

В.М. Левыкин, О.В. Чалая

Модель жизненного цикла знание-емкого бизнес-процесса

Усовершенствована типовая модель процессного жизненного цикла применительно к знание-емким бизнес-процессам. Модель отличается от существующих проведением адаптации и модернизации бизнес-процесса параллельно с его выполнением на основе новых зависимостей между действиями и используемыми объектами.

Удосконалено типову модель процесного життєвого циклу для знання-ємних бізнес-процесів. Модель відрізняється від існуючих проведенням адаптації та модернізації бізнес-процесу паралельно з його виконанням на основі нових залежностей між діями і використаними об'єктами.

Введение. Процессный подход к управлению предприятием основан на описании его деятельности в виде набора взаимодействующих бизнес-процессов (БП) [1]. Бизнес-процессы задаются в форме последовательностей действий, реализующих функциональные задачи, создавая ценности для потребителей [2].

Реализация процессного подхода основана на управлении жизненным циклом (ЖЦ) бизнес-процессов, включающим в себя фазы анализа и построения моделей БП, их конфигурирования средствами процессной информационной системы, а также последующего управления экземплярами соответствующих бизнес-процессов с использованием разработанных моделей [3].

Одна из ключевых проблем процессного управления связана с характерной для практики тенденцией постепенного снижения эффективности выполняющихся БП [3]. Указанная тенденция отражает снижение адекватности процессных моделей в силу изменений требований пользователей, технологий, рыночных условий (конкурентной среды), что требует проведения непрерывного усовершенствования моделей БП. Такое уточнение модели обычно осуществляется в рамках ЖЦ БП после завершения выполнения текущего экземпляра процесса.

Характерное отличие знание-емких (*knowledge-intensive*) бизнес-процессов (ЗБП) [4] – использование формальных и неформальных знаний для адаптации последовательности действий процесса с учетом текущих требований пользователей, а также состояния предметной области. Используемые при выполнении ЗБП неформальные знания принадлежат исполнителям процесса и обычно не отражены в его модели [5]. Такие

знания должны включаться в модель по мере их применения исполнителями в ходе выполнения процесса, до его завершения. В то же время в рамках традиционного ЖЦ корректировка модели осуществляется только после окончания работы процесса.

Таким образом, проблема управления ЖЦ ЗБП с учетом необходимости адаптации его модели во время выполнения – актуальна.

Анализ исследований и публикаций

Управление ЖЦ БП основывается на использовании усовершенствованного цикла улучшений Шухарта–Деминга *PDSA* [6], изначально предназначенного для реализации процесса непрерывного повышения качества продукции. Данный цикл позволяет повысить адекватность процессной модели и включает в себя действия по ее адаптации с учетом целей БП и текущего состояния предметной области [3]. Для выявления расхождений между моделью и выполненным БП при применении цикла *PDSA* в рамках процессного управления могут быть использованы методы *process mining* [7, 8], позволяющие получить *workflow*-модель выполненного процесса.

Альтернативный подход к повышению адекватности модели представлен в работе [9] в виде концепции реинжиниринга. Согласно данной концепции в случае значительного снижения эффективности управления модель БП должна быть перепроектирована с *чистого листа* с использованием неформальных контекстно-ориентированных знаний исполнителей и владельцев процесса.

Однако в настоящее время не исследованы вопросы, связанные с моделированием и управ-

лением ЖЦ ЗБП с учетом того, что ЗБП может быть как перестроен после завершения работы, так и усовершенствован непосредственно во время выполнения с учетом контекстных знаний исполнителей.

Постановка задачи

Цель статьи – построение модели ЖЦ ЗБП, которая предусматривала бы возможность усовершенствования ЗБП не только после завершения текущего исполняющегося экземпляра процесса, но и во время его выполнения. Это даст возможность повысить эффективность процессного управления для текущего экземпляра ЗБП путем дополнения модели процесса ранее неформализованными зависимостями, отражающими контекстно-зависимый опыт исполнителей.

Эволюционный подход к построению жизненного цикла знание-емких бизнес-процессов

ЖЦ БП отражает последовательность его состояний от исходной концепции и до завершения использования, который может корректироваться при изменении производимых товаров и услуг или требований к ним. При этом изменяются или заменяются выполняющиеся на предприятии БП. Для управления бизнес-процессами по мере эволюции требований перед каждым новым запуском экземпляра процесса выполняется поэтапная адаптация и усовершенствование БП.

ЗБП обладает особенностями применения, представления и выявления знаний, существенными для реализации эволюционного подхода к построению модели его жизненного цикла.

