

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ДЛЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДЕЙСТВИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

М.В. Виноградова¹, А.С. Ларионов²

¹ *Московский государственный технический университет имени Баумана Н.Э., Россия, Москва
vinogradova.m@bmstu.ru*

² *Московский государственный технический университет имени Баумана Н.Э., Россия, Москва
andreylar@mail.ru*

Аннотация. Решается задача построения моделей бизнес-процессов на основе информации о действиях пользователей для автоматизированного наполнения базы знаний информационной системы предприятия. Рассмотрены подходы к описанию бизнес-процессов в рамках различных моделей баз знаний. Предложена модель работы пользователя на основе раскрашенных сетей Петри. Разработаны методы ее построения из материалов базы знаний с применением конечных автоматов. Модель позволит выявлять ошибочные действия сотрудников и определять элементы базы знаний, требующие уточнения или детализации. Предложенные методы и модели повысят эффективность использования информационной системы предприятия.

Ключевые слова: управление знаниями, база знаний предприятия, бизнес-процессы, семантические сети, конечные автоматы, сети Петри, анализ последовательностей

BUILDING THE BUSINESS PROCESS MODELS FOR THE KNOWLEDGE BASE OF AN ENTERPRISE INFORMATION SYSTEM BASED ON THE ANALYSIS OF USER ACTIONS

M.V. Vinogradova¹, A.S. Larionov²

¹ *Bauman Moscow State Technical University, Russia, Moscow, vinogradova.m@bmstu.ru*

² *Bauman Moscow State Technical University, Russia, Moscow, andreylar@mail.ru*

Abstract. The problem of building of the business process models based on the analysis of user actions for automated filling the knowledge base of an enterprise information system is solved. The approaches to description of business processes for various knowledge base models are considered. The model of user work based on colored Petri nets is offered. The methods of its construction from the materials of the knowledge base using finite automata are developed. The model will allow to identify incorrect actions of employees and determine the elements of the knowledge base, which require clarification or detailing. The proposed methods and models will increase the efficiency of the enterprise information system.

Keywords: knowledge management, enterprise knowledge base, business processes, semantic networks, finite automata, Petri nets, sequence analysis

База знаний предприятия – важный инструмент для накопления знаний и профессиональных навыков сотрудников в рамках компании. Выступая надстройкой над основной информационной системой предприятия, она позволяет повысить эффективность работы предприятия и обеспечивать общую экономию средств. Постоянной проблемой построения баз знаний для крупных и быстро изменяющихся информационных систем оказываются затраты труда на поддержание их в актуальном состоянии. Трудоемкость одновременного полного описания предметной области может быть сравнима с основной деятельностью предприятия. Требуются методы и инструменты для определения того, какие элементы системы описывать в первую очередь и насколько подробно, а также для предоставления дополнительных сведений автору, заполняющему базу знаний.

Данная работа описывает один из элементов комплексного подхода к построению базы знаний предприятия, нацеленного на экономию усилий составляющих ее экспертов и предоставление пользователям наиболее полезной информации. В нашей предыдущей работе [1] предложены метод определения приоритетных материалов и методика оценки сокращения трудозатрат на заполнение

базы знаний. Настоящая статья предлагает модель для описания бизнес-процессов экспертами-составителями и методы анализа корректности выполнения этих бизнес-процессов пользователями системы.

Целью работы является построение подхода к описанию бизнес-процессов предприятия, позволяющего описывать их в читаемом для пользователей виде и одновременно создавать модель для алгоритмической проверки корректности выполнения бизнес-процессов в основной информационной системе предприятия.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть подходы к описанию бизнес-процессов предприятия в различных моделях баз знаний;

- опираясь на ранее предложенный подход к учету и анализу элементарных действий пользователей, описать модель базы знаний;

- разработать подход к формальному описанию бизнес-процессов экспертами в человеко-читаемом виде, результаты которого можно использовать для алгоритмического анализа действий пользователей, с помощью моделей конечных автоматов и сетей Петри;

- предложить метод анализа корректности выполнения бизнес-процессов в основной информационной системе предприятия с помощью анализа последовательностей действий пользователей и построения на их основе сетей Петри.

