



В.М. Леви́кін, О.В. Чала

ХНУРЕ, м. Харків, Україна, levykinvictor@gmail.com

ХНУРЕ, м. Харків, Україна, oksana.chala@nure.ua

КОНЦЕПЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПОБУДОВИ БАЗИ ЗНАНЬ У СИСТЕМІ ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ

Запропоновано концепцію автоматизованої побудови бази знань у системі процесного управління на основі аналізу поведінки бізнес-процесів. Вхідними даними при побудові бази знань є набір послідовностей подій, що відповідають виконанню дій окремими екземплярами бізнес-процесу. Концепція містить у собі фази формування та доповнення, а також використання бази знань при управлінні гнучкими знання-ємними бізнес-процесами. При формуванні та доповненні бази знань виконується виявлення нестандартних змін у поведінці БП, які спричинені використанням неформалізованих знань та досвіду виконавців, у вигляді залежностей між об'єктами та діями процесу. На фазі застосування бази знань отримані залежності використовуються як для безпосереднього управління БП, так і для уточнення його моделі.

СИСТЕМА ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ, ЗНАННЯ, АВТОМАТИЗОВАНА ПОБУДОВА БАЗИ ЗНАНЬ, ЗНАННЯ-ЄМНИЙ БІЗНЕС-ПРОЦЕС

Левыкин В.М., Чала О.В. Концепция автоматизированного построения базы знаний в системе процессного управления. Предложена концепция автоматизированного построения базы знаний в системе процессного управления на основе анализа поведения бизнес-процессов. В качестве входных данных при построении базы знаний используется набор последовательностей событий, соответствующих выполнению действий отдельными экземплярами бизнес-процесса. Концепция включает в себя фазы формирования и дополнения, а также использования базы знаний при управлении гибкими знание-емкими бизнес-процессами. При формировании и дополнении базы знаний выполняется выявление нестандартных изменений в поведении БП, вызванных использованием неформализованных знаний и опыта исполнителей, в виде зависимостей между объектами и действиями процесса. На фазе применения базы знаний полученные зависимости используются как для непосредственного управления БП, так и для уточнения его модели.

СИСТЕМА ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ, ЗНАННЯ, АВТОМАТИЗОВАННЕ ПОСТРОЕННЯ БАЗИ ЗНАНИЙ, ЗНАНИЕ-ЕМКИЙ БІЗНЕС-ПРОЦЕС

Levykin V.M. Chala O.V. Concept of automated knowledge bases construction in business process management system. The concept of automated knowledge base construction in business process management system based on the analysis of the behavior of business processes is proposed. Input data is a set of event sequences that correspond to the execution of actions by individual instances of the business process. The concept includes the phases of formation, additions, and the use of knowledge base in the management of flexible knowledge-intensive business processes. When forming and supplementing the knowledge base, detection of non-standard changes in the behavior of the BP, which is caused by the use of informal knowledge and experience of performers in the form of dependencies between objects and actions of the process is performed. In the phase of application of the knowledge base, the dependencies obtained are used both for the direct control of the BC, and for the refinement of its model.

BUSINESS PROCESS MANAGEMENT SYSTEM, KNOWLEDGE, AUTOMATED KNOWLEDGE BASES CONSTRUCTION, KNOWLEDGE-INTENSIVE BUSINESS PROCESS

Вступ

Інформаційні системи процесного управління (ІСПУ) використовують опис діяльності підприємства у вигляді множини бізнес-процесів (БП). Кожен з бізнес-процесів описує послідовність дій з виробництва продукції та послуг, з урахуванням виконавців, ресурсів, клієнтів та постачальників, можливих зовнішніх впливів та без урахування організаційної структури підприємства [1].

