

АНАЛІЗ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕФЕРЕНТНИХ МОДЕЛЕЙ

Анотація. Розглядаються основні особливості використання моделей бізнес-процесів з метою накопичення, зберігання та поширення знань про діяльність організації. Висвітлюються питання повторного використання моделей бізнес-процесів для проектування нових або вдосконалення існуючих бізнес-процесів організації, зокрема використання референтних моделей, що являють собою еталонну схему організації бізнесу, перевірену на практиці у різних організаціях по всьому світу. Оскільки колекції моделей бізнес-процесів сучасних організацій можуть містити сотні або тисяч моделей, актуальною проблемою стає вибір варіантів побудови діючого бізнес-процесу для формування рекомендацій щодо його подальшого вдосконалення. Зважаючи на це, розглядається підхід до вибору референтних моделей бізнес-процесів, які схожі з діючими бізнес-процесами організації, його особливості на недоліки. Для опису моделей бізнес-процесів пропонується використовувати моделі представлення знань, а також пропонується визначення міри схожості відповідних описів моделей бізнес-процесів.

Ключові слова: модель бізнес-процесу, референтна модель, знання, колекція моделей бізнес-процесів, схожість моделей бізнес-процесів.

Abstract. The basic features of business process models, which are using in order to collect, store, and share organizational knowledge, have been considered. The issues, related to the business process models reusing in order to design new or enhance existing business processes, have been considered. These issues are also related to reference models, which provide reference scheme of business organization, proved in practice in different organizations all over the world. Since business process models collections of modern organizations may contain hundreds or even thousands of models, the problem, related to the selection of variants of current business process design in order to develop recommendations for its further enhancement, becomes relevant. Therefore, the approach to selection of reference business process models, which are similar to the current organizational business processes, and its features and drawbacks have been considered. Knowledge representation models have been proposed for using in order to describe business process models. The

definition of similarity measure among the considered descriptions of business process models has been proposed.

Keywords: business process model, reference model, knowledge, business process model collection, business process model similarity.

Вступ та постановка задачі. Концепція управління бізнес-процесами BPM (Business Process Management) є одним з найбільш важливих інструментів управління, що дозволяє організаціям задовольняти свої бізнес-цілі та досягати конкурентної переваги [1].

Однією з основних особливостей концепції BPM є моделювання бізнес-процесів. Зокрема, цикл BPM (рис. 1) включає моделювання, виконання, аналіз та вдосконалення бізнес-процесів організації.

Зважаючи на те, що більшість сучасних організацій, відповідно до концепції BPM, для представлення, накопичення та поширення знань про свою діяльність застосовують моделювання бізнес-процесів, колекції моделей бізнес-процесів даних організацій постійно зростають та можуть містити сотні або навіть тисячі моделей бізнес-процесів [2].

Використання колекції створених моделей бізнес-процесів організації в рамках циклу управління бізнес-процесами (рис. 1) відкриває такі можливості, як накопичення, видобування та поширення знань про діяльність організації, а також повторне використання моделей бізнес-процесів (кращих практик) з метою проектування нових або вдосконалення існуючих бізнес-процесів.

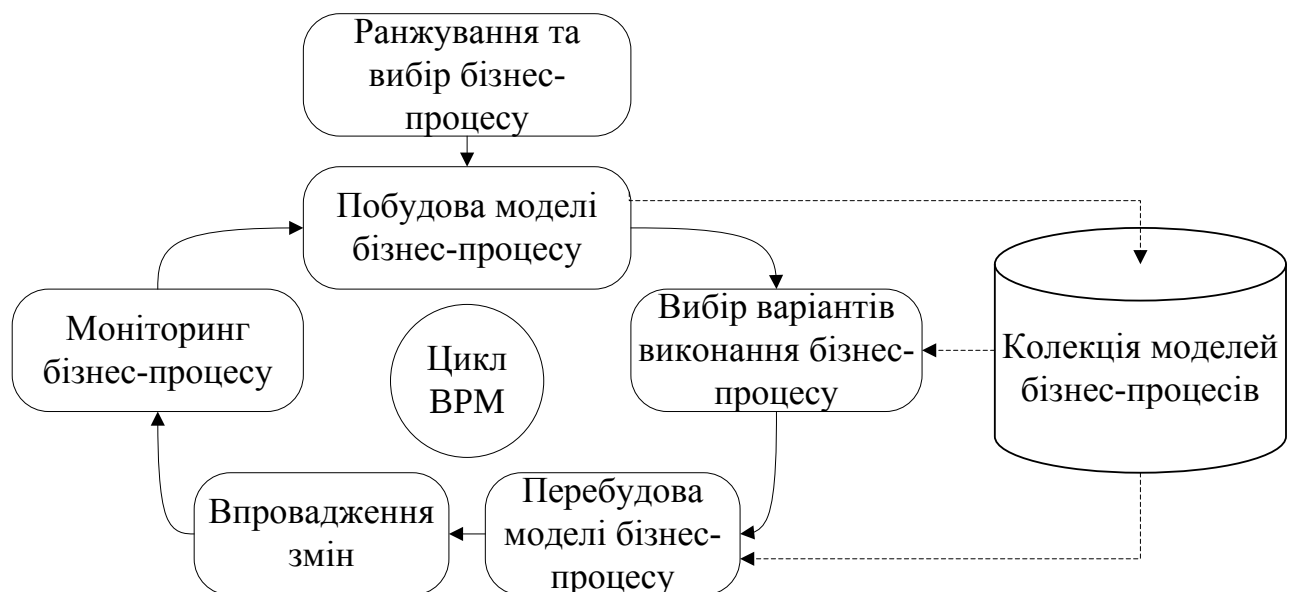


Рис. 1. Місце та роль колекції моделей бізнес-процесів у життєвому циклі BPM

Однак управління великим обсягом організаційних знань, представлених у колекції моделей бізнес-процесів, є складною задачею. Можливе виникнення проблем під час вибору схожих моделей бізнес-процесів (варіантів виконання), управління версіями моделей бізнес-процесів, підтримки узгодженості під час колективної роботи над моделями бізнес-процесів [2].

Згідно з проведеними у даному напрямку дослідженнями [1, 2], існуючі рішення не надають достатніх можливостей щодо підтримки повторного використання моделей бізнес-процесів. Отже, виникає необхідність проведення подальших досліджень у даному напрямку.

Основна частина. Щодо питання повторного використання моделей бізнес-процесів, сучасна практика організаційного управління передбачає використання так званих референтних моделей. Вони являють собою еталонну схему організації бізнесу, розробляються для конкретних галузей на основі досвіду впровадження в різних організаціях по всьому світу та включають перевірені на практиці процедури і методи організації управління.