Предложенные модели и методы облегчают работу экспертов, заполняющих базу знаний, и обеспечивают более качественное составление материалов для нее. Методы на основе сетей Петри активно применяются как для моделирования работы самих производственных систем, так и для анализа корректности правил баз знаний. Новизна рассматриваемого подхода заключается в возможности для экспертов одновременно создавать человекочитаемые материалы для базы знаний и инструменты для алгоритмического анализа реального взаимодействия пользователей с основной информационной системой предприятия.

Существующие подходы к построению баз знаний весьма разнообразны, но их возможно разделить на два семейства. Относящиеся к первому описывают то, из каких объектов и понятий состоит рассматриваемая предметная область. Подходы из второго семейства описывают закономерности функционирования предметной области. В свою очередь, для решения конкретных задач каждый из подходов часто модифицируется, например, добавлением нечеткой логики или применением гибридных моделей.

Подходы, описывающие объекты и понятия предметной области, можно назвать онтологическими. Наиболее распространенными из них являются описание баз знаний с помощью семантических сетей или фреймовой модели.

Модель семантической сети – это система представления знаний, описывающая предметную область в виде ориентированного графа, узлы которого соответствуют понятиям и объектам, а дуги – отношениям между понятиями и объектами. Наиболее важными для вывода новых знаний отношениями являются отношения включения или совпадения и отношение «целое – часть». Узлы графа, описывающие частные понятия, наследуют свойства более общих категорий, что позволяет получить о них дополнительную информацию. Запросы к базе знаний представляются в виде фрагмента семантической сети с использованием тех же названий узлов и связей, что и в основной сети. Осуществляя поиск по графу, возможно выявить истинность утверждения в запросе или составить список узлов, соответствующих условию.

Фреймовая модель – это система представления знаний, описывающая предметную область в виде множества взаимосвязанных фреймов. Фреймом

называется структура для описания понятия предметной области, где значимые атрибуты этого понятия и их значения образуют упорядоченную структуру слотов. Имя слота соответствует конкретному типу атрибута, а значение слота может быть экземпляром этого атрибута, либо ссылкой на другой фрейм. Запросы к базе знаний и механизм логического вывода основаны на обмене значениями между одноименными слотами различных фреймов и выполнении присоединенных к слотам процедур «если-добавлено», «если-удалено» и «если-нужно».

Подходы, описывающие закономерности предметной области, наиболее часто используют логическую или продукционную модели описания баз знаний.

Логическая (предикатная) модель – это система представления знаний с помощью формального языка. Слова языка делятся на термы, описывающие понятия изучаемой предметной области с их свойствами, и предикаты, описывающие отношение между термами и принимающие значения "истина", если это отношение имеется, или "ложь", если оно отсутствует. В зависимости от уровня языка предикатов также используются различные кванторы, ограничивающие области истинности предикатов. Логический вывод новых знаний – это процесс получения новой формулы из множества известных предикатных формул путем применения одного или нескольких правил вывода. Наиболее простой метод логического вывода использует только одно правило вывода, называемое резолюцией. Запрос к базе знаний строится как постулирование одного или нескольких отношений и проверка их истинности от противного.

Продукционная модель – это система представления знаний, описывающая закономерности предметной области с помощью правил «условие → реакция». Под условием понимается некий факт известный базе знаний, а под реакцией – набор действий, выполняемых при его обнаружении. Математически продукционные правила можно описать упорядоченной тройкой множеств (1):

$$P = \langle C, A, D \rangle, \quad (1)$$

где C – условие правила; A – множество добавляемых правилом фактов; D – множество удаляемых правилом фактов.