Управління підприємством в ІСПУ реалізується через управління бізнес-процесами з використанням їх моделей, представлених у вигляді графів послідовностей робіт (workflow) [2]. Управління кожним БП реалізується за відхиленням, з урахуванням не лише параметрів процесу, але й параметрів

продукції та ступеню задоволеності клієнта. Необхідною умовою для реалізації управління БП є побудова адекватних моделей бізнес-процесів при змінах вимог клієнтів, складу виконавців та ресурсів процесу. Можливості підтримки адекватності моделей залежать від класу бізнес-процесів. Клас знання-ємних бізнес-процесів (ЗБП) характеризується можливостями зміни послідовності виконавцями на основі їх персональних знань та досвіду з урахуванням поточного контексту виконання таких дій [3–5]. Персональні знання зазвичай є неявними, оскільки містять у собі неформалізовані правила та шаблони дій. Практичне застосування таких неявних знань в роботі підприємства значною мірою залежить від досвіду, кваліфікації

та мотивації виконавців. В той же час виконавці у більшості випадків не мають мотивації формалізувати свої знання та ділитись ними [6]. Також, на сьогодні недостатньо розвинені методи та інформаційні технології, що забезпечили б виконавцям переваги від швидкого використання на практиці організаційних знань підприємства. Відповідно, такі знання можуть бути виявлені лише внаслідок моніторингу ходу виконання ЗБП і не можуть бути повністю включені в модель бізнес-процесу при її проектуванні. Тому підтримка адекватності моделі ЗБП з використанням традиційних підходів пов'язана зі значними труднощами.

Зазначене свідчить про актуальність проблеми автоматизованої побудови бази знань у ІСПУ з тим, щоб підвищити ефективність управління ЗБП шляхом побудови більш адекватних моделей процесів.

Існуючі підходи до побудови баз знань в системах процесного управління базуються переважно на використанні ідей Semantic Web та мікроблогінгу [7], тобто потребують додаткової інтерпретації та формалізації знань. З іншого боку, сучасні методи автоматизованої побудови баз знань орієнтовані переважно на інформаційно-пошукові та інформаційно-довідкові системи [8]. Задачам підтримки прийняття управлінських рішень приділяється недостатньо уваги.

Вирішення наведеної проблеми потребує розробки загальної концепції побудови бази знань, яка враховувала б аспект відокремлення знань виконавців на основі аналізу ходу виконання БП, а також аспект підтримки виконання ЗБП з урахуванням виявлених та формалізованих знань.

Постановка задачі

Метою статті є розробка концепції автоматизованої побудови бази знань інформаційної системи процесного управління на основі аналізу її поведінки, що представлена у вигляді записів про послідовність виконання дій бізнес-процесів.

Структура знання-орієнтованої системи процесного управління

Системи процесного управління виконують дві групи задач:

- управління життєвим циклом бізнес-процесів;
- процесне управління.

Перша група задач направлена на побудову, а також удосконалення процесних моделей за результатами аналізу їх виконання. Ці задачі реалізуються підсистемами виконання БП, взаємодії з виконавцями та програмними засобами.

Вирішення задач другої групи забезпечує управління бізнес-процесами підприємства і реалізується підсистемами визначення БП, адміністрування й моніторингу ІСПУ.

Нова парадигма знання-орієнтованого підприємства «Enterprise 2.0» охоплює підходи до

автоматизації управління знаннями, а також впровадження існуючих засобів організації колективної роботи, обміну ідеями та спілкування (соціальні мережі підприємства, месенджери, тощо) для обміну і використання неформальних знань в існуючих процесах на підприємстві [8].

Розробка та застосування бази знань в рамках системи процесного управління у відповідності до цієї парадигми дає можливість підвищити ефективність управління підприємством за рахунок вирішення двох задач з першої та другої груп відповідно:

- аналіз діяльності підприємства, зокрема бізнес-процесів, для виявлення нових знань у формі залежностей між виконавцями, користувачами, постачальниками, тощо;
- підтримка виконання бізнес-процесів та окремих задач (робіт) в конкретному контексті з урахуванням індивідуальних можливостей та ролей виконавців.

Таким чином, ІСПУ, що забезпечує інтеграцію переваг процесного та функціонального управління, повинна мати підсистему управління організаційними знаннями підприємства, що містить у своєму складі базу знань. Структуру такої знання-орієнтованої ІСПУ наведено на рис. 1.

Система процесного управління інтегрується в корпоративну архітектуру підприємства. Відповідно, підходи до вирішення задач управління життєвим циклом БП та процесного управління залежать від поточної архітектури.

