

О. В. Чала, к. е. н., доц.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ НЕЯВНИХ ПРОЦЕДУРНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ У ЗНАННЯ-ЄМНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАХ

Виконано аналіз особливостей неявних процедурних залежностей знання-ємних бізнес-процесів. Показано, що такі залежності визначають обмеження на вибір дій процесу, а також додаткові умови для виконання нетипових послідовностей дій. Запропоновано модель неявних процедурних залежностей знання-ємного бізнес-процесу, що містить правила вибору дій процесу в одному з подальших станів процесу з урахуванням умов поточного стану контексту бізнес-процесу, а також обмеження на виконання дій процесу. Запропоновано підхід до формалізації неявних процедурних знань знання-ємного бізнес-процесу на основі аналізу його логу. Підхід передбачає поетапне доповнення явних правил вибору дій процесу формалізованими неявними процедурними залежностями.

Ключові слова: знання-ємний бізнес-процес, інтелектуальний аналіз процесів, процесне управління.

Вступ

Бізнес-процеси (БП) є центральним складником систем процесного управління [1]. За визначенням, бізнес-процесом є послідовність «різних видів діяльності, у межах якої «на вході» використовують один або більше видів ресурсів, і в результаті цієї діяльності «на виході» створюється продукт, що представляє цінність для споживача» [2]. Процесне керування підприємством передбачає побудову моделей бізнес-процесів (БП) та подальше керування бізнес-процесами з використанням цих моделей. У межах процесного керування відбувається постійне вдосконалення моделей бізнес-процесів. Для цього методами інтелектуального аналізу процесів (process mining) формують моделі «як є» тих процесів, що вже виконували. Надалі виконують порівняння апріорної моделі БП у процесній інформаційній системі та моделі «як є», отриманої методами process mining. За результатами такого зіставлення модель бізнес-процесу вдосконалюють. Під час удосконалення до моделі вводять змінені послідовності дій, які відповідають контексту виконання БП.

Модель «як є» бізнес-процесу, що виконується, створюють засобами process mining на основі аналізу логів таких процесів [3, 4]. Лог містить записи про хід виконання БП у вигляді послідовності подій. Модель «як є» звичайно має вигляд workflow-графа, що відображає алгоритм роботи БП. Такі моделі аналізують аналітики з метою виявлення вузьких місць процесу. За результатами аналізу вдосконалюють модель БП.

Однак для такого різновиду бізнес-процесів, як знання-ємні БП [5], традиційні методи та засоби process mining формують спагеті-модель, що має незначну практичну цінність [6, 7]. Графи таких процесів схожі на страву спагеті: вони складаються з великої кількості вершин і дуг між ними, які відображають усі можливі варіанти реалізації БП, незалежно від частоти їх виникнення на практиці.

Витоки розглянутої спагеті-проблеми лежать у структурних особливостях знання-ємних бізнес-процесів (ЗБП). ЗБП має декілька визначень. Проте всі визначення вказують на використання знань виконавців у ході процесу: це «бізнес-процес, який створює цінності лише за умови задоволення вимог до рівня знань учасників процесу» [5], це процес, «виконання якого значною мірою залежить від виконавців як носіїв знань» [8], тому під час побудови моделі ЗБП необхідно враховувати знання, що визначають послідовність дій процесу в поточному контексті [9]. Такі процеси не містять апріорі заданого алгоритму виконання процесу для всіх можливих станів контексту. Зміну заданої в апріорній моделі послідовності дій здійснюють виконавці бізнес-процесу шляхом використання як формальних явних, так і особистих процедурних знань.

Отже, проблема структуризації й моделювання неявних процедурних знань, що визначають послідовність дій процесу в конкретному контексті, є актуальною.