Общим для систем продукций является то, что они состоят из трех основных элементов: набора правил; рабочей памяти, где хранятся известные факты и результаты выводов; механизма логического вывода, использующего правила в соответствии с содержимым рабочей памяти. Как и для предикатной модели возможен прямой и обратный вывод новых знаний и различные методы разрешения противоречий в правилах. Запрос к базе знаний строится как последовательная обратная проверка правил, позволяющая проверить истинность интересующего пользователей множества фактов.

Первоочередной задачей базы знаний предприятия является обеспечение рядовых пользователей справочной информацией в удобном виде. Базы знаний, построенные на основе закономерностей предметной области, с большой вероятностью содержат противоречия в своих правилах, если количество описываемых объектов достаточно велико. Это затрудняет их применение для описания крупных баз знаний. Поэтому мы обратились к построению базы знаний онтологического типа. Бизнес-процессы и объекты, которые планируется документировать, имеют статичные наборы атрибутов, но разнообразные отношения между элементами, которые сложно обобщить в ограниченное количество типов объектов. Это делает семантические сети предпочтительными перед фреймовой моделью с точки зрения наглядности.

В предыдущей статье [1] рассмотрен подход к построению базы знаний производственного предприятия, в которой объекты сгруппированы в соответствии с

наиболее частыми типами обращений пользователей. Тогда модель базы знаний представлена следующей парой (2):

$$Q = \langle V, P \rangle, \quad (2)$$

где $V = A \cup B \cup C$ – множество статей (материалов) базы знаний;

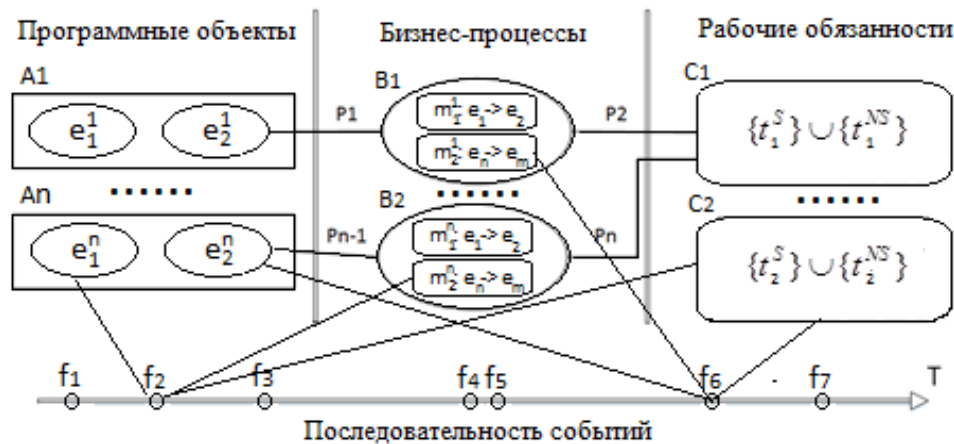


Рис. 1. Иллюстрация модели базы знаний и ее связи с треками действий пользователей

$A = \{a_i\}$ – множество материалов по программным объектам системы (документы, справочники и т.д.), каждый из которых состоит из множества информационных элементов: $a_i = \{e_j^i\}$, $e_j^i \in E$;

$B = \{b_i\}$ – множество материалов по бизнес-процессам, которые описываются как последовательности действий (сценарии) по преобразованию информационных элементов: $b_i = \langle \dots, m_p^i, \dots, m_q^i \rangle$, $m_j^i: \{e_k\} \rightarrow \{e_l\}$;

$C = \{c_i\}$ – множество материалов по задачам пользователей, возникающим при пересечении нескольких бизнес-процессов ($t_i^S \in T^S$), и материалы, задействованные в нескольких бизнес-процессах ($\{t_i^{NS}\} \in T^{NS}$): $c_i = \{t_i^S\} \cup \{t_j^{NS}\}$.

$P = \{p_{ij}\}$ – множество связей между материалами базы знаний всех типов: $p_{ij} = \langle v_i, v_j \rangle$, $v_i, v_j \in V$.