Вперше поняття корпоративної архітектури було сформульовано Захманом як «логічної структури для класифікації та упорядкування діяльності підприємства, суттєво важливих для управління підприємством а також розробки корпоративних систем» [9]. Сьогодні використовуються методології побудови корпоративної архітектури TOGAF, FEA, та Gartner.

У відповідності до методології TOGAF, архітектура підприємства містить у собі архітектуру бізнесу, додатків, даних та технологічну архітектуру. Методологія FEA (архітектури федеральної організації) використовує сегментний підхід. Кожен сегмент відображає один із аспектів діяльності підприємства. Методологія Gartner розглядає архітектуру як засіб для досягнення цілей підприємства та передбачає і вертикальну і горизонтальну структуру підприємства. Тобто дана методологія передбачає використання переваг інших архітектур з урахуванням особливостей діяльності та цілей підприємства.

Наведені методології мають такі загальні властивості. По перше, підприємство використовує архітектуру як засіб управління своєю діяльністю. По-друге, архітектура підприємства має відображати ієрархію його функціонування та включати ті аспекти, які дозволяють досягти цілей підприємства.

При визначенні ієрархії рівнів архітектури для процесного управління необхідно враховувати

тренди розвитку бізнес-процесів та управління ними.



Рис. 1. Структура ІСПУ з підсистемою управління знаннями

Зміна принципів діяльності підприємства приводить до еволюції архітектури від функціональної спеціалізації до бізнес-процесів і потім до корпоративної архітектури. Корпоративна архітектура інтегрує можливості людей-виконавців, бізнес-процесів та інформаційних технологій, що

забезпечують виконання бізнес-процесів для досягнення цілей підприємства.

Ієрархія рівнів корпоративної архітектури з урахуванням трендів процесного управління має наступний вигляд:

- підприємство в цілому; на даному рівні формується модель бізнесу, що містить у собі знання про загальну мету та пріоритети у діяльності, а також стратегію, процесну архітектуру, метрики оцінки ефективності, тощо

- процесний рівень, на якому визначається логіка діяльності підприємства у вигляді бізнес-процесів, бізнес-правила, а також необхідної для їх виконання структурованої інформації;

- рівень функціональної спеціалізації, на якому визначаються виконавці, апаратні та програмні компоненти, технології, стандарти, тощо, що забезпечують діяльність на рівні бізнес-процесів.

Наведена структуризація корпоративної архітектури визначає місце підсистем знання-орієнтованої системи процесного управління у корпоративній архітектурі підприємства (рис. 2).

У відповідності до наведеної узагальненої корпоративної архітектури, на рівні підприємства в цілому формується стратегія діяльності. Стратегія базується на визначенні унікальних продуктів, які виробляє підприємство, існуючих зв'язків з клієнтами і партнерами, а також поточних і перспективних можливостей підприємства. Сукупність цих факторів визначає унікальні можливості підприємства, які і задають стратегію його діяльності.

На основі розробленої корпоративної стратегії виконується аналіз контексту діяльності підприємства як віртуального середовища його функціонування. Формується система організаційних знань про контекст діяльності підприємства. Для цього виконується класифікація клієнтів, власників, партнерів, виконавців, визначається схема взаємодії між ними.

Схема взаємодії містить у собі опис продуктів, сервісів, знань, які отримують або постачають клієнти, виконавці, партнери, тощо. На базі схеми взаємодії визначаються критичні фактори успіху та існуючі обмеження в діяльності підприємства.

Таким чином, знання про контекст діяльності підприємства як середовище виконання БП визначають можливості побудови процесної архітектури і моделей бізнес-процесів.

При побудові процесної архітектури формується ієрархія бізнес-процесів як ланцюжків отримання вартості. Для кожного БП визначаються входи і виходи, а також показники ефективності, та пріоритети цих процесів. Потім розробляються моделі процесів із зазначенням алгоритму дій, власника, виконавців, координаторів від керівництва підприємства, тощо. Побудова процесної архітектури виконується підсистемою визначення бізнес-процесів.



