

13. Бондарук Т.Г. Бюджетний менеджмент: навч. посіб. / Т.Г. Бондарук, Л.Є. Момотюк, Н.Ю. Мельничук. – К.: ТОВ «Август Трейд», 2017. – 890 с.

14. Бондарук Т. Г. «Місцеві фінанси» : Навч. посібник (рекомендовано Міністерством освіти і науки України) / Т.Г. Бондарук. – К. : ДП «Інформ.аналіт.агенство», 2013. – 529 с.

**О. Л. Єршова,**

*кандидат економічних наук, доцент,  
завідувач кафедри інформаційних технологій,  
Національна академія статистики, обліку та аудиту, м. Київ;*

**П. С. Єршов,**

*аспірант,  
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова  
НАН України, м. Київ*

## **МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ЗДІЙСНЕННЯ PROCESS MINING ДЛЯ БІЗНЕС-АНАЛІЗУ ПРОЦЕСІВ**

Одним з ключових викликів, що поставлені сьогодні перед ІТ компаніями – здобуття корисної та цінної інформації з даних, які зберігаються в інформаційних системах. Цим займається відносно новий напрямок під назвою Process Mining, або інтелектуальний аналіз процесів. Йому присвячена книга професора Віла Ван дер Аалста «Process Mining. Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes» [1]. Process Mining (надалі РМ) – новий потужний інструмент для підвищення ефективності бізнес-процесів в компаніях та організаціях, які працюють в різних галузях економіки. Зростання популярності цього методу обумовлено такими чинниками:

1. Усе більше подій фіксуються, забезпечуючи детальну інформацію саме про історію процесів.
2. Виробники ПЗ для бізнес аналітики не виправдали очікувань споживачів.

В основу РМ покладено технології моделювання бізнес процесів та підходи Data Mining. Автор [1] підкреслює, що РМ – більше ніж об'єднання існуючих підходів. РМ не обмежується виявленням процесів. Співставляючи дані про події та моделі процесів, РМ дає можливість перевірити відповідність виявляти відхилення, здійснювати підтримку прийняття рішень та давати рекомендації.

Таким чином, в [1] виділені три ключові підходи, які застосовують в РМ:

1. Здобуття (Discovery) – побудова моделі на підставі записів про те, що відбувалося фактично.

2. Перевірка відповідності (Conformance checking) – дає відповіді на питання, де та чому реальний процес відхиляється від очікуваного.

3. Удосконалення (Enchancement) – відповідає на питання, що слід змінити в моделі щоб покращити певні показники.

В [1] також вказано, що РМ має справу з двома типами процесів: так званими, Lasagna та Spaghetti процесами. Процеси Lasagna чітко структуровані та обробляються в визначеному порядку. Процес Spaghetti – заплутаний, не структурований процес.

Джерело [1] максимально детально описує підходи РМ, це єдина книга, яка повністю присвячена даному підходу. Одна із самих цінних ідей, описаних в книзі – можливість відтворити модель бізнес процесу з лога.

В джерелі [2] зазначено, що серед великої кількості алгоритмів РМ, які були запропоновані останнім часом, не існує загальноприйнятих орієнтирів для оцінки та порівняння цих алгоритмів РМ. В результаті, може бути складно вибрати відповідний алгоритм РМ для конкретного підприємства або області застосування. Була розроблена система для порівнянь характеристик алгоритмів для вирішення цієї проблеми. В роботі [2] досліджуються масштабовані рішення, які можуть ефективно оцінювати, порівнювати і ранжувати алгоритми РМ. Також, було запропоновано новий фреймворк, який може ефективно вибирати алгоритми РМ, які є найбільш підходящі для даної моделі. Зокрема, за допомогою даного фреймворку, тільки частина моделей процесу потребує емпіричної оцінки. Інші можуть бути рекомендовані безпосередньо за допомогою регресійної моделі. Для подальшої оптимізації, у джерелі [2] також наведено техніку вибору еталонних моделей високої якості для отримання ефективних регресійних моделей. У якості прикладу наведено експеримент на штучних та реальних наборах даних для підтвердження того, що запропонований підхід є практичним і є кращим за традиційний підхід.

Власне, сам термін РМ пов'язаний із перетворенням інформації про реальні дії у структурований опис процесу. Завданням РМ є отримання якісних моделей для відтворення робочих процесів з мінімальною кількістю інформації, як це можливо. Важливим і очевидним критерієм якості моделі робочого процесу є узгодженість між здобутою моделлю і журналом операцій (логом).

Критерії якості (в тому числі: доречність, простота, точність і узагальнення), які засновані на журналах подій, широко обговорювалися. Але головним завданням є досягнення балансу між цими критеріями якості, тому що всі критерії важливі і конкурують один з одним. Крім того, журнали подій часто дуже великі і важкі до сприйняття людиною.

Окрім критеріїв якості, неодноразово розглядалася оцінка якості моделей бізнес-процесів і розуміння того, що є «хорошою» моделлю бізнес-процесу.