Аналіз досліджень та публікацій

Проблема структуризації й формалізації знань є однією з важливих проблем менеджменту знань. Знання є відображенням уявлення суб'єкта або групи суб'єктів про явища й закономірності зовнішнього світу. Знання складається з сукупності тверджень, що відображають властивості об'єктів, закономірності процесів та явищ, а також логічні зв'язки між цими твердженнями, які можуть бути використані для прийняття рішень [10, 11].

У знання-ємних бізнес-процесах використовують організаційне знання, тобто знання організації, у якій виконують бізнес-процес. Організаційне знання звичайно має дві форми: явну і неявну [12, 13]. Знання в явній формі зазвичай представлені у вигляді документів, формул, бізнес-правил. Неявні знання відображають досвід, навички, інтуїцію людини. Неявне знання важко піддається вербалізації і зазвичай передається людьми під час безпосереднього контакту. Процес перетворення знань із неявної форми в явну називають екстреналізацією [12]. У роботах [12 – 16] виділені загальні властивості неявних знань, а також вплив таких знань на взаємодію між людьми. Зокрема, у роботі [16] аналізують вплив неявного знання на послідовність розв'язання практичних задач людиною. Загалом у цих роботах головна увага приділена структуризації взаємодії між людьми.

Водночас під час процесного керування така неявна взаємодія впливає на ефективність керування цими процесами, але вона не відображена в моделях БП. Тому питання формалізації неявних процедурних залежностей, що визначають послідовність дій знання-ємних бізнес-процесів у конкретному контексті, вимагає подальшого розгляду.

Постановка завдання

Перетворення неявного процедурного знання в явну форму ґрунтується на використанні контексту бізнес-процесу під час виконання послідовностей його дій. Контекст процесу розглядають як оточення або середовище бізнес-процесів, які впливають на їхнє виконання.

Для використання такого неявного знання в системах управління бізнес-процесами необхідно структурувати контекст, виділивши його явний та неявний складники, а також формалізувати неявний складник, визначивши зв'язок між станом контексту та послідовностями дій процесу.

Метою статті є розробка моделі неявних процедурних залежностей між складниками знання-ємного бізнес-процесу, що дозволяє формалізувати можливі й допустимі дії відповідно до стану контексту.

У практичному плані модель процедурних неявних залежностей дозволяє виділити фрагменти моделі ЗБП, виконані в результаті застосування таких знань. І тим самим зробити workflow-моделі знання-ємних процесів придатними для аналізу та використання на основі узагальнення спагеті-подібного графу.

Об'єктом цього дослідження є знання-ємний бізнес-процес. ЗБП відрізняється від традиційних бізнес-процесів з апріорно заданою структурою тим, що порядок його виконання може бути змінений кваліфікованими працівниками під час його реалізації. Такий процес складається з трьох рівнів: рівень контексту; рівень знань; рівень workflow.

Під рівнем контексту БП будемо розуміти сукупність об'єктів, які використовують під час виконання його дій. Наприклад, до контексту бізнес-процесу входять усі ресурсні об'єкти (матеріали, обладнання тощо), потрібні для виконання його дій [17].

Workflow – це абстракція послідовності дій, які виконує під час розв'язання практичної задачі людина чи група людей, механізм тощо. Тому workflow-рівень опису бізнес-процесу містить у собі алгоритм дій, який дозволяє отримати результат бізнес-процесу.

Вибір конкретної послідовності дій залежно від контексту визначають за допомогою

процедурних знань. Неявний складник процедурних знань задає такі правила вибору дій, про які знають лише виконавці. Ці правила не входять до складу апріорної моделі бізнес-процесу. Після екстерналізації (перетворення в явну форму) таких знань вони можуть бути введені до моделі процесу.

Для досягнення мети дослідження розв'язують такі завдання:

- структуризація неявних процедурних знань загалом;
- розробка моделі неявних процедурних залежностей знання-ємного бізнес-процесу;
- розробка підходу до формалізації неявного процедурного знання.