У референтних моделях визначені типові бізнес-процеси та їх показники, горизонтальні та вертикальні зв'язки, а також бізнес-правила, що діють в різних областях. Однією з таких моделей є референтна модель операцій у ланцюжках постачання SCOR (Supply-Chain Operations Reference) [3].

На сьогоднішній день модель SCOR (рис. 2) використовується у якості міжнародного міжгалузевого стандарту планування та управління ланцюжками поставок. Модель SCOR визначає три рівні показників.

Перший рівень показників використовують для діагностики загального стану логістичної системи. Ці показники також відомі як стратегічні показники і ключові показники ефективності KPI (Key Performance Indicators). Аналіз показників цього рівня допомагає встановити реалістичні цілі, які підтримують стратегічні цілі.

Другий рівень показників моделі SCOR служить для діагностики бізнес-процесів першого рівня моделі. Діагностична взаємодія допомагає визначити першопричину або сукупність причин зниження ефективності бізнес-процесів першого рівня.

Показники третього рівня моделі SCOR служать для діагностики бізнес-процесів другого рівня моделі. Аналіз показників від першого до третього рівнів називається розкладанням. Розкладання допомагає визначити бізнес-процеси (що поєднані з показниками першого і другого рівнів), які потребують більш детального розгляду [3].

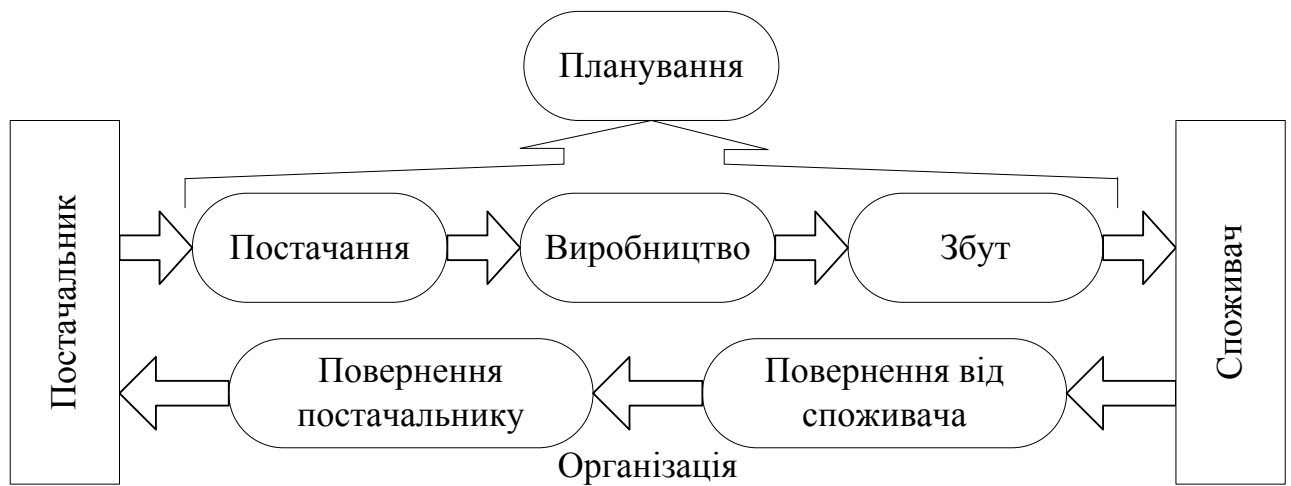


Рис. 2. Основні бізнес-процеси, визначені моделлю SCOR

Бізнес-процеси, пов'язані з постачанням продукції займають важливе місце в структурі організації. На сучасному етапі економічного розвитку як ніколи гостро постає питання розвитку логістики та управління ланцюжками поставок. Зазначена проблема визначає актуальність управління логістичними бізнес-процесами організації, одним з яких є бізнес-процес постачання (рис. 3), та їх постійного вдосконалення. Зважаючи на це, на основі моделі SCOR у роботі [3] було запропоновано підхід до формування рекомендацій щодо удосконалення бізнес-процесів, пов'язаних з постачанням продукції.

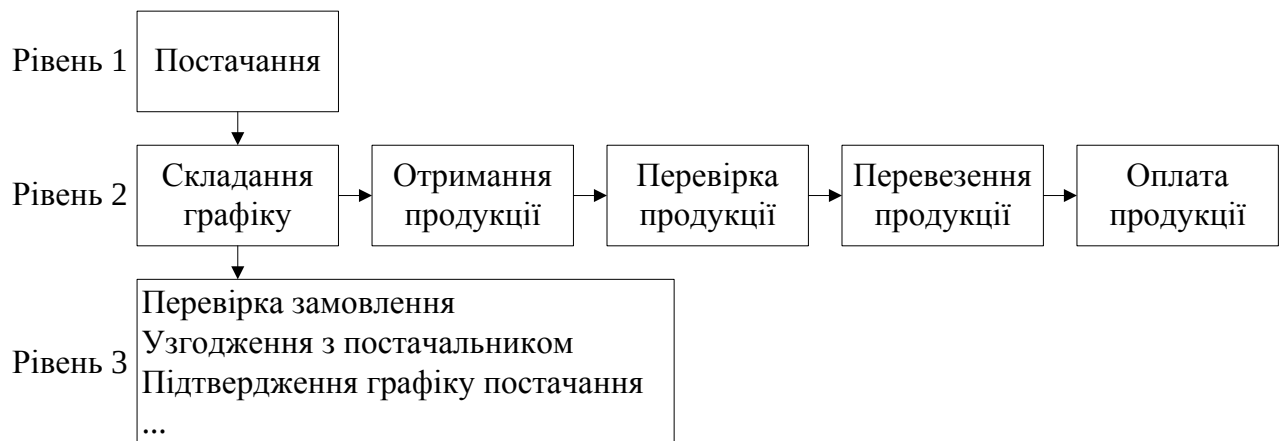


Рис. 3. Структура бізнес-процесу постачання згідно з моделлю SCOR

Для формування рекомендацій щодо вдосконалення бізнес-процесу постачання продукції окрім моделі SCOR також можуть бути використані інші референтні моделі, що засновані на світовому досвіді впровадження в різних організаціях, та містять перевірені на практиці процедури і методи організації управління [4]:

1) 17-процесна модель типових бізнес-процесів організації (рис. 4);