Описанные разновидности материалов формируют онтологию, позволяющую объединить информацию о конкретных объектах системы, общих концепциях предметной области и связях тех и других.

Новые материалы в базу знаний добавляют эксперты-составители. Предполагается, что они обладают глубокими знаниями в предметной области, порядке выполнения бизнес-процессов, а также методах решения возникающих нештатных ситуаций. С другой стороны, экспертам неизвестно, как пользователи основной информационной системы (сотрудники предприятия) фактически взаимодействуют с ней. Аналитическая подсистема базы знаний предназначена именно для сбора и визуализации этих данных.

В качестве примера информационной системы, являющейся основой для базы знаний, используются продукты программной платформы 1С: Enterprise [2], применяемые для автоматизации различных областей деятельности предприятий. Платформой хранения человеко-читаемой информации базы знаний выступает Semantic MediaWiki. Это распространенный и одновременно мощный инструмент для хранения материалов, организованных по принципу семантической сети. Благодаря встроенным механизмам логирования, такое сочетание обеспечивает аналитическую подсистему данными о последовательностях элементарных взаимодействий пользователей с объектами основной системы (открытия экранных форм, перевод документов в новый статус и т.д.) и материалами базы знаний. Графовая структура

отображения основной системы в базе знаний позволяет моделировать одновременное взаимодействие с ней множества пользователей.

Рассмотрим множество элементарных взаимодействий пользователей с основной системой F , упорядоченное по времени. При необходимости можно выделить последовательности элементарных событий отдельно для каждого пользователя (трек действий i -го пользователя), либо объекта системы за определенный период времени (3):

$$F^i = \{\dots, f_p^i, \dots, f_q^i\}, \quad (3)$$

где $p < q$.

В свою очередь, каждое элементарное взаимодействие с основной информационной системой для выполнения определенного типа действия $d_l' \in D'$, связанного с элементом $e_l \in E$ в момент времени t_l и выполненного пользователем $u_l \in U$ в можно описать следующим образом (4):

$$f_q^i = \langle t_l, d_l', e_l, u_l \rangle. \quad (4)$$

Поскольку объекты базы знаний образуют графовую структуру [3], отображающую устройство основной информационной системы, то каждому ее материалу P^i можно сопоставить уникальные подмножества связанных с ними свойств элементарных событий $D_{pi}' \in D'$, $E_{pi}' \in E$, $U_{pi}' \in U'$. Эти подмножества оказываются полезными для сопоставления действий пользователей с объектами базы знаний алгоритмическими методами.

При построении основной системы на базе платформы 1С: Enterprise в журнале регистрации хранится информация о типах фиксируемых действий D' , экземплярах объектов E' , с которыми они связаны, и времени каждого события t_l . Материалы базы знаний, принадлежащие множеству A , описывают объекты (документы, справочники) основной информационной системы из множества E . Поскольку каждое элементарное взаимодействие f_q^i относится к конкретному объекту основной информационной системы $e_l \in E$, то его можно прямо соотнести с соответствующим материалом базы знаний $a_l \in A$. Сопоставление же событий F^i с материалами базы знаний B , описывающими бизнес-процессы, производится с помощью аналитического аппарата базы знаний.

Рассмотрим метод преобразования человеко-читаемого описания бизнес-процессов предприятия в формальную модель. В настоящее время существует целый ряд методологий и языков описания бизнес-процессов. Среди них следует выделить два основных подхода: диаграммы потоков данных и диаграммы рабочих процессов. Эти подходы используются совместно, описывая бизнес-процессы на обобщенном и детальном уровнях. Для целей нашей работы требуется подробное описание шагов бизнес-процесса, поэтому подмножество элементов базы знаний, их описывающее, будет составлено в формате диаграммы рабочих процессов. Бизнес-процессы, записанные в специализированных нотациях, требуют от пользователей базы знаний понимания этой нотации. В противном случае экспертам-составителям потребуется совершать двойную работу, создавая и специализированные нотации, и человеко-читаемые материалы. Общим недостатком существующих языков описания бизнес-процессов является сложность анализа построенных моделей алгоритмическими методами.