Модель неявних процедурних залежностей

Неявне процедурне знання є складником процедур розв'язання прикладних завдань, які представлені у вигляді набору допустимих послідовностей дій і враховують неформалізовані обмеження в заданій предметній галузі. Цей вид знання відповідає навичкам у природному інтелекті [14]. На практиці таке знання використовують для вибору як окремих дій із розв'язання практичних завдань, так і послідовностей таких дій у заданому контексті.

Зазначимо, що контекст у цьому випадку може бути формалізованим лише частково. Реляційні неявні знання про стан контексту визначають зв'язок між властивостями його об'єктів та правила використання об'єктів контексту.

Виявлення неявних процедурних знань є важливою умовою формалізації багатьох прикладних завдань процесного керування. Наприклад, різниця в ефективності однакових бізнес-процесів, що виконуються в окремих підрозділах транснаціональної корпорації в різних країнах, залежить від неявного процедурного знання. Відмінності у використанні персональних знань призводять, наприклад, до того, що в ідентичних бізнес-процесах тривалість очікування виконавця клієнтами відрізнятиметься.

Виконаний аналіз процедурних неявних знань дозволив виділити такі їхні особливості:

- множина допустимих дій, які використовують під час розв'язання прикладних завдань, звичайно задається в явному (інколи у формальному) вигляді;
- вхідна інформація про контекст виконання дій може бути заданою як у явному, так і в неявному вигляді;
- вибір відповідних дій у конкретному контексті здійснюється на основі неформалізованих процедурних залежностей;
- вихідна інформація, що є результатом вибору та виконання дій із розв'язання прикладних завдань, може бути представлена як у явній, так і в неявній формі.

Контекст виконання дій із розв'язання прикладних завдань може впливати на вибір можливих послідовностей дій двома різними способами.

По-перше, неформалізовані взаємозв'язки між об'єктами контексту можуть задавати додаткові обмеження на реалізацію дій у конкретних умовах предметної галузі.

Призначення таких обмежень може бути різним:

- обмеження типових, але недостатньо ефективних послідовностей дій;
- обмеження (або видалення) таких послідовностей дій, які утрудняють роботу виконавця.

Наведемо приклад таких обмежень. Виконавець-новачок використовує загальноприйняті й не завжди ефективні способи розв'язання завдань, тоді як експерт буде ефективно розв'язувати завдання в комфортному для себе стані.

По-друге, такі залежності між контекстом та діями можуть створювати умови для побудови більш ефективних процедур розв'язання наявних завдань. Зазначені процедури не можуть бути отримані на основі використання тільки явних знань, оскільки останні не повністю характеризують предметну галузь.

Нові підходи до розв'язання практичних завдань визначають приховані раніше властивості сутностей предметної галузі. Це означає, що з екстерналізованих знань про набір

властивостей сутностей і основних знань про предметну галузь можуть бути виведені процедури використання таких сутностей.

Наведена структуризація дозволяє визначити два різновиди неявних процедурних знань:

- неявні обмеження на допустимі в поточному стані предметної галузі послідовності дій;
- неявні умови виконання дій, представлені у формі прихованих відносин між сутностями предметної галузі.

Неявні обмеження додатково виділяють множину допустимих дій у заданому контексті.

Неявні умови задають ланцюжки дій з розв'язання практичних задач, які альтернативні типовим послідовностям.

Як було зазначено вище, ЗБП складається з рівнів контексту Ct , знань Kn та послідовності робіт Wf (workflow): $BP = (Ct, Kn, Wf)$.

Рівень знань такого бізнес-процесу складається з таких залежностей:

- реляційних залежностей між об'єктами контексту R_{Rl} ;
- процедурних залежностей між об'єктами контексту та діями процесу R_{Pc} ;
- комунікативних залежностей між діями різних бізнес-процесів або різних екземплярів одного процесу R_{Cm} .