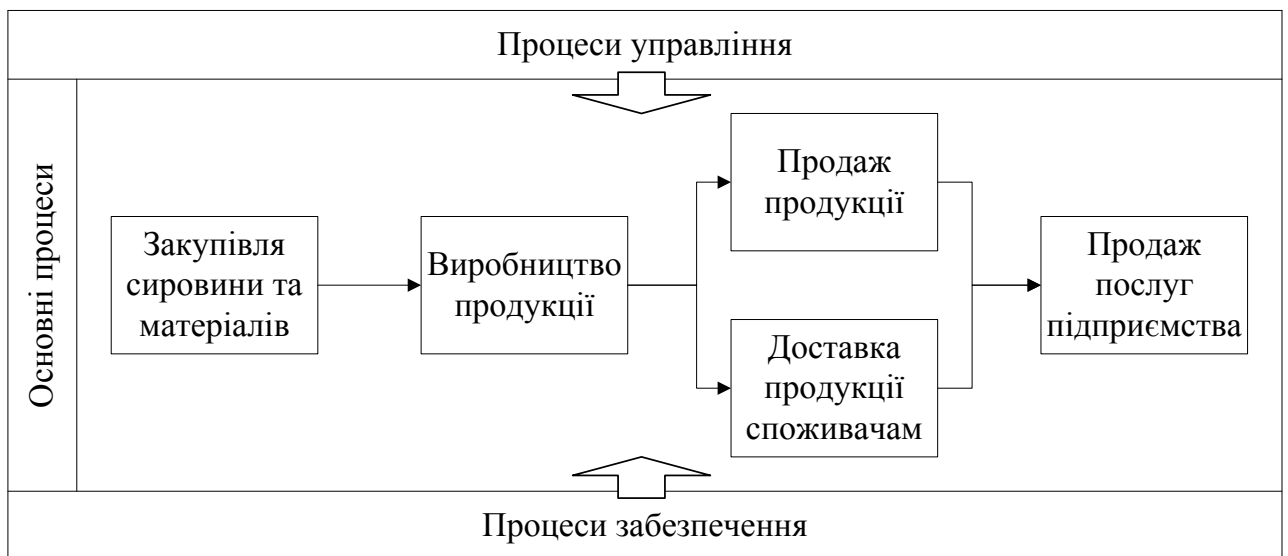


Рис. 4. Основні бізнес-процеси, визначені 17-процесною моделлю

2) 8-процесна модель організації BKG Profit Technology (рис. 5);

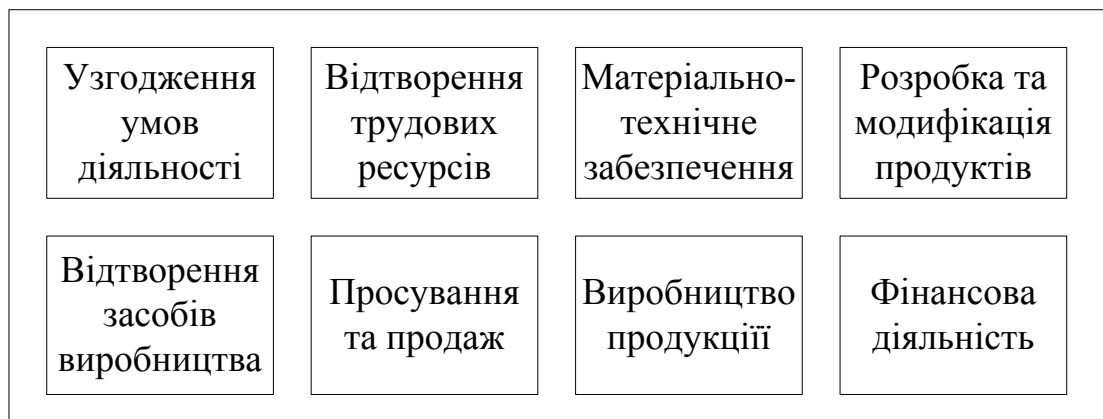


Рис. 5. Бізнес-процеси, визначені 8-процесною моделлю

3) модель IBL (International Business Language) (рис. 6);

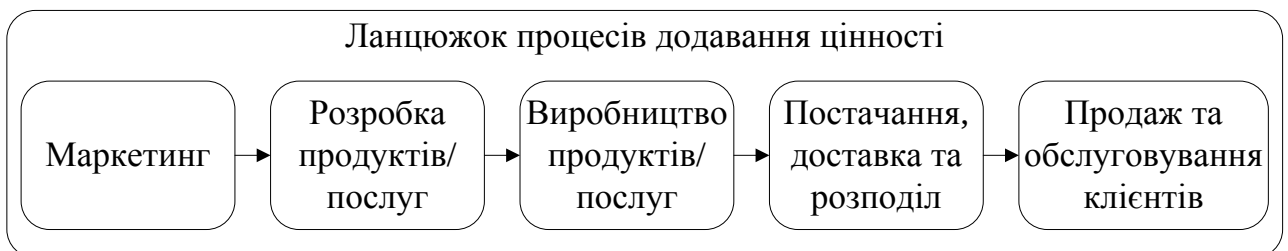


Рис. 6. Основні бізнес-процеси, визначені моделлю IBL

4) 21-процесна модель типових бізнес-процесів організації (рис. 7);

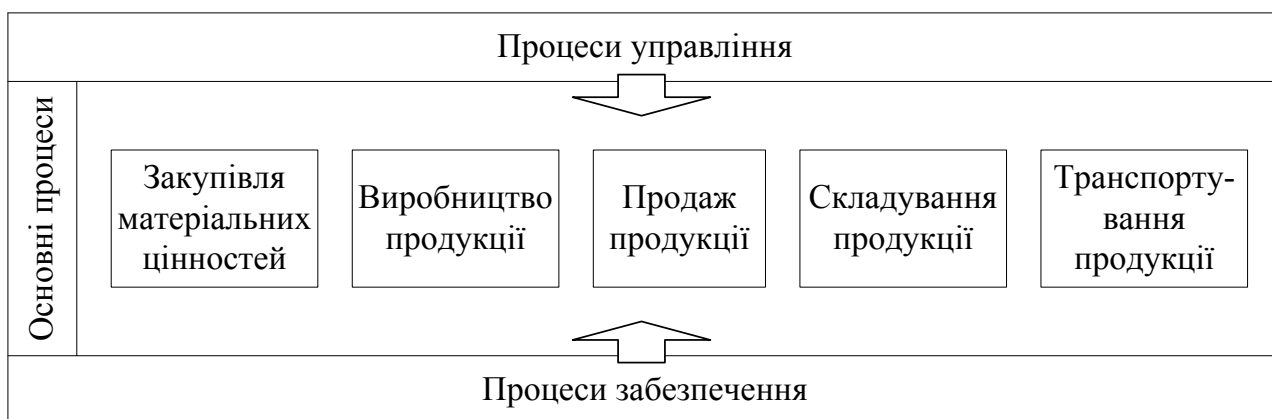


Рис. 7. Основні бізнес-процеси, визначені 21-процесною моделлю

5) модель OBM (Oracle Business Model) (рис. 8);