Для упрощения создания человеко-читаемых материалов и обеспечения алгоритмических моделей исходными данными принято решение описывать материалы базы знаний из множества B , описывающие бизнес-процессы, в формате языка Gherkin, синтаксис которого удобен для построения на их основе конечных

автоматов. Язык Gherkin – это инструмент описания информационных систем согласно методологии «разработки через поведение» (behavior-driven development). Он позволяет описывать поведение системы в форме частично-структурированных сценариев на естественном языке. Такая форма записи человеко-читаемых материалов позволяет фиксировать наиболее важные для пользователей части бизнес-процессов в первую очередь. Пример краткого сценария на языке Gherkin выглядит следующим образом:

Сценарий: [Наименование]

ДАНО [Свойство начального состояния $Q_i \in Q$]

И [Свойство начального состояния $Q_j \in Q$]

КОГДА [Событие $D_i \in D$]

ТОГДА [Свойство конечного состояния $Q_k \in Q$]

И [Свойство конечного состояния $Q_m \in Q$].

КОГДА [Событие $D_m \in D$] ИЛИ [Событие $D_n \in D$]

ТОГДА [Свойство конечного состояния $Q_p \in Q$]

И [Свойство конечного состояния $Q_r \in Q$].

Эксперту при составлении сценария на языке Gherkin для события $D_i \in D$ в разделе КОГДА необходимо привести текстовое описание события и сопоставить ему ссылку на тип элементарного события $D'_i \in D'$ из списка фиксируемых в основной информационной системе. Если в сценарии присутствует несколько разделов ТОГДА, то требуется пометить эквивалентные состояния. Таким образом, каждый материал базы знаний, описывающий бизнес-процесс в виде сценария на языке Gherkin, содержит информацию на двух уровнях. Во-первых, он предоставляет удобную для чтения информацию обычным пользователям, а во-вторых, разметку для генерации формальных моделей в целях дальнейшего анализа.

Рассмотрим механизм преобразования сценария S на языке Gherkin в конечный автомат S' , представленный следующей пятеркой (5):

$$S' = \langle V, Q', q_0, F, \delta \rangle, \quad (5)$$

где V – входной алфавит, воспринимаемый конечным автоматом; Q' – множество внутренних состояний; q_0 – начальное состояние $q_0 \in Q'$; F – множество заключительных состояний $F \in Q'$; δ – функция переходов.

В сценарии S на языке Gherkin события $D'_i \in D'$ обозначают условия перехода системы между состояниями. Аналогичным образом их можно интерпретировать и для конечного автомата S' . Ранее мы сопоставили текстовые описания событий $D_i \in D$ с типами элементарных событий $D'_i \in D'$ из основной информационной системы. В таком случае входной алфавит V конечного автомата S' оказывается аналогичен множеству фиксируемых событий D' .

Текстовые описания состояний системы из разделов ДАНО и ТОГДА прямо транслируются в множество внутренних состояний Q' конечного автомата. Каждому разделу ДАНО и ТОГДА соответствует собственное внутреннее состояние $q_j \in Q'$, если эксперт непосредственно не указал, что оно эквивалентно $q_i \in Q'$, которое описано ранее. Раздел ДАНО, как правило, является единственным в сценарии и отображается в начальное

состояние $q_0 \in Q'$. Множество разделов ТОГДА, после которых нет разделов КОГДА, образуют множество заключительных состояний $F \in Q'$.

После преобразования разделов сценария S во внутренние состояния и входной алфавит конечного автомата S' автоматически формируется функция переходов δ на основе последовательности разделов. Предыдущий раздел ДАНО или ТОГДА определяет начальное состояние $q_m \in Q'$, а последующий – конечное состояние $q_n \in Q'$. Тип элементарного события $D'_i \in D'$, указанного в разделе КОГДА, становится управляющим символом $v_n \in V$ для перехода между состояниями q_m и q_n .