Рис. 2. Розподіл підсистем ІСПУ по рівням корпоративної архітектури підприємства

На рівні бізнес-процесів виконується безпосереднє управління БП за допомогою відповідної підсистеми. При управлінні використовуються бізнес-правила, які входять до системи організаційних знань підприємства та задають функціональні вимоги до бізнес-процесів, наприклад: *«Бізнес-процес А11 повинен бути виконаний кожно п'ятницю після 17-00»*. Такі правила можуть бути локально уточнені в рамках підсистеми менеджменту й моніторингу. При виконанні моніторингу фіксуються відхилення ходу процесу від заданого в його моделі. Також протоколюється виконання дій БП у файлі логу (журналі подій).

На рівні функціональної спеціалізації дії процесу виконуються людьми-виконавцями або

програмними додатками. Результати виконання цих дій фіксуються на рівні БП підсистемою моніторингу.

Концепція побудови й використання бази знань в рамках процесного управління підприємством

Записи в журналі подій, що створені системою моніторингу, можуть повністю відповідати апріорній моделі бізнес-процесу, що свідчить про стабільне функціонування підприємства. Однак внаслідок зміни стратегії, змін у контексті діяльності підприємства, а також в результаті застосування виконавцями своїх персональних знань записи у журналі подій можуть відрізнитись від існуючої процесної моделі. В такому випадку необхідно виконати аналіз причин виникнення відхилень у ході виконання БП і, за потреби, доповнити модель процесу. Для того, щоб виявити причини відхилень, необхідно проаналізувати лог процесу та знайти контекстні залежності, що обумовлюють виконання нестандартних послідовностей дій, тобто порівняти просторову і темпоральну складові відповідного бізнес-процесу. За результатами оцінки отриманих залежностей ОПР вони можуть бути внесені в базу знань та використані як для побудови й удосконалення моделей бізнес-процесів, так і для підтримки прийняття рішень при управлінні тими процесами, що виконуються в поточний час. Узагальнену схему запропонованого концептуального підходу наведено на рис. 3

Розроблений підхід складається з двох фаз:

- побудови й поповнення бази знань;
- застосування бази знань в задачах процесного управління.

Перша фаза містить у собі такі етапи:

- побудова прототипу («ядра») бази знань»
- автоматизоване поповнення бази знань на основі аналізу поведінки й результатів виконання бізнес-процесів.

Вхідними даними для першого етапу є явні організаційні знання підприємства, зазвичай у документарній формі. Побудова ядра БЗ виконується традиційними методами інженерії знань з використанням документації підприємства а також інтерв'ювання експертів. Додатково можуть бути використані методи автоматичної побудови БЗ на основі пошуку та аналізу необхідної інформації в web - орієнтованих базах в мережі Інтернет. Результатом даного етапу є БЗ про діяльність підприємства, яка містить у собі відомі підходи до вирішення функціональних задач.

Результати даного етапу дають можливість формалізувати апріорні знання про процесне управління і тим самим підвищити ефективність вирішення завдань побудови ієрархії БП та цільових моделей типових бізнес-процесів в ІСПУ. Однак на даному етапі не завжди враховуються досвід та персональні (як правило, неявні) знання виконавців.