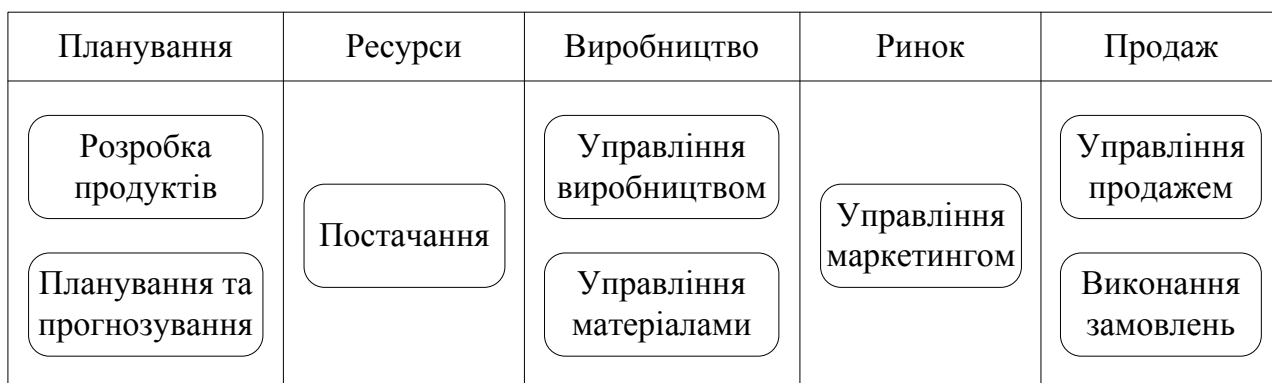


Рис. 8. Основні бізнес-процеси, визначені моделлю OBM

6) модель VCM (Value Chain Model) (рис. 9);



Рис. 9. Основні бізнес-процеси, визначені моделлю VCM

7) 13-процесна модель APQC (American Productivity and Quality Center) (рис. 10).

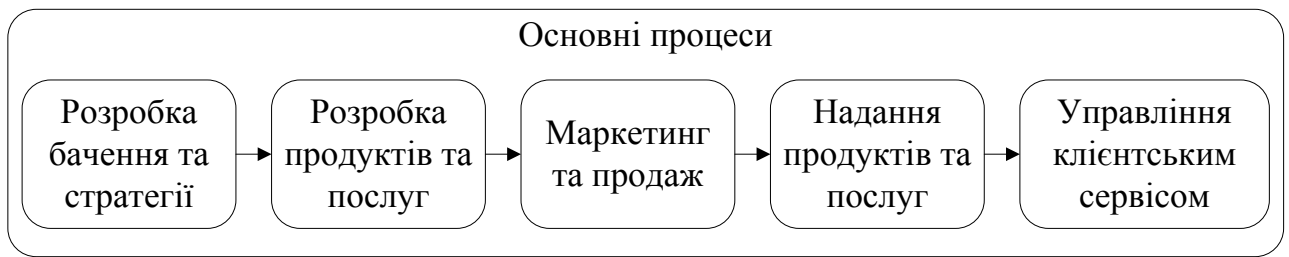


Рис. 10. Основні бізнес-процеси, визначені моделлю ARQS

Відповідно до концепції BPM, та, зокрема, повторного використання моделей бізнес-процесів, користуючись найкращими практиками управління організацією, в роботі [4] було запропоновано підхід до вибору референтних моделей бізнес-процесів, схожих з діючими бізнес-процесами організації, в основі якого полягає алгоритм виділення зв'язкових компонент.

Даний алгоритм являє собою алгоритм кластеризації, що базується на теорії графів. Перевагою використання графового алгоритму кластеризації є наочність, відносна простота реалізації та можливість вносити різноманітні вдосконалення, спираючись на геометричні міркування.

В даному випадку, в якості об'єктів кластеризації $BP_0, BP_1, \dots, BP_n$ використовуються моделі бізнес-процесів у кількості $n + 1$, кожен з яких можна описати за допомогою множини функцій (робіт, етапів бізнес-процесу):

$$BP_i = \{F_1^i, F_2^i, \dots, F_m^i\}, i \in \overline{0, n},$$

де m – кількість функцій моделі бізнес-процесу BP_i .

При цьому модель BP_0 являє собою модель діючого бізнес-процесу організації, який потребує вдосконалення на основі використання рекомендацій референтних моделей бізнес-процесів $BP_1, \dots, BP_n$.

Таким чином, згідно з алгоритмом виділення зв'язкових компонент, з вибірки моделей бізнес-процесів $BP_0, BP_1, \dots, BP_n$ необхідно виділити кластер BP^* схожих моделей $BP_i \in \overline{1, n}$ бізнес-процесів на задану модель BP_0 .

Відповідно до алгоритму виділення зв'язкових компонент, задається деякий параметр R і в графі видаляються усі ребра (i, j) , а в даному випадку – ребра $(i, 0)$, для яких відстань між моделями бізнес-процесів $\rho(BP_i, BP_0) > R$.

Сполученими залишаються тільки найбільш схожі пари моделей бізнес-процесів. Після виконання процедури кластеризації єдина зв'язкова компонента вихідного графу BP буде являти собою отриманий кластер BP^* схожих

моделей $BP_i, i \in \overline{1, n}$ бізнес-процесів на задану модель BP_0 , а решта моделей бізнес-процесів будуть являти собою ізольовані вершини графу (рис. 11).

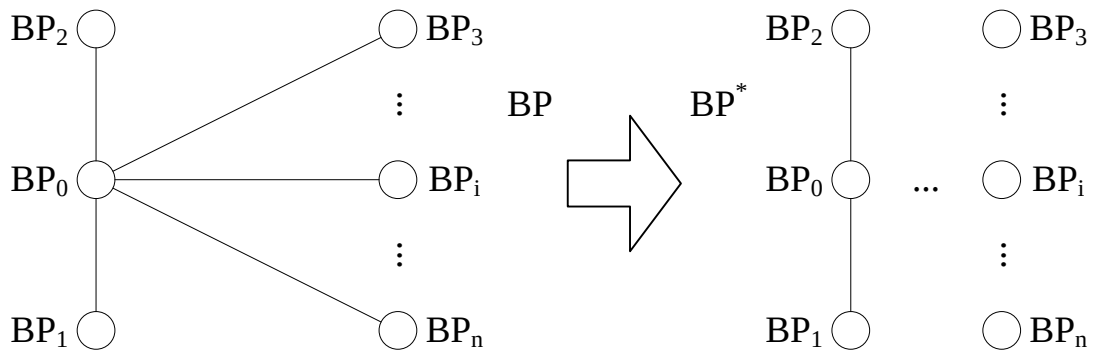


Рис. 11. Вибірка моделей бізнес-процесів у вигляді графу

Значення параметру R пропонується визначати, виходячи з необхідної схожості моделей бізнес-процесів $\rho^*(BP_i, BP_0)$. Таким чином, значення R може бути отримано за допомогою наступного виразу:

$$R = 1 - \rho^*(BP_i, BP_0).$$

Отже, референтні моделі бізнес-процесів, що увійшли до кластеру BP^* , можуть бути використані для формування рекомендацій щодо вдосконалення діючого бізнес-процесу організації, описаного за допомогою моделі BP_0 .