Наприклад, деякі моделі бізнес-процесів (в тому числі моделі з WFNets [3]) занадто прості, щоб диференціювати продуктивність цих широко використовуваних алгоритмів РМ.

Перша спроба розробки загальної основи оцінки алгоритмів РМ була зроблена Розинатом та ін. [4, 5].

Їх фреймворк оцінювання складається з чотирьох компонентів, а саме:

1. журнал подій та репозиторій;
2. модуль генерації логу;
3. інструменти модифікації і валідації (обробки логу);
4. модуль оцінювання і порівняння.

Основна увага приділяється оцінці відповідності між журналом подій і отриманою моделлю процесу.

Найголовніше, як було зазначено авторами в [4], повний набір критеріїв (в ідеалі, що містять як штучні і реальні набори даних) до сих пір відсутній. В цьому джерелі [4] адаптовано і розширено концепцію емпіричної оцінки алгоритмів РМ на основі поведінкової подібності та структурної схожості між еталонними моделями процесу і отриманою моделлю.

Алгоритми РМ:  $\alpha$  алгоритм [6], генетичний алгоритм [7], heuristic miner і region miner [8]. Вважається, що ці чотири алгоритми представляють чотири найбільш популярні класи алгоритмів РМ. І, нарешті, описано ідею використання регресії для оцінки алгоритмів РМ на моделях бізнес-процесів.

Сучасні інформаційні системи (наприклад, WFM, ERP, CRM, SCM і B2B системи) записують події в так звані журнали подій (логи). РМ використовує ці журнали, щоб відтворити процес, управління, дані, організаційні і соціальні структури. Хоча багато дослідників розробляють нові і більш потужні методи РМ, розробники програмного забезпечення все одно вбудовують логування в свої програмні продукти. Деякі з найбільш передових методів видобутку процесів були протестовані на реальних життєвих процесах.

Є багато алгоритмів РМ з різними теоретичними основами і цілями, порушуючи питання про те, як вибрати найкращий для конкретної ситуації.

Автор даного дослідження у власних публікаціях запропонував власний підхід до відновлення бізнес-процесів по журналам подій ІС, за допомогою яких ведеться конкретний бізнес. Так, в [9] автор розглядає задачу отримання актуальної моделі процесу діяльності у вигляді мережі Петрі, її аналіз та побудову ефективного розподілу ресурсів для реалізації цього процесу.

В [8] для дослідження обраний найбільш відомий фреймворк , спеціально розроблений для РМ – ProM. Він має відкритий код і в якості вхідного формату має MXML. Результатом застосування даного інструменту отримуємо актуальну модель у вигляді мережі Петрі, а також модель організаційного виконання процесів. Для даної задачі мережі Петрі дають можливість з заданою точністю представляти розгалужені, паралельні та

циклічні процеси, мають засоби для аналізу та моделювання в реальному масштабі часу.

Прикладом предметної області вибрана система виконання проектів з виготовлення програмного забезпечення.

Задачею є побудова розкладу призначень, який можна будувати за такими критеріями: мінімальна вартість виконання завдань чи мінімальне навантаження на більш дорогі ресурси та ін..

Дана ідея продовжена автором даного дослідження в [10], де на прикладі наповнення журналу подій побудована модель процесу у вигляді мережі Петрі та на її основі – математична модель бізнес-процесу. В цій статті автор також пропонує розглядати бізнес-процес як систему масового обслуговування.

У даному дослідженні описано відновлення процесів діяльності софтверної компанії за журналом подій.

Розглянемо задачу побудови актуальної моделі процесу діяльності та ідентифікації її параметрів.

Основні проблеми, що існують досі в області Process Mining-у викладені [1], як:

1. Шум. Зареєстровані дані можуть бути неправильні або неповні через проблеми зі створенням або виникають в момент видобувається.

2. Приховані завдання. Завдання, які існують, але не можуть бути знайдені в даних.

3. Повторювані завдання. Два вузла процесу можуть стосуватися однієї і тієї ж моделі процесу.

4. Невільний вибір. Керований вибір, який залежить від вибору, зробленого в іншій частині моделі процесу.

5. Видобуток петель. Процес може бути виконаний в кілька разів, петлі можуть бути простими за участю одного або декількох подій або більш складним.

6. Різні перспективи. Події процесу можуть бути додані з додатковою інформацією для процесу виявлення.

7. Дельта Аналіз. Порівняння моделі процесу і еталонної моделі для перевірки схожості / невідповідності.

8. Візуалізація результатів. Результати виявлення процесу можуть бути представлені в графічній формі в термінах панелі менеджменту.

9. Гетерогенні результати. Доступ до інформаційних систем, заснованим на різних платформах.

10. Одночасні процеси. Видобуток процесів, що відбуваються в той же самий час.

11. Локальний / глобальний пошук. Локальні стратегії обмежують простір пошуку і менш складні, глобальні стратегії є складними, але мають більше шансів знайти оптимальне рішення.