Характерные особенности использования знаний в ЗБП состоят в следующем:

- знания могут применяться для поддержки выполнения БП, его реорганизации, а также для получения результатов процесса;
- при управлении ходом выполнения ЗБП используются как формализованные (либо документированные) знания, так и персональные знания исполнителей;
- исполнители обладают возможностью изменять алгоритм действий процесса во время его выполнения на основе своего опыта и знаний.

Представление знаний исполнителей ЗБП имеет следующие отличительные черты:

- знания исполнителей, как правило, – контекстно-ориентированные; это означает, что при выполнении последовательности действий процесса учитываются зависимости между элементами предметной области, а также состояние этих элементов;
- исполнители при управлении ходом процесса могут использовать знания в двух формах: явной (представленной в виде документов) и неявной;
- неявные знания непосредственно связаны с исполнителем и поэтому их целесообразно экстернализовать (выделить и представить в формальном виде), а затем включить в модель процесса.

Особенности выявления знаний исполнителей состоят в следующем:

- неявные знания исполнителей не имеют символической формы представления, поэтому их экстернализацию целесообразно выполнять на основе анализа поведения ЗБП; традиционные методы инжиниринга знаний не позволяют их выявить [10];
- информация о поведении экземпляра БП обычно фиксируется в логах процессно-ориентированной информационной системы, что обуславливает возможность использования методов *data* и *process mining* для поиска искомым закономерностей.

Проведенный анализ особенностей представления и использования знаний позволяет сформулировать базовые требования к модели ЖЦ ЗБП. Такая модель должна учитывать:

- наличие знаний как отдельной компоненты в структуре таких процессов;
- необходимость постоянного уточнения компоненты знаний на основе анализа текущего поведения БП;
- возможность выявления знаний, использованных для изменения поведения ЗБП, средствами интеллектуального анализа данных и процессов [8];
- возможность проведения как усовершенствования [3, 6], так и реинжиниринга [9] БП.

Традиционно структура БП описывается посредством набора моделей: процессов, данных, функций, входов и выходов, а также модели организации, в которой выполняется процесс [11]. Недостаток такой структуризации применительно к ЗБП состоит в том, что в процессной модели не выделен единый компонент, содержащий зависимости, определяющие выбор действий, а также ограничения на выполнение действий в зависимости от состояния условий предметной области.

Авторами предложена трехуровневая структуризация ЗБП в следующем виде [12]:

$$M_{BP}^* = \langle Ct, Br, Wf \rangle, \quad (1)$$

где Ct – контекст БП; Br – набор правил и ограничений, определяющих выбор действий в заданном контексте; Wf – набор последовательностей действий БП.

Уровень знаний содержит элементы, позволяющие задать последовательность действий ЗБП с учетом текущего состояния предметной области, а на уровне контекста определяются формальные условия для выполнения указанных действий.

Рассматриваемая структуризация создает условия для дополнения модели во время выполнения БП путем включения в нее новых зависимостей, разрешающих либо ограничивающих использование последовательностей действий в заданном контексте.

Отметим, что традиционная структура сводится к рассмотренному трехуровневому представлению посредством применения ориентированного на артефакты описания контекста [13]. В качестве артефактов рассматриваются произвольные объекты (как физические, так и информационные), оказывающие влияние на ход выполнения БП. Состояние контекста определяется состоянием артефактов и взаимосвязями между ними. Следовательно, отдельные действия процесса, данные, подразделения организации, исполнители и т.д. могут быть представлены в виде артефактов.

Традиционный ЖЦ БП основан на использовании априорно известных требований и поэтому реализует инкрементную модификацию

водопадной стратегии, применяемой в области разработки программного обеспечения. В соответствии с такой стратегией результирующая модель процесса может быть получена только после того, как в ней будут учтены все априорно известные требования.

Предлагаемый подход учитывает эволюцию требований и основан на сочетании водопадной и эволюционной стратегий. Эволюционная стратегия направлена на итеративное расширение возможностей модели путем включения в нее новых базовых зависимостей, выявленных во время выполнения процесса. Последние отражают неизвестные ранее взаимосвязи между элементами контекста и действиями БП. Схематично концепция предлагаемого эволюционного подхода представлена на рис. 1.



Рис. 1. Эволюционный подход: комбинация водопадной и эволюционной стратегий в рамках ЖЦ ЗБП

Эволюционная модель жизненного цикла знание-емких бизнес-процессов

Общая схема ЖЦ, учитывающая рассмотренные характеристики ЗБП, представлена на рис. 2. Кратко опишем содержание каждой из фаз ЖЦ ЗБП, а также взаимосвязь между фазами.