Відомо достатньо мір, які дозволяють визначити відстань між об'єктами, основними з яких є наступні:

- 1) евклідова відстань $\rho(x, x') = \sqrt{\sum_i (x_i - x'_i)^2}$;
- 2) квадрат евклідової відстані $\rho(x, x') = \sum_i (x_i - x'_i)^2$;
- 3) манхеттенська відстань $\rho(x, x') = \sum_i |x_i - x'_i|$;
- 4) відстань Чебишева $\rho(x, x') = \max_i |x_i - x'_i|$;
- 5) ступенева відстань $\rho(x, x') = \sqrt[p]{\sum_i (x_i - x'_i)^p}$.

Усі наведені міри використовують так звані чисельні характеристики, якими не може бути описана модель бізнес-процесу. Звичайно, за чисельні характеристики моделі бізнес-процесу можуть бути прийняті її топологічні властивості (кількість символів, кількість зв'язків, і т. п.). Проте, в такому разі,

кластеризація не дасть очікуваних результатів – до кластеру BP^* будуть відібрані моделі бізнес-процесів, які схожі на модель BP_0 за топологією, але не за змістом.

Тому, в дослідженні [4] для визначення відстані між моделями бізнес-процесів BP_0 та $BP_i, i \in \overline{1, n}$, кожна з яких представляє собою множину функцій $BP_i = \{F_1^i, F_2^i, \dots, F_m^i\}$, було запропоновано використовувати коефіцієнт Жаккара. Даний коефіцієнт в різних модифікаціях та записах активно використовується в екології, геоботаніці, молекулярній біології, біоінформатиці, геноміці, протеїноміці, інформатиці та інших галузях.

Коефіцієнт Жаккара представляє собою бінарну міру схожості множин A та B , та у загальному вигляді описується за допомогою наступного виразу:

$$K_J = \frac{|A \cap B|}{|A| + |B| - |A \cap B|} = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}.$$

Міра відмінності, коеквівалентна мірі схожості Жаккара, є відстанню. Цю міру відмінності можна застосовувати для визначення відстані між моделями бізнес-процесів:

$$\rho(BP_i, BP_0) = 1 - \frac{|BP_i \cap BP_0|}{|BP_i| + |BP_0| - |BP_i \cap BP_0|} = 1 - \frac{|BP_i \cap BP_0|}{|BP_i \cup BP_0|}, i \in \overline{1, n}.$$

Існує достатньо різних мір схожості множин (коефіцієнти Серенсена, Кульчинського, Отіаї, Шимкевича-Сімпсона, Браун-Бланке), які можуть бути використані для визначення відстані між моделями бізнес-процесів. Так, наприклад, замість коефіцієнту Жаккара може бути застосований коефіцієнт Серенсена:

$$K_S = \frac{2 \cdot |A \cap B|}{|A| + |B|}.$$

Для визначення відстані між моделями бізнес-процесів на основі коефіцієнта Серенсена, необхідно використати наступний вираз:

$$\rho(BP_i, BP_0) = 1 - \frac{2 \cdot |BP_i \cap BP_0|}{|BP_i| + |BP_0|}, i \in \overline{1, n}.$$

На основі запропонованого підходу до вибору референтних моделей бізнес-процесів була виконана кластеризація моделей бізнес-процесів, мета якої – отримати найбільш схожі варіанти побудови бізнес-процесу постачання сировини та матеріалів (рис. 12), які можуть бути використані для формування рекомендацій щодо його вдосконалення.

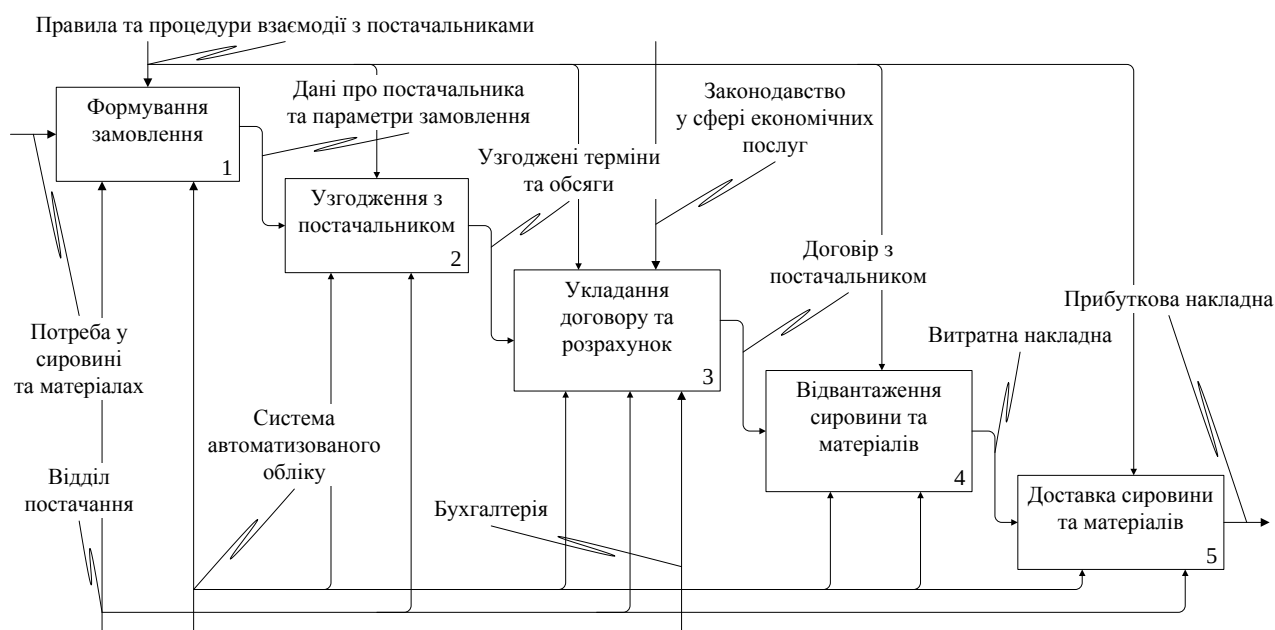


Рис. 12. Модель бізнес-процесу постачання сировини та матеріалів

Кластеризація моделей бізнес-процесів була виконана за допомогою розробленого програмного забезпечення, описаного в роботі [4]. Результати кластеризації наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати кластеризації моделей бізнес-процесів

Референтна модель	Схожість з аналізованою моделлю, %	Схожість з аналізованою моделлю	Відстань до аналізованої моделі
17-процесна	75%	0,75	0,25
8-процесна	42%	0,42	0,58
SCOR	30%	0,30	0,70
IBL	30%	0,30	0,70
21-процесна	27%	0,27	0,73
OBM	25%	0,25	0,75
VCM	10%	0,10	0,90
13-процесна	9%	0,09	0,91

Результати кластеризації (табл. 1) свідчать про те, що найбільш схожим варіантом побудови бізнес-процесу постачання сировини та матеріалів (рис. 12), якщо бажана схожість моделей буде не нижчою за 70%, є бізнес-процес

закупівлі сировини та матеріалів 17-процесної моделі типових бізнес-процесів організації.