В результате подобных преобразований на основе человекочитаемого описания бизнес-процесса в базе знаний можно получить его формальную модель в виде конечного автомата, пригодного для дальнейшего алгоритмического анализа.

Для построения сети Петри на основе конечного автомата был разработан алгоритм, основанный на методе из статьи [4], в которой показано, что любой конечный автомат может быть преобразован в безопасную не избыточную сеть Петри, граф достижимости которой совпадает с начальным устройством конечного автомата. Структура бизнес-процессов, описанная экспертами-составителями, в базе знаний является образцом их правильного выполнения. Модель сети Петри, полученная на их основе, на следующем этапе потребуется для проверки корректности действий обычных пользователей. Следует также отметить, что описание бизнес-процесса в виде сети Петри позволяет проанализировать достижимость его состояний и возможность дальнейшей минимизации структуры.

После получения образцовых моделей бизнес-процессов их можно использовать для проверки корректности действий пользователей в реальной практике. Для этого требуется сравнить составленные экспертами модели сетей Петри с моделями, полученными путем анализа журналов основной информационной системы. В статье [5] описывается метод генерации модели сети Петри непосредственно из множества упорядоченных во времени событий.

В нашем случае располагаем набором данных об элементарных взаимодействиях множества пользователей с основной информационной системой $F^i = \{\dots, f_p^i, \dots, f_q^i\}$, где $p < q$. Как отмечено ранее, для каждого из них известен момент времени t_l , тип действия $d'_i \in D'$, экземпляр связанного элемента основной информационной системы $e_l \in E$ и пользователь, его выполнивший $v_l \in V$ (5).

Для создания модели сети Петри требуется информация о типе каждого действия $d'_i \in D'$ и их временной последовательности. Однако, чтобы ее структура оказалась релевантной, требуется предварительный отбор экспертом-аналитиком подмножества событий $F_n \in F^i$, ограниченного по периоду и типам свойств составляющих его элементов. Платформа 1С: Enterprise позволяет создать удобный интерфейс для отбора элементов подмножества и последующей их выгрузки для обработки в базу знаний.

Рассмотрим алгоритм генерации сети Петри на основе подмножества событий F_n . Сеть Петри представлена следующей четверкой (6):

$$S = \langle P, T, I, O \rangle, \quad (6)$$

где $P = \{p_1, p_2, \dots, p_{n-1}, p_n\}$ – конечное множество позиций, $n \geq 0$; $T = \{t_1, t_2, \dots, t_{k-1}, t_k\}$ – конечное множество переходов, $k \geq 0$; $I: T \rightarrow P^*$ – входная функция – отображение из переходов в комплекты позиций; $O: P^* \rightarrow T$ – выходная функция – отображение из комплектов позиций в переходы.

Первым этапом анализа множества событий F_n является построение частотной таблицы, в которой показано, с какой вероятностью отдельные типы событий $d'_i \in D'$ и их последовательности могут следовать друг за другом. Если множество F_n содержит

события прохождения одним пользователем единственного бизнес-процесса, то множество ненулевых частот переходов непосредственно задает последовательность его действий. В случае наличия внутри множества F_n событий из нескольких экземпляров одного бизнес-процесса или событий различных бизнес-процессов, требуется дополнительный анализ для выделения отдельных конкурирующих потоков событий и информационного шума.

В свою очередь, внутри каждого потока требуется выделить причинно-связанные события. Указанием на связь событий $A \in F_n$ и $B \in F_n$ является превышение суммы вероятностей P их последовательного появления определенного порога Z (7):

$$P = P(AB) + P(BA) > Z. \quad (7)$$

Следующим этапом анализа является расчет энтропии $E(S)$ для каждой последовательности событий S . Если за последовательностью BA всегда следует событие C , то $E(BA) = 0$ и, в обратном случае, если за последовательностью BA может с равной вероятностью следовать любое событие из множества F_n , то $E(BA) = 1$. Предельно допустимые значения энтропии $EntLim(N)$ полезны для поиска разделения потока событий на N веток. Если общее число возможных типов событий Q , то значения предельных значений энтропии определяются следующим уравнением (8):

$$EntLim(N) = \log_Q(N). \quad (8)$$

Чем ближе значение энтропии к предельному значению, тем вероятнее, что последовательность разделяется на несколько веток.