Фаза анализа заключается в описании существующего БП и указании его недостатков. При ее выполнении используются следующие методы и подходы:

- копирование моделей существующих процессов аналогичных предприятий;
- интервьюирование профильных экспертов;

- интерпретация существующей документации;
- построение процессных моделей с использованием методов и программного инструментария *process mining*.

Результат данной фазы – модель существующего процесса *как есть*.

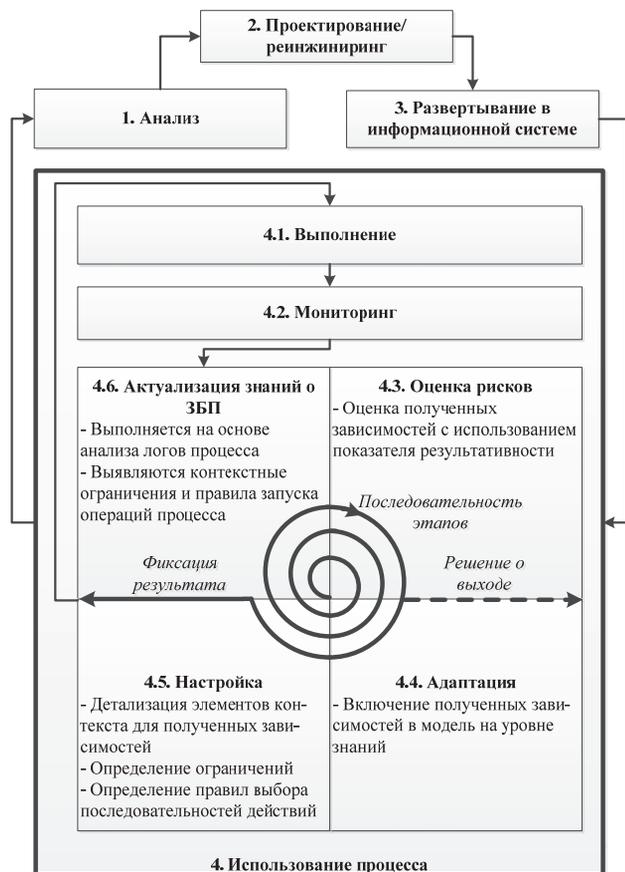


Рис. 2. Схема жизненного цикла знание-емкого бизнес-процесса

Фаза проектирования / реинжиниринга бизнес-аналитиками формируется целевая модель процесса. Структура и поведение ЗБП определяются в виде следующих составляющих:

- контекста как набора артефактов, в частности, возможных действий (операций), ролей исполнителей, объектов, с которыми оперирует процесс;
- логики процесса, отражающей знания о его структуре и поведении в форме зависимостей между свойствами артефактов, а также между артефактами и действиями ЗБП;
- набора последовательностей действий процесса для заданного контекста.

Фаза развертывания заключается в конфигурировании модели, а также ее дополнении рядом технических параметров и условий, обеспечивающих ее реализацию в рамках процессной информационной системы.

На уровне контекста на данной фазе выполняются следующие основные действия:

- детализация элементов контекста, в частности операций процесса, ролей пользователей, собственно пользователей, организационной структуры и т.д.;
- определение приоритетов функциональных задач;
- определение форм ввода данных для решаемых задач.

На уровне знаний на данной фазе выполняются такие основные действия:

- определения правил управления выбором и мониторингом действий процесса;
- формирование реакции на внешние события, влияющие на ход выполнения БП;
- определение поведения процесса в исключительных ситуациях.

На уровне последовательности действий выполняются такие основные действия:

- выбор способа использования атрибутом артефактов для поддержки выполнения процесса, например для структурированных и неструктурированных документов;
- определение соответствий между свойствами артефакта, а также операцией процесса, в которой применяются выбранные свойства артефакта.

Фаза использования бизнес-процесса включает в себя выполнение ЗПБ, а также мониторинг, актуализацию, адаптацию и настройку процесса. На данной фазе выполняется экстернализация зависимостей, определяющих поведение БП, и последующее включение их в процессную модель с целью ее усовершенствования. Последние четыре этапа данной фазы реализуют усовершенствование ЗБП на основе спиральной модели.

Рассмотренные свойства ЖЦ позволяют представить этот цикл в качестве специфического ЗБП, последовательность действий которого изменяется на основе результатов адапта-

ции на фазе использования. Данный ЗБП обладает следующими характеристиками: отражает поведение реагирующей системы; обладает конечным непустым множеством состояний; состояния ЖЦ могут быть описаны наборами предикатов, отражающих состояние контекста соответствующего БП.

