

АНОТАЦІЯ

Копп А. М. Моделі та інформаційна технологія аналізу та підвищення якості структури бізнес-процесів складних систем. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2020.

Об'єктом дослідження є процес синтезу структури та реструктуризації бізнес-процесів складних систем.

Предметом дослідження є моделі та інформаційна технологія аналізу та підвищення якості структури бізнес-процесів на основі використання різних нотацій моделювання.

Дисертацію присвячено вирішенню науково-практичної задачі – розробці моделей та інформаційної технології аналізу та підвищення якості структури бізнес-процесів складних систем.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, зазначено зв'язок роботи з науковими темами, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено інформацію про практичне використання, особистий внесок здобувача, апробацію результатів дослідження та їх висвітлення у публікаціях. Приводяться відомості щодо структури та обсягу дисертаційної роботи.

У першому розділі проведено аналіз процесу синтезу структури та реструктуризації бізнес-процесів складних систем як об'єкта дослідження. Виділені проблеми, які в даний момент ще не вирішені і є актуальними з точки зору аналізу та підвищення якості структури бізнес-процесів. Детально розглянуті найбільш популярні та поширені нотації опису структури бізнес-процесів (BPMN, EPC, IDEF0 та DFD); сучасні підходи щодо накопичення та аналізу колекцій моделей бізнес-процесів з метою їх повторного використання; формати представлення структури бізнес-процесів (XPDL, AML, BPMN 2.0).

Розглянуто існуючі методи та засоби аналізу та підвищення якості структури бізнес-процесів. В результаті здійсненого огляду було визначено, що у розглянутих літературних джерелах не представлені формальні методи, які б дозволили виявити порушення правил побудови структури бізнес-процесів, представлених за допомогою різних нотацій моделювання, та сформулювати рекомендації щодо їх усунення. Сформульовано постановку задачі дослідження проблем, які було виявлено під час аналізу процесу синтезу структури та реструктуризації бізнес-процесів складних систем в ролі об'єкта дослідження. Основними з даних проблем є: формалізація правил побудови моделей бізнес-процесів на основі різних нотацій моделювання; розробка узагальненого критерію якості моделей бізнес-процесів; формування методу аналізу та вдосконалення структури бізнес-процесів; розробка моделей, призначених для формування рекомендацій щодо усунення виявлених порушень правил побудови моделей бізнес-процесів; розробка інформаційної технології аналізу та підвищення якості структури бізнес-процесів.

У другому розділі сформовано теоретичні основи аналізу та підвищення якості структури бізнес-процесів. На основі рекомендацій щодо побудови моделей бізнес-процесів визначено та формалізовано правила побудови моделей бізнес-процесів з використанням різних нотацій моделювання. Сформовано окремі критерії та розроблено узагальнений критерій якості моделей бізнес-процесів на основі методу адитивної згортки критеріїв. На основі виконаних досліджень отримали подальший розвиток:

– метод кількісного аналізу структури бізнес-процесів за рахунок формування коефіцієнтів збалансованості, які, на відміну від існуючого, враховують різні елементи структури бізнес-процесу та особливості їх з'єднання, що дозволяє застосувати сформовані коефіцієнти для аналізу моделей бізнес-процесів у різних нотаціях з метою визначення їх відповідності правилам побудови;

– метод оцінки якості моделей бізнес-процесів за рахунок формалізації правил побудови та формування узагальненого критерію якості замість

окремих метрик якості моделей бізнес-процесів у певних нотаціях, що дозволяє оцінити якість моделі бізнес-процесу на основі єдиного кількісного показника.

Третій розділ присвячено розробці моделей аналізу та підвищення якості структури бізнес-процесів. Було розглянуто метод аналізу та вдосконалення структури бізнес-процесів, який дозволяє виявити та усунути порушення правил побудови моделей бізнес-процесів при використанні різних нотацій моделювання, та відповідні моделі, призначені для формування рекомендацій щодо усунення виявлених порушень правил побудови моделей бізнес-процесів (необхідні зміни у кількості відповідних елементів структури бізнес-процесу та зв'язків між ними), що дозволяє підвищити їхню якість. Оптимізаційні задачі вирішуються на основі використання методу градієнтного спуску. Метод аналізу та вдосконалення структури бізнес-процесів базується на людино-машинній процедурі прийняття рішень, тому було запропоновано процедуру формування зрозумілих людині рекомендацій у вигляді текстових вказівок щодо вдосконалення структури бізнес-процесів на основі результатів вирішення оптимізаційних задач. З метою повторного використання досвіду щодо підвищення якості моделей бізнес-процесів було розроблено процедуру їх групування за подібністю щодо відповідності правилам побудови структури бізнес-процесу. В результаті виконаних досліджень було вперше:

- розроблено метод аналізу та вдосконалення структури бізнес-процесів, що дозволяє виявити та усунути порушення правил побудови моделей бізнес-процесів при використанні різних нотацій моделювання;

- розроблено моделі, призначені для формування рекомендацій щодо усунення виявлених порушень правил побудови моделей бізнес-процесів, що дозволяє підвищити якість структури бізнес-процесів.