Модель, побудована з використанням мови ArchiMate, демонструє рекомендації 17-процесної моделі типових бізнес-процесів організації щодо побудови бізнес-процесу закупівлі сировини та матеріалів (рис. 13).

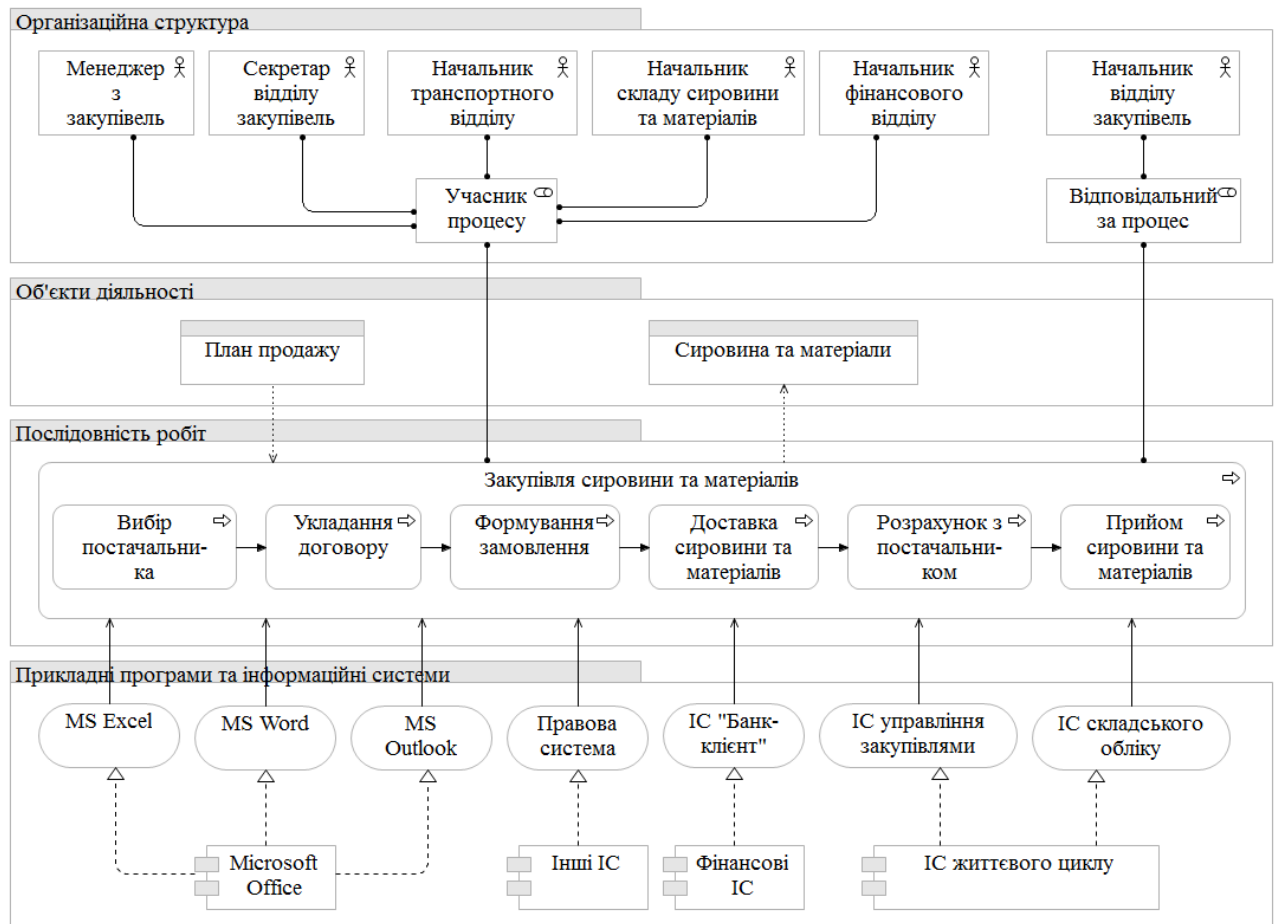


Рис. 13. Рекомендації 17-процесної моделі щодо побудови бізнес-процесу закупівлі сировини та матеріалів

Отримані рекомендації стосуються:

- 1) організаційної структури (відповідальні за бізнес-процес та його учасники);
- 2) об'єктів діяльності (вхідні та вихідні зв'язки бізнес-процесу);
- 3) послідовності та змісту робіт (функцій, етапів) бізнес-процесу;
- 4) прикладних програм та інформаційних систем (ІС), які застосовуються для підтримки виконання бізнес-процесу;
- 5) ключових показників ефективності (KPI) бізнес-процесу.

Таким чином, розглянутий підхід до вибору референтних моделей бізнес-процесів містить недоліки, основними з яких є наступні:

- 1) під час визначення схожості моделей бізнес-процесів враховуються лише окремі об'єкти потоку процесу – функції (роботи, етапи бізнес-процесу);
- 2) моделі бізнес-процесів, які представляють знання про діяльність організації, можуть бути описані за допомогою різноманітних нотацій та мов моделювання.

Зазначені недоліки пов'язані між собою та можуть бути вирішені завдяки більш детальному формальному представленню моделі бізнес-процесу, аніж у вигляді множини функцій $BP_i = \{F_1^i, F_2^i, \dots, F_m^i\}$.

У загальному випадку модель бізнес-процесу повинна давати відповіді на наступні питання:

- 1) які функції (роботи, етапи) необхідно виконати для отримання заданого кінцевого результату;
- 2) в якій послідовності виконуються ці функції;
- 3) які механізми контролю та управління існують в рамках розглянутого бізнес-процесу;
- 4) хто виконує функції бізнес-процесу;
- 5) які вхідні документи/інформацію використовує кожна процедура процесу;
- 6) які вихідні документи/інформацію генерує функція бізнес-процесу;
- 7) які ресурси необхідні для виконання кожної функції бізнес-процесу;
- 8) яка документація/умови регламентує виконання функції;
- 9) які показники характеризують виконання функцій процесу.