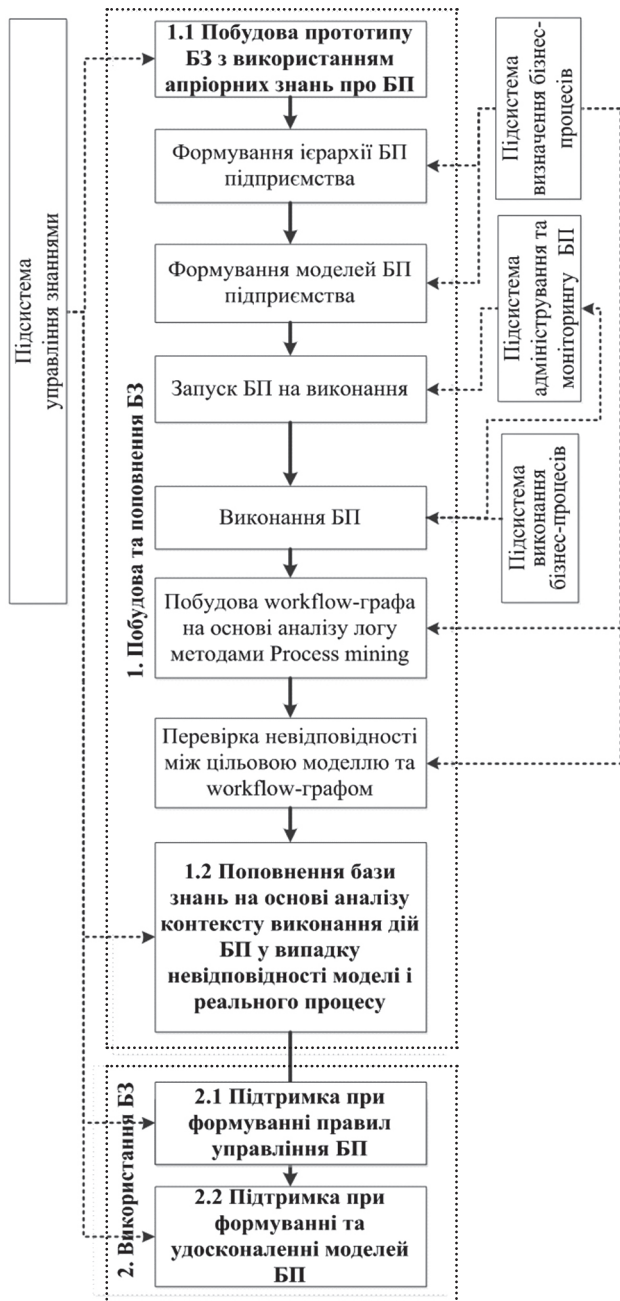


Рис. 3. Послідовність побудови та використання БЗ в циклі функціонування ІСПУ

Такий досвід має відношення до БП та під-процесів, які виникають в результаті колективної творчої роботи виконавців: «ad hoc» процесів для вирішення разових (унікальних) задач; послідовностей обробки непередбачених надзвичайних ситуацій; контекстної оптимізації дій процесу (як з точки зору витрат виконавців, так і з позицій кінцевої мети бізнес-процесу). Досвід кваліфікованих виконавців (knowledge workers, робітників розумової праці) є ключовим для знання-ємних процесів, тобто БП, при управлінні якими безпосередньо використовуються знання виконавців і результатом яких є не лише матеріальна продукція, але й інформація та знання.

Проблема використання персональних неявних знань полягає в тому, що їх дуже важко виявити та

формалізувати традиційними методами. Причина цих труднощів пов'язана з невербальною формою представлення неявних персональних знань. Вони звичайно передаються за принципом «роби за прикладом, роби як я», що створює можливість для їх отримання в результаті аналізу поведінки процесів на підприємстві.

Другий етап даної фази, автоматизоване поповнення бази знань, призначений для виявлення на основі аналізу поведінки БП залежностей, які виникли внаслідок колективного перерозподілу дій між виконавцями (чи окремими виконавцями) та не відповідають апріорній моделі процесу.

Вхідними даними етапу є лог (журнал реєстрації подій) бізнес-процесу. Журнал формується окремо для кожного БП та містить у собі множину шляхів (трас) виконання кожного запущеного екземпляру даного процесу. Кожна траса складається з послідовності подій. Кожна подія відображає виконання дій процесу та характеризується набором атрибутів, що відповідають виконавцям, ресурсам, тощо:

$$L = \{Tr_k\}, Tr_k = \{E_k, R\}, E_k = \{e_i\}, e_i = \{a_{ij}\}, \quad (1)$$

де L – лог БП; Tr_k – траса БП; E_k – множина подій одного екземпляру БП; R – відношення порядку на трасі БП; e_i – подія; a_{ij} – атрибут події БП.

Аналіз логу існуючими методами дає можливість відтворити workflow – граф виконання робіт Wf , який інтегрує у собі всі відомі траєкторії БП, однак не враховує додаткові атрибути подій, тобто не визначає умов виникнення дій процесу. Тому традиційний workflow – граф доцільно розглядати через відображення трас логу на послідовність подій:

$$Wf = \bigvee_{k=1}^K wf_k \mid \exists Tr_k \rightarrow wf_k, \quad (2)$$

де wf_k – послідовність дій одного екземпляру процесу, що відповідає трасі Tr_k з логу.