У четвертому розділі на основі опису процесу аналізу та підвищення якості структури бізнес-процесів були визначені функціональні можливості та сформульовані вимоги до інформаційної технології. Архітектура інформаційної технології базується на використанні сучасних технологій вилучення, обробки та збереження інформації про структуру бізнес-процесів. Робота користувача з

отриманими результатами може здійснюватися як через веб-інтерфейс, так і на основі використання аналітичної приладової панелі, яка демонструє узагальнені результати аналізу та забезпечує підтримку прийняття рішень щодо підвищення якості структури бізнес-процесів. Працездатність розробленої інформаційної технології було перевірено на заздалегідь підготовлених моделях бізнес-процесів у різних нотаціях, в яких було навмисно допущено структурні помилки, які порушують правила побудови структури бізнес-процесів у нотаціях BPMN, EPC, IDEF0 та DFD, а також на повнорозмірній вихідній інформації щодо структури бізнес-процесів у різних нотаціях та різної галузевої приналежності. В результаті було удосконалено інформаційну технологію аналізу та підвищення якості структури бізнес-процесів, яка базується на використанні розроблених методу та моделей замість існуючих рішень, що дозволяє автоматизувати виявлення та усунення порушень правил побудови моделей бізнес-процесів при використанні різних нотацій моделювання.

Аналіз отриманих результатів дослідження показав, що розроблений метод та моделі, на яких базується інформаційна технологія, на відміну від існуючих формальних методів та засобів, дозволяють не лише більш точно виявити помилки у структурі бізнес-процесів, поданих у нотаціях BPMN, EPC, IDEF0 та DFD, а й оцінити якість структури бізнес-процесу на основі єдиного кількісного показника та отримати рекомендації щодо її підвищення шляхом внесення необхідних змін у кількості відповідних елементів структури бізнес-процесу та зв'язків між ними.

Наведено результати впровадження дисертаційного дослідження у ТОВ «Науковий Парк НТУ «ХП» (м. Харків), у Інституті монокристалів НАН України (м. Харків), у науково-дослідних роботах та навчальному процесі кафедри програмної інженерії та інформаційних технологій управління Національного технічного університету «ХП».

Ключові слова: інформаційна технологія, складна система, процес синтезу структури та реструктуризації бізнес-процесів, модель бізнес-процесу, правила моделювання бізнес-процесів, якість структури бізнес-процесу.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

1. Kopp A., Orlovskiy D. Intelligent Support of the Business Process Model Analysis and Improvement Method. *Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications. ICTERI 2019. Communications in Computer and Information Science / V. Ermolayev et al. (Eds.). Springer Nature Switzerland AG, 2020. Vol. 1175. P. 111–135.*

2. Kopp A., Orlovskiy D. A Method for Business Process Model Analysis and Improvement. *Proceedings of the PhD Symposium at 15th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications ICTERI 2019. Kherson : CEUR Workshop Proceedings, 2019. Vol. 2403. P. 1–10.*

3. Копп А., Орловский Д. Анализ и оптимизация моделей бизнес-процессов в нотациях EPC и BPMN. *Технічні науки та технології. Чернігів : ЧНТУ, 2018. №4. С. 145–152.*

4. Kopp A. M., Orlovskiy D. L., Estimation and analysis of business process models similarity in enterprise continuum repository. *Системні дослідження та інформаційні технології. Київ : ННК «ІПСА» КІІ ім. І. Сікорського, 2018. №4. С. 48–57.*

5. Godlevskiy M. D., Orlovskiy D. L., Kopp A. M. Structural analysis and optimization of IDEF0 functional business process models. *Radio Electronics, Computer Science, Control. Zaporizhzhya : ZNTU, 2018. № 3. P. 48–56.*

6. Kopp A., Orlovskiy D. An Approach to Forming Dashboards for Business Process Indicators Analysis using Fuzzy and Semantic Technologies. *Proceedings of the PhD Symposium at 14th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications ICTERI 2018. Kyiv : CEUR Workshop Proceedings, 2018. Vol. 2122. P. 1–7.*

7. Копп А. М., Орловский Д. Л. Подход к построению репозитория моделей бизнес-процессов. *Системи обробки інформації. Харків : ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2018. Вип. 153, № 2. С. 60–68.*

8. Копп А. М., Орловский Д. Л. Подход к анализу и оптимизации моделей бизнес-процессов в нотации BPMN. *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. № 2. С. 108–116.