Найбільш поширеними нотаціями моделювання бізнес-процесів є наступні:

- 1) IDEF0 (Integrated Definition) – нотація, яка застосовується для побудови функціональної або концептуальної моделі системи, та відображає функції (роботи), а також потоки інформації та матеріальних об'єктів.;
- 2) DFD (Data Flow Diagram) – нотація, призначена для опису потоків даних, які обробляються роботами або підпроцесами;
- 3) BPMN (Business Process Model and Notation) – нотація, яка дозволяє здійснювати моделювання бізнес-процесів у BPM-системах за допомогою подій, дій (робіт), логічних операторів та потоків управління;
- 4) ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) EPC (Event-driven Process Chain) – нотація опису ланцюжка процесу, керованого подіями, яка

призначена для опису бізнес-процесу у вигляді потоку послідовно виконуваних робіт.

Отже, в спрощеному вигляді модель бізнес-процесу може бути описана за допомогою наступного виразу:

$$\text{BPModel} = (\text{FlowObjects}, \text{ConnectingObjects}),$$

де FlowObjects – множина об'єктів потоку бізнес-процесу (роботи, підпроцеси, події, логічні оператори); ConnectingObjects – множина з'єднуючих об'єктів (потоки послідовності).

Таким чином, множина об'єктів потоку бізнес-процесу FlowObjects буде мати наступний вигляд:

$$\text{FlowObjects} = \text{Activities} \cup \text{Sub Processes} \cup \text{Events} \cup \text{Gateways},$$

де Activities – множина робіт (функцій, дій) бізнес-процесу; Sub Processes – множина підпроцесів; Events – множина подій; Gateways – множина логічних операторів.

В залежності від нотації моделювання, за допомогою якої було описано бізнес-процесу, деякі об'єкти потоку можуть бути відсутніми. Так, наприклад, для моделей бізнес-процесів, описаних за допомогою нотацій IDEF0 або DFD, множини подій Events та логічних операторів Gateways будуть порожніми, оскільки дані нотації не передбачають застосування таких об'єктів потоку.

Оскільки моделювання бізнес-процесів застосовуються організаціями для представлення, накопичення та поширення знань про їх діяльність, для опису моделей бізнес-процесів, з метою їх накопичення та подальшого повторного використання для проектування нових або вдосконалення існуючих бізнес-процесів, пропонується використовувати модель представлення знань RDF (Resource Description Framework).

Модель представлення знань RDF заснована на твердженнях, що називаються триплетами, у вигляді «суб'єкт-предикат-об'єкт», зручному для машинної обробки. Набір таких тверджень представляє собою помічений орієнтований граф, завдяки чому модель RDF вважається найбільш прийнятною для представлення знань у порівнянні з іншими реляційними або онтологічними моделями. Зберігання триплетів RDF здійснюється на основі реляційних баз даних або спеціальних сховищ, які називаються triplestores. Одним з open-source рішень, яке включає усі необхідні компоненти для зберігання та роботи з RDF графами, є Java фреймворк Apache Jena.

Для опису моделі представлення знань RDF використовується набір класів та властивостей, який називається схемою RDF (RDF Schema). Отже,

розглянемо схему RDF, призначену для опису моделей бізнес-процесів за допомогою RDF графів, яка була побудована на основі розглянутого вище опису моделі бізнес-процесу BPMModel (рис. 14).

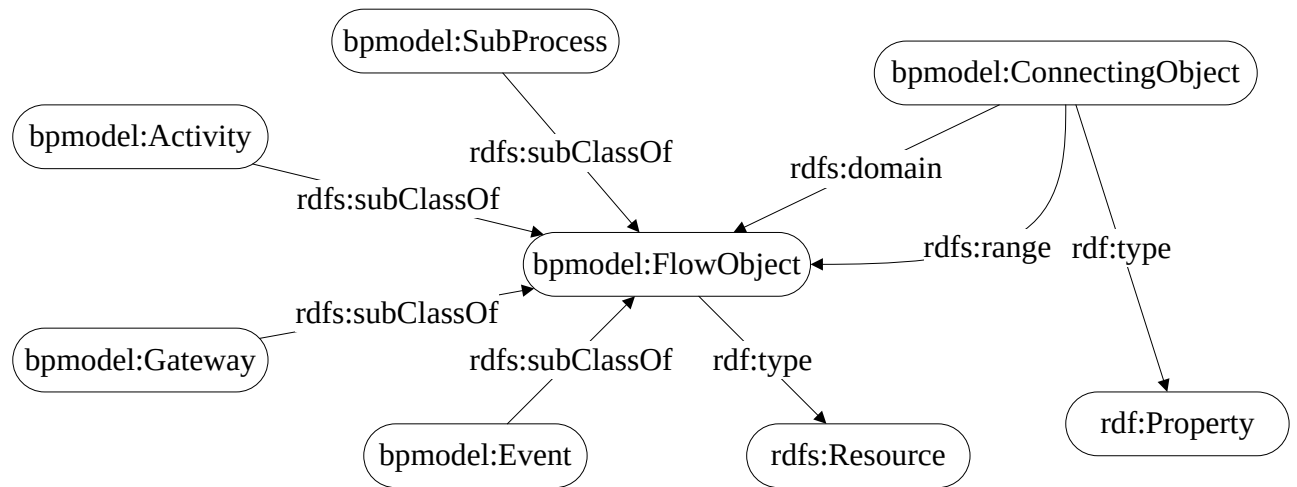


Рис. 14. Схема RDF для опису моделей бізнес-процесів

Міра схожості RDF графів, що являють собою описи моделей бізнес-процесів, може бути визначена за допомогою наступного виразу, побудованого на основі міркувань, наведених у дослідженні [5]:

$$\text{RDFSIm}(\text{BPMModel}_1, \text{BPMModel}_2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{|S_1 \cap S_2|} \cdot \sum_{s \in S_1 \cap S_2} (\text{Sim}(P_1(s), P_2(s)) + \text{Sim}(O_1(s), O_2(s))),$$

де S_1 та S_2 – множини суб'єктів, які використовуються у RDF графах BPMModel_1 та BPMModel_2 ; $P_1(s)$ та $P_2(s)$ – множини предикатів для суб'єкта s у RDF графах BPMModel_1 та BPMModel_2 ; $O_1(s)$ та $O_2(s)$ – множини об'єктів для суб'єкта s у RDF графах BPMModel_1 та BPMModel_2 ; Sim – міра схожості множин, яка може бути визначена за допомогою розглянутих вище коефіцієнтів (Жаккара, Серенсена та ін.).