Для коректного функціонування такого бізнес-процесу потрібно, щоб до його складу входили всі види залежностей:

$$Kn = R_{Rl} \wedge R_{Pc} \wedge R_{Cm} . \quad (1)$$

Кожен із складників рівня знань ЗБП складається з явного та неявного складників, зокрема для процедурних залежностей:

$$R_{Pc} = R_{Pc}^{Tacit} \wedge R_{Pc}^{Ext} , \quad (2)$$

де R_{Pc}^{Tacit} – неявний складник процедурних залежностей ЗБП; R_{Pc}^{Ext} – явний складник процедурних залежностей.

Виконана структуризація показує, що процедурні залежності R_{Pc}^{Tacit} містять у собі правила вибору дій залежно від контексту та обмеження на такі дії:

$$R_{Pc}^{Tacit} = \bigvee_k r_k^{wf} \mid \bigwedge_m r_m^{lim} , \quad (3)$$

де r_k^{wf} – k -правило запуску дії процесу залежно від стану контексту; r_m^{lim} – m -обмеження на виконання дії процесу залежно від стану його контексту.

Деталізуємо вказані правила. Відповідно до підходу, який розглядають, контекст Ct складається з множини об'єктів Af та реляційних неявних залежностей R_{Rl} : $Ct = (Af, R_{Rl})$.

У свою чергу, кожен об'єкт контексту характеризується множиною атрибутів та значень цих атрибутів:

$$af = \{a_i, v_{ij} \mid v_{ij} \in V_i\}, af \in Af , \quad (4)$$

де af – об'єкт контексту ЗБП; a_i – i -атрибут об'єкту; v_{ij} – поточне значення атрибута a_i ; V_i – множина можливих значень атрибута a_i .

Тоді кожне правило вибору дій визначають через атомарні висловлювання над атрибутами об'єктів процесу, за істинності яких виконують відповідну дію:

$$r_k^{wf} = \bigvee_l p_l F^+ wf_s , \quad (5)$$

де p_l – атомарне висловлювання над атрибутами об'єкту; wf_s – логічний опис s -дії процесу;

F^+ – оператор модальної логіки, що визначає істинність формули wf_s у поточному або одному з наступних станів процесу.

Кожне обмеження також визначають через висловлювання над атрибутами процесу, однак істинність обмеження задають, починаючи з поточного стану процесу:

$$r_m^{lim} = \bigvee_l p_l U^+ wf_s, \quad (6)$$

де p_l – атомарне висловлювання над атрибутами об'єкту, що визначає умову обмеження; wf_s – логічний опис s -дії процесу; U^+ – оператор модальної логіки, що визначає істинність умови p_l доти, поки не буде виконано wf_s .

На основі виконаної структуризації й формалізації неявних процедурних залежностей знання-ємного процесу пропонуємо узагальнений похід до його екстерналізації. Цей підхід використовує схему надбання навичок у природному інтелекті, запропоновану в роботі [14].

Така схема передбачає поступове заміщення неявних знань явними шляхом їх екстерналізації під час передачі від носія до носія.

Запропонований підхід до формалізації неявного процедурного знання заснований на використанні сукупності правил вибору дій процесу та обмежень на вибір дій у заданому контексті. Множину таких правил постійно доповнюють шляхом формалізації неявних залежностей між об'єктами контексту бізнес-процесу.

Екстерналізацію знань виконують за допомогою аналізу інформації про бізнес-процеси, реалізовані з використанням неявних процедурних залежностей. Інформацію про виконання БП фіксують у логах. Лог складається з трас. Кожна траса відображає виконання одного примірника процесу у вигляді послідовності подій. Кожна подія відображає стан дії процесу (виконання, завершення, очікування і т. п.) у дискретний момент часу. Подію характеризує набір атрибутів об'єктів, які використовували під час виконання відповідної дії. Запис подій у трасі логу з урахуванням атрибутів об'єктів контексту відображає результати використання неявних знань під час коригування виконання процесу виконавцями. Опис однієї події логу, що ілюструє можливість виявити неявні залежності, наведено на рис. 1.

