные сценарии выполнения БП, а также его структура. Поэтому результаты работы таких алгоритмов представляют собой модель процесса с множеством переходов, что значительно затрудняет ее понимание [1].

Отметим, что основной особенностью БПИС является взаимосвязь процедур процесса с ситуациями, в которых используется заданная последовательность процедур. Иными словами, можно сказать, что определенная функциональность реализуется с помощью заданной последовательности процедур в заданном контексте, определяемом текущей ситуацией.

Одним из подходов к распознаванию таких особенностей БПИС является подход, основанный на использовании онтологий предметной области [3]. Онтологии определяют иерархию понятий в предметной области. Такая иерархия понятий в конечном счете позволяет сформировать последовательности процедур процесса. Подход предполагает использование эксперта в данной предметной области и характеризуется значительными временными затратами на построение онтологий для сложных предметных областей.

Альтернативой рассмотренному является предлагаемый в данной статье подход, основанный на построении иерархии шаблонов выполнения фрагментов бизнес-процесса.

Анализ журнала событий заключается, во-первых, в нахождении типовых шаблонов для фрагментов процесса путем сравнения последовательности событий журнала, что позволяет найти зависимости между процедурами бизнес-процесса. На следующем шаге выстраивается второй уровень иерархии, отражающий взаимосвязь между шаблонами первого уровня. Таким образом, шаблоны нижнего уровня играют роль подпроцессов для второго уровня рассмотрения БП.

Для обоснования предложенного подхода рассмотрим более детально шаблоны фрагментов бизнес-процесса.

Шаблоны определяют фрагменты процессов, отражающих логические закономерности выполнения операций и, соответственно. Шаблон представ-

ляет собой «абстракцию конкретной формы, которая повторяется в неслучайном контексте» [4]. Контекст в данном случае можно интерпретировать как набор предположений о среде, в которой реализуется бизнес-процесс. Шаблоны позволяют выразить бизнес – требования средствами workflow – моделирования. Шаблоны являются контекстно-ориентированными, т.е. обычно описывают определенный сценарий в конкретном контексте, в котором семантика шаблона является очевидной.

Шаблоны БП основываются на шаблонах конструирования, каталогизированных в области объектно-ориентированного программирования, а также на элементарных шаблонах, выделенных группой стандартизации «The Workflow Management Coalition». Шаблоны БП подразделяются на следующие группы [4]: базовые; усовершенствованные шаблоны ветвления и синхронизации; структурные шаблоны; шаблоны с множеством экземпляров; шаблоны состояния; шаблоны отмены действий.

Базовые шаблоны определяют основные варианты ветвления бизнес-процессов. Рассмотрим логическое представление всех 5-ти базовых шаблонов.

**Шаблон 1.** Последовательность – определяет безусловный переход от одной процедуры бизнес-процесса к другой. Например, процедура «Отправка товаров» выполняется после процедуры «Оплата товара получателем». В графе, описывающем поток работ, последовательность бизнес-процедур обычно отображается стрелкой.

**Шаблон 2.** Параллельное разбиение (AND – разбиение) – определяет разбиение единого потока управления на множество параллельных потоков. Каждый параллельный поток реализуется в виде одной или нескольких последовательно выполняющихся процедур бизнес-процесса. Например, выполнение процедуры «Оплата за товар» позволяет параллельно выполнить две процедуры «Отгрузка товара» «Информирование клиента»

**Шаблон 3.** Синхронизация (AND – объединение) – определяет синхронизируемое слияние множества параллельных процессов (последовательностей процедур) в один поток управления, причем предполагается, что каждая входная ветвь синхронизатора выполняется только один раз. Например, сумма страхового возмещения может быть установлена только после проверки страхового полиса и оценки фактического ущерба.

**Шаблон 4.** Эксклюзивный выбор (XOR – разделение) – определяет выбор, в зависимости от управляющих данных, одной из нескольких ветвей реализации БП. Например, после процедуры «Определение суммы страхового возмещения» может быть выполнена либо процедура «Оплата страхового возмещения» либо процедура «Контакт с клиентом».

**Шаблон 5.** Простое слияние (OR – объединение) – определяет схождение нескольких альтернативных ветвей без синхронизации при условии, что ни одна из процедур, принадлежащих альтернатив-

ным ветвям, не выполнялась параллельно. Например, сохранение в архиве информации о запросе на страхование выполняется либо после оплаты страхового возмещения, либо после контакта с клиентом.