9. Kopp A. M., Orlovskiy D. L., Kuka D. O. An approach to forming dashboards for business processes state analysis. *Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ» : зб. наук. пр. Сер. : Системний аналіз, управління та інформаційні технології*. Харків : НТУ «ХПІ», 2017. Вип. 1272, № 51. С. 44–52.

10. Kopp A., Orlovskiy D. Розробка інструментальних засобів для підтримки процесу аналізу діаграм потоків даних. *Science Rise*. Харків : НПП ЧП «Технологический центр», 2017. № 12. С. 48–53.

11. Kopp A., Orlovskiy D. Разработка подхода к анализу и оптимизации диаграмм потоков данных. *Science Rise*. Харків : НПП ЧП «Технологический центр», 2017. № 7. С. 33–42.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

12. Копп А. М., Орловський Д. Л. Проблеми аналізу та синтезу структури бізнес-процесів. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених* : зб. матеріалів XIII Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19–21 листопада 2019 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2019. С. 68–69.

13. Kopp A. M., Orlovskiy D. L. Business process model optimization using the conjugate gradient method. *Інформаційні технології і автоматизація – 2019* : зб. матеріалів XII Міжнар. наук.-практ. конф., 17–18 жовтня 2019 р. Одеса : ОНАХТ, 2019. С. 57–59.

14. Kopp A. M., Orlovskiy D. L. Towards an enterprise knowledge management from a BPM viewpoint. *MicroCAD: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. 2019. Ч. I* : зб. матеріалів XXVII Міжнар. наук.-практ. конф., 15–17 травня 2019 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2019. С. 12.

15. Копп А. М., Орловський Д. Л. Цикл перетворення знань як складова частина концепції BPM. *Інформаційна безпека та інформаційні технології* : зб.

матеріалів XXVII Міжнар. наук.-практ. конф., 24–25 квітня 2019 р. Харків : ХНЕУ, 2019. С. 53.

16. Kopp A., Orlovskyi D. A role of business process model repository in enterprise continuum. *MicroCAD: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. 2018. Ч. I.* : зб. матеріалів XXVI Міжнар. наук.-практ. конф., 16–18 травня 2018 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2018. С. 5.

17. Kopp A., Orlovskyi D. An approach to measure similarity of business process models. *System Analysis and Information Technologies* : proc. of 20-th Intern. conf. SAIT 2018, May 21–24, 2018. Kyiv : NTUU Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2018. P. 198–199.

18. Kopp A., Orlovskyi D. An approach and tools for business process mapping diagrams analysis. *XII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів* : матеріали конф., 17–20 квітня 2018 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2018. С. 67–68.

19. Kopp A., Orlovskyi D. Business processes analysis and enhancement using reference models. *Проблеми і перспективи розвитку IT-індустрії* : тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф., 19-20 квітня 2018 р. Харків : ХНЕУ, 2018. С. 47.

Опубліковані праці які додатково відображають наукові результати дисертації:

20. Kopp A., Orlovskyi D. Using Computer Vision and Fuzzy Logic to Assess Quality of Business Process Models. *Комп'ютерні науки, інформаційні технології та системи управління* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти та молодих вчених, 27–29 листопада 2019 р. Івано-Франківськ : ПНУ ім. В. Стефаника, 2019. С. 74–75.

21. Копп А. М., Орловський Д. Л. Аналіз та вдосконалення бізнес-процесів організації із застосуванням референтних моделей. *Інформаційні технології: сучасний стан та перспективи* / за заг. ред. В. С. Пономаренка. Харків : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2018. С. 315–329.

22. Process Approach Using for Implementation the DevOps Concept / Kopp A., Orlovskiy D., Cherednichenko O., Kostenko S. *Research Reports on Business Informatics. Poster session at 10th SIGSAND/PLAIS EuroSymposium on Systems Analysis and Design*. Gdansk : University of Gdansk, 2017. Vol. RR99. P. 20–24.

23. Копп А. М., Орловский Д. Л. Информационный контент архитектуры предприятия. *MicroCAD: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. 2017. Ч. I.* : зб. матеріалів XXV Міжнар. наук.-практ. конф., 17–19 травня 2017 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2017. С. 24.

24. Копп А. М., Орловский Д. Л. Континуум предприятия как составная часть знание-ориентированного подхода к управлению предприятием. *System Analysis and Information Technologies* : proc. of 19-th Intern. conf. SAIT 2017, May 22–25, 2017. Kyiv : NTUU Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2017. P. 287–288.

25. Копп А. М., Орловский Д. Л. Методологические и инструментальные подходы к моделированию архитектуры предприятия. *XI Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів* : матеріали конф., 18–21 квітня 2017 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2017. С. 7–8.

26. Копп А. М., Орловский Д. Л. Архитектура предприятия: взаимосвязи и взаимозависимости архитектурных доменов. *Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії* : тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 квітня 2017 р. Харків : ХНЕУ, 2017. С. 76.