З цього прикладу видно, що подія логу задає на 3:56 28 січня 2011 року значення атрибутів таких об'єктів:

- організація ("organization involved");
- назва дії процесу ("concept:name");
- продукт, який обробляє процес ("product");
- поточний стан дії процесу ("lifecycle:transition").

```

<event>
  <string key="organization involved"
    value="Org line V7n"/>
  <string key="concept:name"
    value="Accepted"/>
  <string key="product" value="PROD706"/>
  <string key="lifecycle:transition"
    value="In Progress"/>
  <date key="time:timestamp"
    value="2011-02-28T13:46:38+01:00"/>
</event>

```

Рис. 1. Приклад опису події логу

Тобто дія процесу "Accepted" у цьому випадку безпосередньо пов'язана з організацією та продуктом. Обмеження (6) для цієї події має такий вигляд:

$$Organization_involved = "Org\ line\ V7n" \wedge product = "PROD706" \ U^+$$

$$concept_name = "Queued" \wedge lifecycle_transition = "Awaiting\ Assignment".$$

Відповідно до наведеного обмеження, операція розміщення завдання в черзі для

очікування виконавця може бути виконана для продукту "PROD706" в організації "Org line V7n".

Представлена на рис. 1 ілюстративна подія має незначну кількість атрибутів. Звичайно події в логах характеризує більша кількість змінних. Однак навіть наведений приклад показує, що лог процесу містить зв'язки між об'єктами контексту та подіями процесу. Такі зв'язки є результатом вибору дій під час виконання процесу. Цей і зумовлює принципову можливість виявлення неявних процедурних знань на основі аналізу логів.

Для екстерналізації неявних процедурних залежностей можуть бути використані методи інтелектуального аналізу процесів, оскільки вони визначають взаємозв'язок між подіями в часі. Однак вхідні логи для інтелектуального аналізу потребують попередньої фільтрації подій на основі атрибутів об'єктів, пов'язані з подіями логу. Запропонований підхід до формалізації неявного процедурного знання складається з таких етапів (рис. 2).

Етап 1. Відбір явних правил вибору дій процесу відповідно до стану контексту. Такі формалізовані правила задають допустимі послідовності дій під час розв'язання завдань, для яких призначено бізнес-процес. На цьому етапі визначають знання, необхідні для розв'язання завдань типовим способом у найпоширеніших ситуаціях. Під час відбору (виявлення) правил використовують традиційні методи інженерії знань.

На рівні організації загалом такі залежності мають вид бізнес-правил. Бізнес-правило (БПр) становить собою задокументовану вимогу до бізнес-процесу у формі залежності «умова – результат». Також вони деталізують промислові стандарти, управлінські політики на підприємстві [18]. Бізнес-правила можуть визначати твердження про інваріанті особливості діяльності підприємства, тобто залежності R_{RI} відповідно до виразу (1), умови для виконання дій і обмеження на дії бізнес-процесу R_{Pc} , а також комунікативні правила виводу R_{Cm} . Останні пов'язують між собою різні стани одного й того ж або декількох об'єктів, які використовують у діяльності організації. Це дозволяє організувати взаємодію різних бізнес-процесів, які використовують вказані об'єкти.

Форма представлення бізнес-правил залежить від підприємства: від текстових файлів до баз даних у складі спеціалізованих систем управління БПр, наприклад, у середовищі проектування бізнес-правил IBM Industry Models, у середовищі керування правилами ILOG, у середовищі управління вимогами до систем IBM Rational RequisitePro тощо.

Етап 2. Доповнення сформованої на попередньому етапі системи правил екстерналізованими (тобто перетвореними в явну форму) реляційними неявними залежностями відповідно до виразу (2). Неявні залежності відображають властивості об'єктів контексту ЗБП, а також взаємозв'язки між зазначеними властивостями. Реляційні неявні залежності задають додаткові обмеження на застосування вже відомих правил, отриманих на першому етапі.