Поэтому для формализации ЖЦ целесообразно использовать структуру Крипке [14]. Модель ЖЦ M_{Lc} в форме структуры Крипке содержит конечное множество состояний ЖЦ, отражающих его фазы и этапы; начальное состояние, тотальное множество переходов между состояниями, отражающих переход между фазами (этапами); функцию разметки, которая связывает состояние процесса с набором атомарных предикатов, истинных в этом состоянии.

Так, общую последовательность фаз и этапов, представленную на рис. 1, целесообразно задать в виде формул темпоральной логики, истинных в модели M_{Lc} и отражающих связи между состояниями ЖЦ. Каждое состояние отражает один из этапов выполнения ЖЦ. Зададим общую последовательность переходов между фазами ЖЦ следующим образом:

$$\begin{aligned} M_{Lc} &| = An \ F \ (Re \vee Cf \ \vee \ Us) \\ M_{Lc} &| = Re \ N \ Cf \\ M_{Lc} &| = Cf \ N \ Us \\ M_{Lc} &| = Us \ U \ An \end{aligned} \quad , \quad (2)$$

где An – фаза анализа; Re – фаза проектирования/реинжиниринга; Cf – фаза развертывания; Us – фаза использования ЗБП; N – оператор темпоральной логики, задающей последовательное возникновение состояний (состояния связаны отношением перехода); F – оператор темпоральной логики, задающий транзитивное замыкание для отношений перехода, т.е. последующее состояние возникнет когда-то в будущем; U – оператор темпоральной логики, задающей условие изменения состояний *до тех пор, пока*.

Условия выбора последующих этапов в графе ЖЦ определяются на фазе анализа и зависят от результатов выполнения этапов фазы

использования процесса. Поэтому рассмотрим этапы использования процесса более детально.

Этап выполнения реализуется обработчиком процессов информационной системы. Обработчик процессов решает задачи упорядочивания выполняемых задач, согласования ручных и автоматизированных операций для выполняющихся экземпляров процессов, вызова последовательностей действий на основе настраиваемых правил (триггеров), обмена данными между процессом и внешними источниками и т.д.

Этап мониторинга позволяет отслеживать выполнение процессов. Используются индикаторы результативности и эффективности.

Этап актуализации знаний предусматривает выявление ограничений (шаги 1, 2), а также управляющих правил, задающих выбор последовательностей действий процесса (шаги 3, 4). Этап включает в себя такую последовательность шагов:

Шаг 1. Выявление элементов контекста методом, представленным в работе [15]. Исходными данными метода являются последовательности событий лога ЗБП. В качестве атрибутов событий лога используются атрибуты артефактов контекста, что позволяет выявлять используемые процессом артефакты. Метод направлен на выявление таких подмножеств элементов контекста, между которыми могут существовать зависимости.

Шаг 2. Выявление ограничений методом [16]. В качестве ограничений рассматриваются статические зависимости между атрибутами артефактов контекста. Данная трактовка ограничений определяется приведенной ранее структурой контекста.

Шаг 3. Выявление цикла обработки артефактов [15]. На данном шаге путем фильтрации лога для каждого искомого артефакта формируется исходное подмножество событий, связанных с его использованием. Далее средствами *process mining* [8] формируется процессная модель, определяющая последовательность обработки соответствующего артефакта.

Шаг 4. Выявление правил выбора действий на основе контекстно-процедурных зависимостей выполняется в соответствии с представленным в работе [17] подходом.

Шаг 5. Удаление из результирующего набора уже использованных в модели зависимостей.

Этап оценивания риска выполняется с использованием показателя результативности, отражающего степень достижения целей процесса либо степень выполнения отдельных его фрагментов, обычно в процентном отношении. Усовершенствование модели ЗБП в рамках эволюционного ЖЦ осуществляется на основе анализа логов процессов, что усложняет применение традиционного показателя. Поэтому в данном случае для получения показателя результативности будем использовать значение атрибута, отражающего состояние анализируемого действия процесса. По умолчанию данному атрибуту для выполнившейся операции в логе присваивается значение «*completed*». Соответственно, показатель результативности имеет вид:

$$Rs_i = 1 \mid \forall r_i \in Rl_{pc} \exists a_{ij} : v(a_{ij}) = \text{«completed»}, \quad (3)$$

где Rs_i – показатель результативности для i – зависимости из результирующего множества Rl_{pc} ; a_{ij} – j – атрибут события, отражающего в логе завершение правила r_i ; $v(a_{ij})$ – значение атрибута.