После детализации шаблонов, отражающих последовательность действий в рамках процесса, рассмотрим циклические действия с позиций выделения соответствующих множеств в журнале событий. С этой точки зрения можно выделить следующие признаки циклов:

- последовательность событий из нескольких элементов, которая повторяется  $k$  раз;
- последовательность событий из нескольких элементов, которая повторяется до выполнения некоторых (неизвестных заранее) условий;
- последовательность событий из одного элемента, которая повторяется  $k$  раз;
- последовательность событий из одного элемента, которая повторяется до наступления неизвестных заранее условий.

В соответствии с рассмотренной ранее классификацией шаблонов, обобщенный алгоритм распознавания процесса по журналу событий включает в себя следующие шаги:

1. Распознавание простых циклов.

На данном шаге выявляются циклы, состоящие из одного элемента. Выявленные циклы рассматриваются в дальнейших шагах как единые (неповторяющиеся) элементы процесса.

2. Распознавание сложных циклов.

Действия на данном шаге выполняются аналогично предыдущему шагу.

3. Распознавание последовательности действий.

На данном шаге выявленные ранее циклы рассматриваются как простые элементы последовательности. Результатом шага является 2-х уровневая иерархия распознанных на основе шаблонов фрагментов процесса.

4. Распознавание шаблонов 2-5.

На данном шаге выделенные последовательности и циклы рассматриваются как отдельные элементы процесса. Результатом данного шага является 3-й уровень иерархического представления процесса.

5. При наличии событий в журнале, связанных с данным процессом, шаги 1-4 повторяются.

В результате применения данного алгоритма получаем многоуровневое основанное на шаблонах формализованное представление бизнес-процесса.

## Выводы

На основании исследования особенностей шаблонов бизнес-процесса, а также журнала событий, отражающего результаты выполнения такого процесса, разработан алгоритм формирования модели процесса с использованием событий и шаблонов.

Алгоритм характеризуется итерационным выявлением наборов событий, отражающих, во-первых, циклы процесса, во-вторых, последовательности действий, в-третьих, слияние и разветвление действий.

Результатом работы алгоритма является иерархия фрагментов процесса, отражающая различную степень его детализации. Иными словами, фрагменты нижнего уровня играют роль подпроцессов по отношению к фрагментам верхнего уровня.

Предложенный алгоритм создает условия для автоматизированного построения моделей сложных бизнес-процессов на основе выделения знаний о структурных закономерностях событий в журнале событий таких процессов.

## Список литературы

1. Van der Aalst W. *Workflow Mining: Discovering Process Models from Event Logs* / W. Van der Aalst, A. Weijters, L. Maruster // *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.* – 2004. – 16 (9). – P. 1128-1142.
2. Логическая модель представления бизнес-процесса / В.М. Левикин, С.Ф. Чалий, Г.О. Кривчикова, С.М. Селезнев // *Бионика интеллекта.* – 2010. – № 1 (72). – С. 24-28.
3. De Medeiros A.K.A., *Semantic Process Mining Tools: Core Building Blocks* / A.K.A. de Medeiros, W. van der Aalst, C. Pedrinaci // *In: 16th European Conference on Information Systems.* – 2008. – P. 1953-1964.
4. Kiepuszewski B. *Expressiveness and Suitability of Languages for Control Flow Modelling in Workflows* (submitted) / B. Kiepuszewski // *PhD thesis, Queensland University of Technology.* – Brisbane, Australia, 2002.

Поступила в редколлегию 18.09.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Е.И. Кучеренко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

## ВИКОРИСТАННЯ ІЄРАРХІЇ ШАБЛОНІВ У PROCESS MINING

С.Ф. Чалий, Є.О. Богатов, Альшейх Алі Джаміль

*В статті розглянута проблема розпізнавання бізнес-процесів на основі технології process mining. Запропонований алгоритм розпізнавання з використанням шаблонів фрагментів процесу та журналу подій процесу. Алгоритм передбачає побудову ієрархії елементів бізнес-процесу на основі використання розглянутих у статті базових шаблонів фрагментів процесу, а також циклів.*

**Ключові слова:** бізнес-процеси, процесний підхід до управління, виявлення бізнес-процесів, журнал подій.

## USING A HIERARCHY OF TEMPLATES IN PROCESS MINING

S.F. Chaliy, E.O. Bogatov, Alsheyh Ali Djamil

*In this article the problem of recognition of business processes based on the technology process mining. An algorithm for pattern recognition using templates and snippets of the event log process. Algorithm assumes a hierarchy of elements of the business process through the use discussed in the article, the basic patterns of process fragments, as well as cycles.*

**Keywords:** business processes, process approach to management, identifying business processes, event logs.