Явні та неявні залежності розділяють за формою представлення. Явні залежності – це формалізовані залежності, представлені в символічному вигляді. Як було показано вище, під час керування бізнес-процесами такі залежності звичайно відображають особливості діяльності організації і представляються у формі бізнес-правил.

Неявні залежності не можуть бути безпосередньо представлені у вигляді символів, тому що вони відображають практичний досвід виконавців. Вони визначають ті дії, що виконує виконавець у конкретних умовах, у яких виконується бізнес-процес, тому для виявлення таких знань, перетворення їх у явну форму використовують аналіз логів (журналів реєстрації подій) бізнес-процесів. Детальний опис структури логу бізнес-процесу, а також його окремих подій наведено в поясненні до рис. 1. Лог бізнес-процесу зазвичай міститься у текстовому або xml-файлі.

Загалом питання формалізації реляційних неявних залежностей виходять за межі цієї

роботи. Однак слід зазначити, що в таких залежностях не враховано зміну зв'язків у часі, і тому для їх знаходження доцільно використовувати методи data mining.

Кожна з подій у вхідному журналі характеризується значенням атрибутів об'єктів контексту, які використовувались бізнес-процесом у відповідний момент часу, як показано на рис. 2. Зв'язки між об'єктами можуть бути отримані за допомогою відомих алгоритмів пошуку асоціативних правил, наприклад Apriori. У результаті виконання цього етапу виявляють додаткові зв'язки між об'єктами контексту, відсутні у множині бізнес-правил підприємства.

Після верифікації отриманих залежностей бізнес-аналітиком їх доцільно розглядати як твердження про інваріанті особливості діяльності підприємства, і тому вони можуть бути внесені до відповідного набору бізнес-правил.