Переход к этапу адаптации модели вследствие положительной оценки рисков осуществляется только в том случае, если в Rl_{pc} существует по меньшей мере одно правило с показателем результативности, равным единице. Соответствующее правило перехода имеет вид:

$$\exists r_i \in Rl_{pc} : Rs_i = 1 \Rightarrow M_{Lc} \mid = Rk \ N \ At, \quad (4)$$

где Rk – этап оценки риска; At – этап адаптации.

На этапе адаптации полученные зависимости включаются в модель процесса. Правило перехода к этапу настройки имеет вид:

$$\mid \forall r_i \in Rl_{pc} \ M_{BP} \mid = r_i \Rightarrow M_{Lc} \mid = At \ N \ Ns, \quad (5)$$

где $M_{BP} \mid = r_i$ означает, что правило r_i будет истинно в одном из состояний в модели M_{BP} ; M_{BP} – модель ЗБП на основе структуры Крипке.

Этап настройки аналогичен фазе развертывания. Отличие состоит в том, что при на-

стройке выполняется только описание вновь найденных зависимостей в виде бизнес-правил.

Цикл выполнения данной фазы с учетом приведенных правил перехода имеет вид:

$$\begin{aligned} M_{Us} \mid &= Ns \ N \ A \ Ak \vee (Ex \wedge Mn) \\ M_{Us} \mid &= At \ N \ Ns \mid \forall r_i \in Rl_{pc} \ M_{BP} \mid = r_i \\ M_{Us} \mid &= Rk \ N \ At \mid \exists r_i \in Rl_{pc} : Rs_i = 1 \\ M_{Us} \mid &= Ak \ U \ Rk \end{aligned}, \quad (6)$$

где M_{Us} – модель фазы использования ЖЦ ЗБП в форме структуры Крипке; Ex – этап выполнения ЗБП; Mn – этап мониторинга процесса; Ak – этап актуализации; Rk – этап оценки рисков; At – этап адаптации модели; Ns – этап настройки полученных правил в информационной системе A – квантор общности.

Пример использования эволюционного жизненного цикла

Рассмотрим использование модели жизненного цикла на примере одного из процессов банковского обслуживания, связанного с разрешением кредитных конфликтов. Исходный БП характеризуется использованием и уточнением знаний исполнителей при проверке условий для разрешения конфликтов. Традиционно исполнители используют бумажную документацию для обоснования своих решений. Решения принимаются с использованием личного опыта и знаний исполнителей.

Фаза анализа, на которой описывается текущий процесс *как есть* и выявляются его недостатки. Набор таких недостатков для рассматриваемого БП приведен в табл. 1.

Фаза реинжиниринга – это когда выполняется перепроектирование модели ЗБП и ее последующая валидация (табл. 1) Перепроектирование позволяет исключить избыточные согласования и автоматизировать нестандартные ситуации (недостатки 1 и 2). Валидация процесса выполняется аналитиком путем опроса сотрудников и последующего дополнения контекстной составляющей модели метаданными и атрибутами используемых процессом документов с тем, чтобы устранить недостаток 3. Внесение контекстной информации об исполь-

зуемых документах позволяет дополнить процесс операциями отбора данных, создания отчетов и т.д. Непротиворечивость модели проверяется средствами имитационного моделирования в составе среды процессного управления.

Таблица 1. Пример недостатков выполняющегося БП

Описание	Узкие места	Потери	Подходы к решению
1. Процессный подход к управлению совмещается с функциональным	Исполнителям необходимо получить согласие руководителя при выполнении большинства текущих операций	Дополнительные временные затраты	Реинжиниринг: новые бизнес-правила
2. Модель процесса содержит типовые решения, без обработки исключений и ошибок	Не обрабатываются нестандартные ситуации, связанные с отсутствием отдельных реквизитов на документах (подписи, печати, даты и т.д.)	Ошибки в решении практических задач, задержки в обслуживании клиентов	Реинжиниринг: новые подпроцессы
3. Не реализованы обеспечивающие процессы (подпроцессы)	Заполнение исходных данных клиентов выполняется вручную	Дополнительные временные и материальные затраты; ошибки в данных клиентов	Валидация: уточнение структуры используемых документов

Фаза развертывания – это когда модель процесса дополняется возможностями взаимодействия с существующей информационной средой предприятия, а также настраиваются бизнес-правила.

Во втором случае задается компонента знаний ЗБП, что обеспечивает возможность автоматизированного поиска решения на начальном этапе, до вмешательства исполнителя.