Таким чином, представляється можливим подолати недоліки підходу до вибору референтних моделей бізнес-процесів, а також продовжити дослідження щодо накопичення, зберігання та поширення знань про діяльність організації з метою їх повторного використання. Зазвичай дана діяльність виконується за допомогою репозиторія – колективної бази даних інформації про інженерні артефакти, що виробляються та використовуються організацією [2].

Розглянемо фрагмент концептуальної моделі даних репозиторія моделей бізнес-процесів (рис. 15).

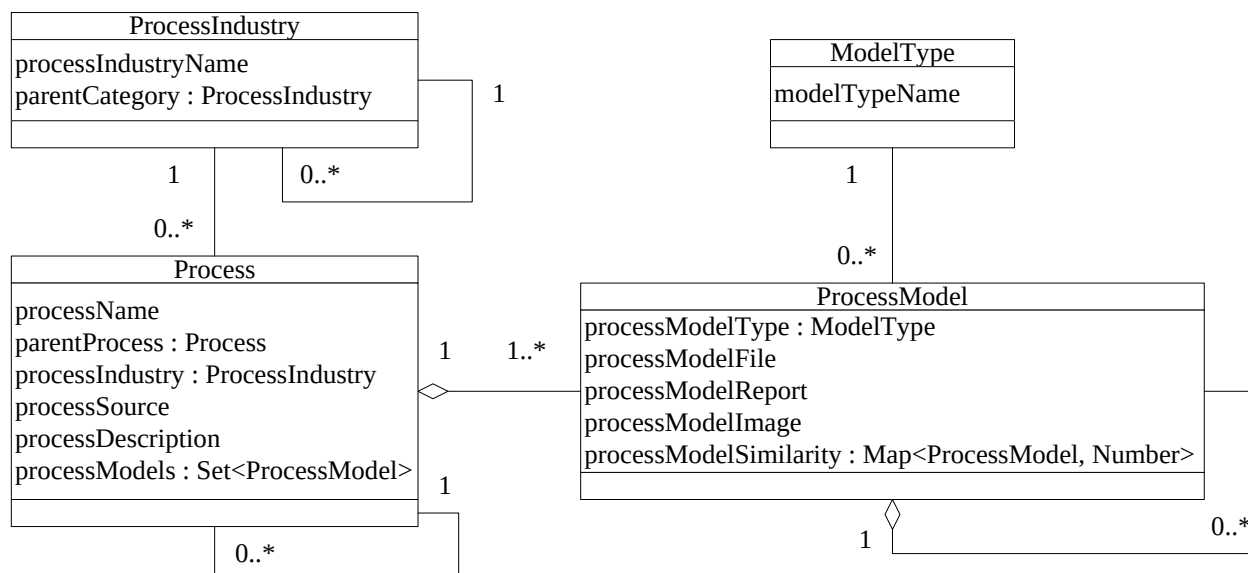


Рис. 15. Фрагмент концептуальної моделі даних репозиторія моделей бізнес-процесів

Для зберігання наборів RDF тверджень, які представляють моделі бізнес-процесів, необхідно використовувати спеціальні сховища (triplestores), в основі яких можуть полягати, наприклад, реляційні бази даних. Репозиторій повинен надавати зацікавленим сторонам можливості щодо видалення моделей бізнес-процесів організації, їх оновлення, імітаційного моделювання та аналізу [2]. Крім того, уваги потребують питання підтримки узгодженості моделей бізнес-процесів під час колективної роботи над ними. Для цього застосовують системи управління версіями, такі, наприклад, як SVN (Subversion) або Git.

Висновки. В статті було розглянуто основні особливості моделювання бізнес-процесів як складової частини концепції управління бізнес-процесами. Згідно з концепцією BPM, моделювання бізнес-процесів застосовується для накопичення, зберігання та поширення знань про діяльність організації з метою їх подальшого використання під час проектування нових або вдосконалення існуючих бізнес-процесів. Таким чином, були виділені проблеми, пов'язані з управлінням колекціями моделей бізнес-процесів, що можуть містити сотні або навіть тисячі моделей бізнес-процесів. Однією з таких проблем є вибір схожих моделей бізнес-процесів (варіантів побудови діючого бізнес-процесу) з метою їх подальшого використання під час вдосконалення діючого бізнес-процесу організації.

Сучасна практика організаційного управління передбачає використання так званих референтних моделей, що являють собою еталонну схему організації бізнесу, перевірену на практиці у різних організаціях по всьому світу. Саме такі

моделі рекомендовано використовувати для вдосконалення діючих бізнес-процесів організації. Відповідно до цього, в роботі було розглянуто деякі референтні моделі побудови бізнес-процесів організації (SCOR, OBM, APQC та ін.), а також підхід до вибору референтних моделей бізнес-процесів, які схожі з діючими бізнес-процесами організації, його особливості на недоліки.

Для подолання недоліків розглянутого підходу було запропоновано використання моделей представлення знань RDF для опису моделей бізнес-процесів, подальшого накопичення, зберігання та поширення організаційних знань, які вони представляють, з метою їх повторного використання під час проектування нових або вдосконалення існуючих бізнес-процесів. Визначено міру схожості RDF графів, що описують моделі бізнес-процесів.

В подальших дослідженнях у даному напрямку необхідно більш детально розглянути особливості побудови RDF графів на основі моделей бізнес-процесів та визначення близькості між ними, провести відповідні чисельні експерименти, проаналізувати основні особливості та вимоги до репозиторію моделей бізнес-процесів. Особливу увагу необхідно приділити проблемам управління версіями моделей бізнес-процесів та підтримки узгодженості під час колективної роботи над моделями бізнес-процесів.

Література:

1. K. Shahzad, M. Elias, and P. Johannesson, "Requirements for a business process model repository: A stakeholders' perspective", *Business Information Systems*, vol. 47, pp. 158-170, 2010. doi: 10.1007/978-3-642-12814-1_14.
2. Z. Yan, and P. W. P. J. Grefen, "A Framework for Business Process Model Repositories", *Business Process Management Workshops*, vol. 66, pp. 559-570, 2010. doi: 10.1007/978-3-642-20511-8_51.
3. Д. Л. Орловський, та А. М. Копп, "Про один підхід до формування рекомендацій щодо удосконалення бізнес-процесів, пов'язаних з постачанням продукції", *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології, №55, с. 32-41, 2014.
4. А. М. Копп, та Д. Л. Орловський, "Об одном подходе к решению задачи оптимизации структуры бизнес-процессов предприятия", *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології, №58, с. 102-108, 2015.
5. E. Sivogolovko, and B. Novikov, "Validating cluster structures in Data Mining tasks", in *Proceedings of the 2012 Joint EDBT/ICDT Workshops*, 2012, pp. 245-250. doi: 10.1145/2320765.2320833.