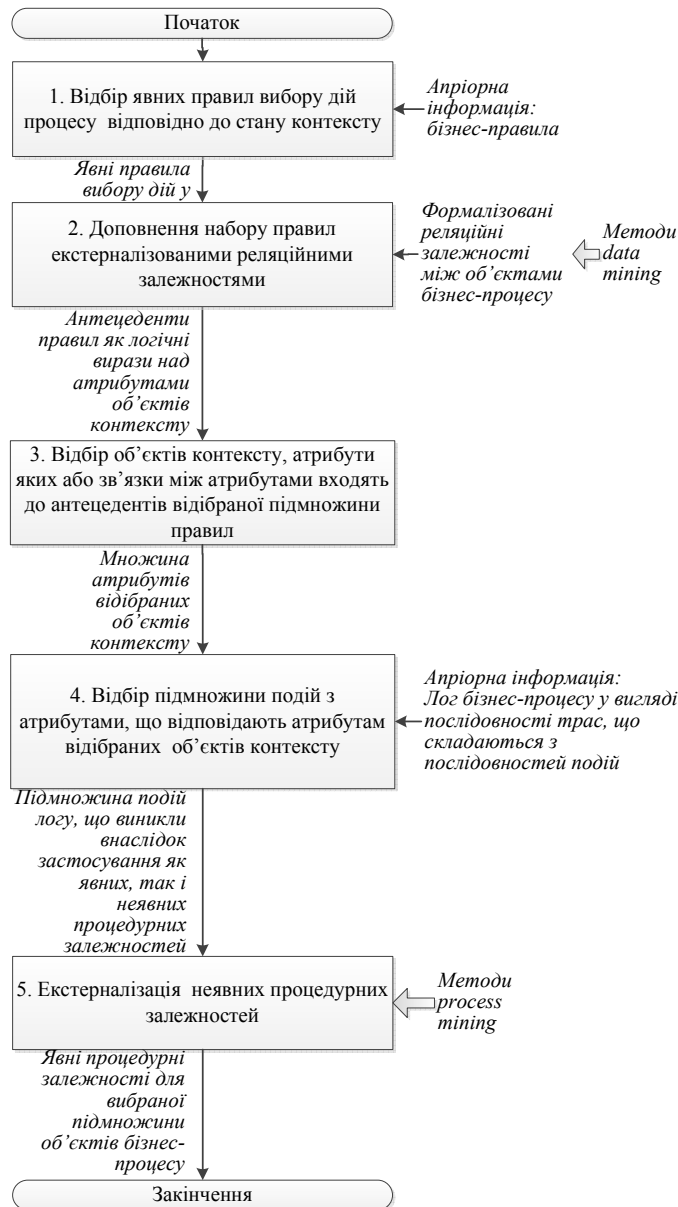


Рис. 2. Етапи підходу до екстерналізації неявних залежностей

Етап 3. Визначення підмножини об'єктів контексту, атрибути яких використовують правила вибору дій процесу. Іншими словами, від атрибутів подій, приклад яких наведено на рис. 2, потрібно перейти до атрибутів об'єктів (4). Зазначимо, що кожна подія містить атрибути різних об'єктів. Приклад наведено в поясненні до рис. 2. Такі об'єкти і входять до результувальної підмножини. Це дозволить сформулювати антецедент виявлених правил з Наукові праці ВНТУ, 2016, № 4

атрибутів відібраних об'єктів контексту.

Неявні процедурні знання містять умови виконання дій, які можуть бути істинні лише в певні моменти часу, тобто такі знання мають темпоральний складник, і тому множина об'єктів контексту формується як за темпоральними, так і за об'єктними ознаками.

Етап 4. Фільтрація логу: вибір підмножини подій з атрибутами, що відповідають вибраним атрибутам об'єктів контексту. Із прикладу опису події, наведеному на рис. 1, видно, що кожна подія містить значення атрибутів для кінцевої, звичайно обмеженої, кількості об'єктів контексту, тому відбір атрибутів є тривіальним завданням з практичного погляду.

Етап 5. Визначення (тобто перетворення в явну форму) неявних процедурних залежностей (5), (6) методами process mining. У якості вхідних даних виступає підмножина подій вхідного логу, відфільтрована за визначеними атрибутами на етапі 4.

Оскільки дії процесу представлені своїми атрибутами в описі подій логу (рис. 1), то для пошуку процедурних залежностей на основі аналізу атрибутів подій також, як і на етапі 2, доцільно використати методи data mining.

Запропонований підхід до побудови представлення процедурних знань шляхом об'єднання явного і неявного складників спрямований як на визначення залежностей, що дозволяють ефективно розв'язати практичну задачу, так і правил, які обґрунтовують ефективність такої послідовності дій у конкретних ситуаціях.

Подальший розвиток підходу пов'язаний з організацією логічного виводу на явних і формалізованих неявних процедурних знаннях із метою визначити ефективні залежні від контексту послідовності дій ЗБП.

Висновки

Виконано аналіз особливостей неявних процедурних залежностей ЗБП.

Показано, що такі залежності визначають обмеження на вибір дій процесу, а також додаткові умови для виконання нетипових послідовностей дій з метою розв'язати функціональну задачу, для розв'язання якої призначений знання-ємний бізнес-процес.

Запропоновано модель неявних процедурних залежностей знання-ємного бізнес-процесу, яка містить правила вибору дій процесу в одному з подальших станів процесу з урахуванням умов поточного стану контексту бізнес-процесу, а також обмежень на виконання дій процесу.

Запропоновано підхід до формалізації неявних процедурних залежностей знання-ємного бізнес-процесу на основі аналізу його логу. Підхід передбачає поетапне доповнення явних правил вибору дій процесу формалізованими неявними процедурними залежностями.