Настроенная модель процесса позволяет начать разрешение спора в режиме *on-line*, после заполнения клиентом соответствующей формы. Выбор последовательности действий процесса осуществляется на основе бизнес-правил. Исполнитель вмешивается только в случае ситуаций, которые не предусмотрены в модели ЗБП.

Таблица 2. Устранение недостатков на фазе развертывания

Описание проблемы	Применяемый подход к устранению на фазе развертывания
Процессный подход к управлению совмещается с функциональным	Конфигурирование бизнес-правил; создание клиентских форм с поддержкой на основе правил
Модель процесса содержит типовые решения, без обработки исключений и ошибок	Поддержка подпроцессов обработки запросов пользователей в нестандартных ситуациях путем организации взаимодействия с клиентами через интернет
Не реализованы обеспечивающие процессы (подпроцессы)	Интеграция процесса с CRM-системой для автоматической загрузки пользовательских данных; организация взаимодействия с базой данных; организация взаимодействия с клиентами путем настройки экранных форм

Рассмотрим этапы фазы использования ЗБП.

Этап выполнения на последней фазе реализуется в виде комбинации применения бизнес-правил и воздействия исполнителей. Последние могут изменять приоритеты задач, изменяя ход процесса, а также переходить в режим ручного исполнения БП. Однако в общем случае вмешательство исполнителей требуется только в случае решения сложных задач, для которых отсутствует компонента знаний в модели.

На этапе мониторинга выполняется контроль своевременного выполнения операций процесса, количества незавершенных задач, а также запись лога процесса.

На этапе актуализации в качестве исходных данных используется текущий лог процесса. Иллюстративный пример фрагмента трассы лога приведен в табл. 3.

Таблица 3. Фрагмент трассы лога БП

Событие	Наименование операции	Временная метка	Исполнитель	Состояние операции	Код типа обрабатываемого объекта
1	<i>Accepted</i>	2012-02-27T15:28:02+01:00	<i>Ioannis</i>	<i>Wait</i>	<i>PROD560604</i>
2	<i>Accepted</i>	2012-02-27T15:43:06+01:00	<i>Ioannis</i>	<i>In Progress</i>	<i>PROD560604</i>
3	<i>Accepted</i>	2012-02-27T16:52:22+01:00	<i>Ioannis</i>	<i>Wait - User</i>	<i>PROD560604</i>
4	<i>Accepted</i>	2012-02-27T17:12:12+01:00	<i>Ioannis</i>	<i>Completed</i>	<i>PROD560604</i>

Фрагмент содержит цикл обработки объекта «PROD560604 исполнителем «Ioannis». Артефактами контекста являются операция «Accepted», исполнитель «Ioannis». Обработка завершена успешно, поскольку последнее состояние операции «Accepted» имеет значение «complete».

Ограничения вида

$Исполнитель = Ioannis \Rightarrow$

$\Rightarrow ТипОбъекта = PROD560604$

означающие, что продукт типа «PROD560604» обрабатывается только исполнителем «Ioannis», могут быть получены в том случае, если в логе все зафиксированные операции с данным продуктом выполнял только «Ioannis».

Пример правила, отражающего контекстно-процедурную зависимость, имеет вид:

$r_i : Страна = Sweden \wedge Исполнитель =$

$= Ioannis \wedge Операция = Accepted \wedge$

$\wedge СостояниеОперации =$

$= InProgress \ N \ Wait \ N \ InProgress \Rightarrow$

$\Rightarrow (СостояниеОперации = InProgress) \ N$

$(СостояниеОперации = Completed) .$

В соответствии с данным правилом выполняется зависимость: если исполнитель «Ioannis» из Швеции изменил состояние операции из «InProgress» в «Wait», а затем снова «InProgress», то следующее состояние данной операции будет «Completed», т.е. операция завершится.

Этап оценки рисков основывается на определении показателя результативности. Например, для рассмотренного правила r_i результирующее состояние операции – «Completed». Следовательно, показатель результативности для данного правила равен единице и в соответствии со спиральной моделью данной фазы осуществляется переход к этапу адаптации.

Этапы адаптации и настройки представляют собой упрощенную версию фаз реинжиниринга и развертывания соответственно. Поэтому при адаптации подтвержденное при оценке рисков правило обобщается и преобразуется в форму бизнес-правила. Настройка заключается

в конфигурировании правила в информационной системе.

Приведенные этапы четвертой фазы повторяются по мере добавления записей в лог.