Порівняння отриманого графу процесу «як є» з існуючою моделлю БП дає можливість виявити невідповідності та усунути неадекватність цільової моделі. Однак традиційні підходи інтелектуального аналізу процесів [10] недостатньо уваги приділяють аналізу стану предметної області при побудові workflow – графа з алгоритмом дій БП, що не дає можливості знайти умови виконання нових дій процесу, а також обмеження на ці дії. Це потребує розробки нових підходів, які використовували б додаткову інформацію про стан предметної області з логу БП.

Друга фаза містить у собі такі етапи:

- підтримка процесного управління шляхом формування або уточнення бізнес-правил для тих процесів, що виконуються в даний час;
- підтримка реінжинірингу та удосконалення моделей бізнес-процесу.

Етап використання БЗ для формування бізнес-правил дозволяє підвищити адекватність поточного екземпляру БП без зміни його моделі. Бізнес-правила формалізують функціональні вимоги до БП і тому можуть бути використані в якості обмежень при виборі конкретної гілки в потоку робіт бізнес-процесу. У випадку виявлення та позитивної оцінки ОПР нових правил вони можуть бути впроваджені безпосередньо у функціонуючій підсистемі адміністрування й моніторингу ІСПУ.

Етап підтримки реінжинірингу та удосконалення моделей бізнес-процесів направлений на підвищення адекватності його цільової моделі після завершення виконання поточного екземпляру БП. Знайдені на основі аналізу поведінки та занесені в базу знань правила запуску дій процесу та обмеження безпосередньо включаються до моделі бізнес-процесу.

Таким чином, ключові задачі побудови й використання баз знань в системах процесного управління пов'язані за аналізом поточної поведінки БП та включають в себе:

- автоматизоване поповнення бази знань на основі аналізу логів БП;
- підтримка процесного управління шляхом формування або уточнення бізнес-правил;
- підтримка реінжинірингу та удосконалення моделей бізнес-процесу на основі виявлення обмежень та правил вибору дій.

Формально задача автоматизованого поповнення бази знань полягає в знаходженні відображення логів БП на відношення між об'єктами та діями, між діями, між об'єктами процесу при обмеженнях по відповідності атрибутів подій та об'єктів БП. Відношення між об'єктами та діями Rl з урахуванням (1) можуть бути представлені відношенням між підмножинами атрибуту подій:

$$Rl = \{a_{ij}\}r\{a_{lm}\}, r \in R \quad (3)$$

Тоді постановка задачі автоматизованого поповнення бази знань полягає в знаходженні відображення:

$$Kb: L \rightarrow Rl \mid a_{ij}, a_{lm} \in A, \quad (4)$$

де A – множина атрибутів об'єктів, які впливають на хід виконання конкретного БП.

Задача підтримки процесного управління полягає в знаходженні обмежень на виконання поточного екземпляру БП з урахуванням стану об'єктів предметної області. Задача підтримки реінжинірингу та модифікації цільової моделі БП включає в себе задачу підтримки процесного управління та полягає в знаходженні таких відношень між об'єктами БП, які забезпечують необхідні та достатні умови вибору дій процесу за умови перевищення заданого порогу повторюваності цих залежностей в журналі подій процесу.

Висновки

Запропоновано концепцію автоматизованої побудови бази знань у системі процесного управління на основі аналізу поведінки бізнес-процесів, що фіксується в форматі журналів подій. Концепція містить у собі фази формування та доповнення, а також використання бази знань при управлінні гнучкими знання-ємними бізнес-процесами. При побудові бази знань виявляються та формалізуються у вигляді залежностей між об'єктами і діями процесу нестандартні зміни його поведінки (послідовностей виконання дій), що спричинені використанням неформалізованих знань та досвіду виконавців БП. На фазі застосування бази знань отримані залежності використовуються як для безпосереднього управління БП, так і для уточнення його моделі. Подальша деталізація концепції пов'язана з визначенням критеріїв нестандартної поведінки, а також методів виявлення та використання знань на основі аналізу журналів подій.