Отримані модель і підхід служать теоретичною основою для побудови контекстно залежного представлення неявних знань. Таке представлення дозволяє виконати екстерналізацію неявних залежностей бізнес-процесу шляхом аналізу атрибутів подій його логів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Weske M. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures / M. Weske. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. – 403 p.
2. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Д. Чампи ; пер. с англ. Ю. Е. Корнилович. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2006. – 288 с.
3. Van der Aalst Wil M. P. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes / Wil M. P. van der Aalst. – Springer Berlin Heidelberg, 2011. – 352 p.
4. Van der Aalst Wil M. P. Process Mining in the Large: A Tutorial / Wil M. P. van der Aalst // Business Intelligence. – Springer Science + Business Media. – 2014. – P. 33 – 76.
5. Gronau N. Modeling and Analyzing knowledge intensive business processes with KMDL: Comprehensive insights into theory and practice (English) / N. Gronau. – Gito, 2012. – 522 p.
6. Process Mining: Discovering and Improving Spaghetti and Lasagna Processes [Електронний ресурс] / Wil M. P. Наукові праці ВНТУ, 2016, № 4

- van der Aalst // IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining, Paris, France. – April, 2011. – Режим доступу: <http://www.wis.win.tue.nl/~wvdaalst/publications/p615.pdf>.
7. Görg C. Visual Representations / C. Görg, M. Pohl, E. Qeli, K. Xu // Human-Centered Visualization Environments. – Springer Science + Business Media. – 2007 – P. 163 – 230.
8. Vaculin R. Declarative business artifact centric modeling of decision and knowledge intensive business processes / R. Vaculin, R. Hull, T. Heath, C. Cochran, A. Nigam, P. Sukaviriya // 15th IEEE IntConf on Enterprise Distr. Object Computing. – 2011. – P. 151– 160.
9. Gronau N. A Proposal to Model Knowledge in Knowledge-Intensive Business Processes / N. Gronau, C. Thim, A. Ullrich, G. Vladova, E. Weber // BMSD.-Rhodes, Greece. – 20-22 June 2016. – Vol. 16. – P. 98 – 103.
10. McInerney C. Knowledge Management and the Dynamic Nature of Knowledge / C. McInerney // Journal of the American Society for Information Science and Technology. – 2002. – № 53 (12) . – P. 1009 –1018.
11. Dalkir K. Knowledge Management in Theory and Practice / K. Dalkir. – MIT Press, 2011. – 477 p.
12. Nonaka I. The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation / I. Nonaka, H. Takeuchi. – Oxford University Press, 1995. – 284 p.
13. Smith E. A. The role of tacit and explicit knowledge in the workplace / E. A. Smith // Journal of Knowledge Management. – 2001. – № 5 (4). – P. 311 – 321.
14. Principles for implicit learning [Електронний ресурс] / A. Cleeremans // Séminaire de Recherche en Sciences Cognitives. – 1996. – Режим доступу: <http://axc.ulb.be/uploads/2015/11/96-principles.pdf>.
15. Gascoigne N. T. Tacit knowledge / N. Gascoigne, T. Thornton. – Acumen, 2013. – 207 p.
16. Collins H. Tacit and Explicit Knowledge / H. Collins. – The University of Chicago Press, 2010. – 186 p.
17. Business Artifacts with Guard-Stage-Milestone Lifecycles: Managing Artifact Interactions with Conditions and Events [Електронний ресурс] / R. Hull, E. Damaggio, R. De Masellis // Preprint to appear in Intl. Conf. on Distributed Event-Based Systems (DEBS), – 2011. Режим доступу: <http://researcher.watson.ibm.com/researcher/files/us-hull/Hull-et-al-on-GSM-in-DEBS-2011-preprint.pdf>.
18. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению / К. Вигерс. – М. : Русская Редакция, 2004. – 576 с.

Чала Оксана Вікторівна – к. е. н., доцент, доцент кафедри інформаційних управляючих систем, e-mail: oksana.chala@nure.ua.

Харківський національний університет радіоелектроніки.