Заключение. Усовершенствована типовая модель процессного жизненного цикла применительно к знание-емким бизнес-процессам. Модель отличается от существующих реализаций адаптации и усовершенствования процессной модели параллельно с выполнением БП путем экстернализации зависимостей между артефактами контекста, артефактами и действиями процесса, а также последующего включения в модель ЗБП выявленных зависимостей. Это приводит к повышению адекватности процессной модели и, как следствие, к повышению эффективности процессного управления путем снижения зависимостей от уровня знаний, мотивации и эмоционального состояния отдельных исполнителей.

1. Елиферов В.Г., Петин В.В. Бизнес-процессы: Регламентация и управление. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 319 с.
2. Vom Brocke J., Rosemann M. Handbook on Business Process Management 1. Introduction, Methods, and Information Systems. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2015. – 709 p.
3. Weske M. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. – Ibid, 2012. – 403 p.
4. Gronau N. Modeling and Analyzing knowledge intensive business processes with KMDL: Comprehensive insights into theory and practice. – Gito, 2012. – 522 p.
5. A Proposal to Model Knowledge in Knowledge-Intensive Business Processes / N. Gronau, C. Thim, A. Ullrich et al. // BMSD 2016. Proc. of the Sixth Int. Symp. Business Modeling and Software Design. – 20–22 June, 2016, Rhodes, Greece. – 16. – P. 98–103.
6. The Improvement Guide: A Practical Approach to Enhancing Organizational Performance / G.J. Langley, R.D. Moen, K.M. Nolan et al. – 2009. – 512 p.
7. Van der Aalst W.M.P. Process Mining: Data Science in Action Aalst. – Berlin: Springer-Verlag, 2016. – 466 p.
8. Van der Aalst W.M.P. Process Mining in the Large: A Tutorial // Business Intelligence. – Springer Science + Business Media, 2014. – P. 33–76.
9. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе. – СПб: Изд-во СПб ун-та, 1997. – 332 с.
10. El-Den J.A. Tacit knowledge externalization among geographically distributed small groups. – PhD Thesis's, Univ. of Technology. – Sydney, Australia. – 2009. – 323 p.

11. *Моделирование бизнеса. Методология ARIS* / М. Каменнова, А. Громов, М. Ферапонтов и др. – М.: Весть, 2001 – 333 с.
12. *Левыкин В.М., Чалая О.В.* Модель поведения знание-емкого бизнес-процесса для задач интеллектуального анализа процессов // УСиМ. – 2016. – № 6. – С. 59–66.
13. *Cohn D.* Business artifacts: A data-centric approach to modeling business operations and processes // Bulletin of the IEEE Comp. Soci. Techn. Committee on Data Engineering. – 2009. – **32**, № 3. – Р. 1–7.
14. *Кларк Э.М., Грамберг О., Пелед Д.* Верификация моделей программ: *Model Checking*. – М.: МЦНМО, 2002. – 416 с.
15. *Левыкин В.М., Чалая О.В.* Выделение элементов контекста знание-емких бизнес-процессов на основе анализа логов // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – № 5/2(31). – С. 65–71.
16. *Левыкин В.М., Чала О.В.* Виділення реляційних залежностей бізнес-процесу на основі аналізу його логів // Наукоємні технології. – 2016. – № 4(32). – С. 405–409.
17. *Левыкин В.М., Чалая О.В.* Выделение контекстно-процедурных зависимостей знание-емкого бизнес-процесса на основе анализа логов // Там же. – № 6/1(32). – С. 43–49.

Поступила 09.04.2015

Тел. для справок: +38 057 702-1451, 546-0395 (Харьков)

E-mail: levykinvictor@gmail.com, oksana.chala@nure.ua

© В.М. Левыкин, О.В. Чалая, 2017

UDC 004.891.3

V.M. Levykin, O.V. Chalaja

Model of lifecycle of knowledge-intensive business process

Introduction. The problem of managing a lifecycle of the knowledge-intensive business process is considered. The lifecycle of a business process consist of the sequence of stages from initial concept considering to completion of use. The lifecycle need to be adjusted by a change of goods and services or requirements for them. The problem is that knowledge workers change knowledge-intensive business process at runtime using their personal knowledge. Therefore it is necessary to adapt the model of such a process at runtime.

Purpose. The purpose of this article is to develop a model of the lifecycle of the knowledge-intensive business process which would provide an opportunity to improve the process after the completion of the currently executing instance, and while it is running. This will give a possibility to improve the efficiency of process management for the current instance of the process through the use of personal knowledge of workers in the process model.