Список літератури: 1. *Weske M.* Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Second Edition/ M. Weske. – Springer, 2012. – 403 p. 2. *Vom Brocke, J.* Handbook on Business Process Management 1. Introduction, Methods, and Information Systems/ J. vom Brocke, M. Rosemann. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. – 709 p. 3. *Gronau, N.* Modeling and Analyzing knowledge intensive business processes with KMDL: Comprehensive insights into theory and practice (English) / N. Gronau. – Gito, 2012. – 522 p. 4. *Gronau N.* KMDL-Capturing, Analysing and Improving Knowledge-Intensive Business Processes / N. Gronau, C. Müller, R. Korf // Journal of Universal Computer Science. - 2005. – №11(4). – pp. 452-472. 5. *Левикін В. М.* Модель знание-емкого бизнес-процесса для задач интеллектуального анализа процессов // В. М. Левыкин, О.В. Чалая // УСиМ, 2016, №6. – С. 59-66. 6. *Polanyi M.* Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy/ M. Polanyi. – University of Chicago Press, 1958. – 493 p. 7. *Warren, P.* Improving knowledge worker productivity the active approach. / Warren, P., Kings, N., Thurlow, I., Davies, J., Brger, T., Simperl, E., Ruiz, C., Gomez-Perez, J., Ermolayev, V., Ghani, R., Tilly, M., Bsser, T., Intiaz, A. // BT Technology Journal - 2009. – №26, pp.165–176. 8. *Pan, J.Z.* Exploiting Linked Data and Knowledge Graphs in Large Organisations / J.Z. Pan, G. Vetere, J.M. Gomez-Perez, H. Wu. – Springer, 2017. – 266 p. 9. *J.A. Zachman* A framework for information systems architecture / J.A. Zachman // The IBM Systems Journal — 1987 — № 26(3), pp. 276–292. 10. *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.

Resume

V.M. Levykin O.V. Chala

CONCEPT OF AUTOMATED KNOWLEDGE BASE CONSTRUCTION IN BUSINESS PROCESS MANAGEMENT SYSTEM

Background: Process control systems implement the management of business processes of the enterprise. To do this, business process models are created. Those models contain a number of possible workflows to achieve process result. For a knowledge-intensive business process, knowledge workers

use personal (tacit) knowledge and experience that takes into account the current context of the process. However, this knowledge is usually not formalized and depends on specific performers and their motivation. Therefore, the personal knowledge are usually not used in the knowledge-intensive business process model, which leads to the inadequacy of such a model. Consequently, the problem of automated knowledge base building for process control systems is topical.

The required dependencies can be identified on the basis of analysis of the behavior of business processes using advanced methods of process mining. Such methods use information from business process event logs. The latter contain information in the form of sequences of events with timestamps, which allows you to restore the sequence of actions of the business process. Additionally, the logs contain information about the actions and objects that the business process uses. This information allows you to identify the relationships between objects, between actions and between objects and actions that affect the progress of the process. Among these dependencies there are typical ones that are already reflected in the process model and non-standard ones that reflect the application of experience and knowledge of the knowledge workers. After identifying these dependencies and incorporating them into the knowledge base, they can be used to manage flexible knowledge-intensive business processes with mutable action sequences.

Materials and methods: process mining techniques that are used to build workflow graph.

Results: The concept of automated knowledge base construction in the business process management system is proposed. The concept provides for the analysis of records about the behavior of business processes presented in the log format. The resulting knowledge base is intended for use in managing business processes.

Conclusion: The concept of automated knowledge base construction in business process management system based on the analysis of the behavior of business processes is proposed. The concept includes the phases of formation and addition, as well as the use of the knowledge base in managing flexible knowledge-intensive business processes. The sequence of building a knowledge base involves identifying and formalizing the informal knowledge and experience of business process executors, which led to its non-standard behavior (a non-standard sequence of actions). At the phase of application of the knowledge base, the obtained dependencies are used both for direct management of the business process and for specification of its model. Further elaboration of the concept is connected with the definition of criteria for non-standard behavior, as well as methods for identifying and using knowledge based on the analysis of event logs.

Надійшла до редакції 01.09.2017