События множества F_n образуют множество переходов T генерируемой сети Петри C . После того, как для событий множества F_n оказываются выявлены причинные последовательности и определены разветвления, между каждой парой последовательных событий следует вставить позицию $p_i \in P$. Вместе они формируют множество позиций P сети Петри C . В результате определения структуры множеств T и C получаем набор входных функций I и выходных функций O сети Петри C . Таким образом, в результате анализа множества событий F_n формируется готовая модель сети Петри, основанная на записях журналов о действиях пользователей.

Далее следует сравнить структуру полученной сети Петри с эталонным образцом, разработанным на основе описания бизнес-процессов экспертами-составителями. Основными методиками проверки корректности действий пользователей оказываются визуальное сравнение структуры сетей и пошаговое отображение экземпляров бизнес-процессов, выполненных конкретными пользователями. Если последовательность изменений состояния эталонной сети Петри отличается от полученной путем анализа действий пользователей, то в их практической деятельности присутствуют ошибки.

Предложенный в работе подход к описанию и анализу бизнес-процессов развивает предлагаемую авторами концепцию базы знаний предприятия [1]. Материалы в базе знаний хранятся в удобном для чтения пользователями виде и одновременно имеют наборы метаданных, позволяющие их анализ алгоритмическими методами. Человеко-читаемые материалы хранятся с помощью готовых программных средств, а для работы с метаданными требуется использовать специальные инструменты. Эти инструменты решают три взаимосвязанные задачи: сбор и хранение записей об элементарных взаимодействиях пользователей с объектами основной информационной системы, автоматизированный алгоритмический анализ этих записей и взаимодействие с экспертом через специализированный интерфейс.

Описание бизнес-процессов в базе знаний на языке Gherkin и одновременная их разметка по типам связанных событий в основной информационной системе позволяет

автоматически преобразовывать человеко-читаемые материалы в формальную модель конечного автомата, а затем и сеть Петри. Созданная таким образом формальная модель является эталоном описания корректного выполнения бизнес-процессов. Программная платформа 1C: Enterprise предоставляет возможность журналирования множества элементарных взаимодействий пользователей с основной информационной системой предприятия. Анализ этих взаимодействий позволяет сформировать модель сети Петри, отображающую реальную практику работы сотрудников. Сравнение структуры формальных моделей, построенных экспертами и сгенерированных путем анализа действий пользователей, позволяет выявить ошибки в выполнении бизнес-процессов.

Предложенные модели и методы позволяют существенно сократить трудозатраты экспертов-составителей на основе автоматизации построения и анализа моделей бизнес-процессов. Дальнейшее развитие предложенного подхода к анализу данных позволяет обрабатывать полученные результаты, использовать накопленные данные о действиях пользователей для предсказания возможных рисков в работе предприятия.

Библиографический список

1. Vinogradova M.V., Larionov A.S. Building an Knowledge Base of a Company Based on the Analysis of Employee's Behavior // Cyber-Physical Systems: Industry 4.0 Challenges. Springer. Cham. 2020. pp. 327-340.
2. 1C: Enterprise platform. Business automation, consulting and support. [2019] URL: <https://rarus.ru/en>. (дата обращения: 20 апреля 2021).
3. Gapanyuk Y. The Metagraph Multiagent System Based on the Semantic Complex Event Processing // Procedia Computer Science. 2020. T. 169. pp. 137-146.
4. Cortadella J. et. al. Deriving Petri nets from finite transition systems // IEEE transactions on computers. 1998. T. 47. №. 8. pp. 859-882.
5. Cook J. E. et al. Discovering models of behavior for concurrent workflows // Computers in industry. 2004. T. 53. №. 3. pp. 297-319.