Methods. An evolutionary approach to building the lifecycle of a knowledge-intensive business process is used. The approach takes into account the evolution of the requirements. It is based on a combination of waterfall and evolutionary strategies. The waterfall strategy provides a model of the process after all of the a priori known requirements to the process are satisfied. Evolutionary strategy focuses on iterative empowerment of the model by incorporating new base dependencies that was identified during the implementation of the business process. The dependencies reflect the previously unknown relationship between the artifacts of a context and the activities of the business process.

Results. The model of the process lifecycle in relation to the knowledge-intensive business processes is improved. The model includes phases of analysis, re-engineering, deployment and use of the business process. The sequence of the lifecycle phases implements the waterfall strategy. Evolutionary strategy is implemented in the use phase.

Conclusion. The proposed model differs in that the adaptation and improvement of the business process is executed in parallel with its implementation. It is based on the identification of new relationships between actions and objects used by the process. The combination of data and process mining techniques can be used to identify such dependencies. The approach leads to increase the adequacy of the process model, and as a result, the process control can improve efficiency.

1. Eliferov V.G., Repin V.V. *Biznes-processy: Reglamentacija i upravlenie*, M.: INFRA-M, 2004, 319 p. (In Russian).
2. Vom Brocke J., Rosemann M. *Handbook on Business Process Management 1. Introduction, Methods, and Information Systems*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2015, 709 p.
4. Weske M. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*, 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2012, 403 p.
5. Vom Brocke J. *Handbook on Business Process Management 1. Introduction, Methods, and Information Systems*, Berlin: Springer-Verlag, 2015, 709 p.
4. Gronau N. *Modeling and Analyzing knowledge intensive business processes with KMDL: Comprehensive insights into theory and practice* (English), Gito, 2012, 522 p.

Окончание на стр. 85

5. Gronau N. Thim C., Ullrich A., Vladova G., Weber E. A Proposal to Model Knowledge in Knowledge-Intensive Business Processes. BMSD 2016. Proceedings of the Sixth International Symposium on Business Modeling and Software Design, 20-22 June, 2016, Rhodes, Greece, Vol. 16, P. 98–103.
6. Langley G.J., Moen R.D., Nolan K.M., Nolan T.W., Norman C.L., Provost L.P. The Improvement Guide: A Practical Approach to Enhancing Organizational Performance, 2009, 512 p.
7. Van der Aalst, W.M.P. Process Mining: Data Science in Action Aalst, Springer-Verlag, Berlin, 2016, 466 p.
8. Van der Aalst, W. M. P. Process Mining in the Large: A Tutorial. Business Intelligence, Springer Science + Business Media, 2014, P. 33–76.
9. Hammer M., Champi Dzh. Reinzhening korporacii: Manifest revoljucii v biznese, Per. s angl, SPb.: Izd S.-Peterburgskogo universiteta, 1997, 332 p. (In Russian).
10. El-Den J.A. Tacit knowledge externalization among geographically distributed small groups, PhD Thesis's, University of Technology, Sydney, Australia, 2009, 323 p.
11. Kamennova M., Gromov A., Ferapontov M., Shmataljuk A. Modelirovanie biznesa, Metodologija ARIS, M.: Vest', 2001, 333 p. (In Russian).
12. Levykin V.M., Chalaja O.V. Model' povedenija znanie-emkogo biznes-processa dlja zadach intellektual'nogo analiza processov, Upr. sist. mas., 2016, N 6, P. 59-66 (In Russian).
13. Cohn D. Business artifacts: A data-centric approach to modeling business operations and processes. Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering, 2009, Vol. 32, N 3, P. 1–7.
14. Klark Je.M., Gramberg O., Peled D. Verifikacija modelej programm: Model Checking. Per. s angl. Pod red. R. Smel'janskogo, M.:MCNMO, 2002, 416 p. (In Russian).
15. Levykin V.M., Chalaja O.V. Vydelenie elementov konteksta znanie-emkih biznes-processov na osnove analiza logov. Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva, 2016, N 5/2(31), P. 65-71 (In Russian).
16. Levykin V.M., Chala O.V. Vydilennia reliatsiinykh zalezhnosti biznes-protsesu na osnovi analizu yoho lohu, Naukoiemni tekhnolohii, N 4 (32), 2016, P. 405-409 (In Ukrainian).
17. Levykin V.M., Chalaja O.V. Vydelenie kontekstno-procedurnyh zavisimostej znanie-emkogo biznes-processa na osnove analiza logov, Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva, 2016, N 6/1(32), P. 43-49 (In Russian).