12. Процес повторного виявлення. Вибір алгоритму виявлення, який може повторно виявити клас моделей процесу з повного журналу процесу.

Не дивлячись на те, що багато які з завдань процесу виявлення можуть бути вирішені за допомогою комбінації модифікованих підходів інтелектуального аналізу даних і призначених для користувача вбудованих алгоритмів, не існує єдиного підходу, який може вирішити всі проблеми, з якими стикаються в процесі виявлення. Багато існуючих алгоритмів інтелектуального аналізу користувальницьких процесів, як правило, вирішують тільки одну або дві проблеми. Найбільш широко до задач Process Mining застосовуються генетичні алгоритми. Такі підходи показали хороші результати в області зниження шуму і виявлення прихованих операцій. Спроб використувувати технології нейронних мереж для подібних завдань виявлення було менше, можливо, через їх складність.

### Список використаних джерел:

1. van der Aalst W.M. Process Mining: Data Science in Action [Electronic resource] / W.M. van der Aalst. – Mode of access: <http://www.processmining.org/book/start>
2. Efficient Selection of Process Mining Algorithms [Electronic resource] J. Wang, R.K. Wong, J. Ding, Q. Guo, L. Wen. – Mode of access: <http://www.cse.unsw.edu.au/~wong/papers/tsc12.pdf>
1. van der Aalst W.M. The application of Petri nets to workflow management / W.M. van der Aalst // The Journal of Circuits, Systems and Computers. – 1998. – Vol. 8 (1). – P. 21–66.
2. Towards an evaluation framework for process mining algorithms [Electronic resource] / A. Rozinat, A.K.A. de Medeiros, C.W. Gunther, A.J.M.M. Weijters, W.M. van der Aalst. – Mode of access: [http://www.academia.edu/18952490/Towards\\_an\\_evaluation\\_framework\\_for\\_process\\_mining\\_algorithms](http://www.academia.edu/18952490/Towards_an_evaluation_framework_for_process_mining_algorithms)
3. The need for a process mining evaluation framework in research and practice Position paper [Electronic resource] / A. Rozinat, A.K.A. de Medeiros, A.J.M.M. Weijters, W.M. van der Aalst. – Mode of access: [http://www.academia.edu/17206365/The\\_need\\_for\\_a\\_process\\_mining\\_evaluation\\_framework\\_in\\_research\\_and\\_practice\\_Position\\_paper](http://www.academia.edu/17206365/The_need_for_a_process_mining_evaluation_framework_in_research_and_practice_Position_paper)
4. Weijters A.J.M.M. Genetic process mining: an experimental evaluation [Electronic resource] / M.M. Weijters, W.M. van der Aalst, A.K.A. de Medeiros // Data Mining and Knowledge Discovery. – 2007. – Vol. 14. – P. 245–304. – Mode of access: <http://paperity.org/p/5635019/genetic-process-mining-an-experimental-evaluation>
5. Weijters A.J.M.M. Process mining with heuristics miner-algorithm [Electronic resource] / M.M. Weijters, W.M. van der Aalst, A.K.A. de Medeiros. – Mode of access: [http://www.academia.edu/17206359/Process\\_mining\\_with\\_the\\_heuristics\\_miner-algorithm](http://www.academia.edu/17206359/Process_mining_with_the_heuristics_miner-algorithm)

6. Carmona J. A regionbased algorithm for discovering Petri nets from event logs [Electronic resource] / J. Carmona, J. Cortadella, M. Kishinevsky. – Mode of access: [http://www.academia.edu/19177169/A\\_region-based\\_algorithm\\_for\\_discovering\\_Petri\\_nets\\_from\\_event\\_logs](http://www.academia.edu/19177169/A_region-based_algorithm_for_discovering_Petri_nets_from_event_logs)

7. Гриша О.В. Збільшення ефективності процесу діяльності на основі Process Mining / О.В. Гриша, П.С. Єршов // Адаптивні системи автоматичного управління. – 2016. – № 2 (29). – С. 22-28.

8. Єршов П.С. Process mining як інструмент реінжинірингу бізнес-процесів / П.С. Єршов, О.В. Гриша // Науковий вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту. – 2016. – № 1-2. – С. 78-84.

**В. О. Єсіна,**

*кандидат економічних наук, доцент  
кафедри економіки підприємства,*

*бізнес-адміністрування та регіонального розвитку  
Харківський національний університет міського господарства  
імені О. М. Бекетова, м. Харків*

**Н. М. Матвєєва,**

*кандидат економічних наук, доцент  
кафедри економіки підприємства,*

*бізнес-адміністрування та регіонального розвитку  
Харківський національний університет міського господарства  
імені О. М. Бекетова, м. Харків*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛІНГУ ЯК МОЖЛИВІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ**

На сучасному етапі розвитку ринкових відносин ефективність діяльності підприємств залежить від технологій та методів управління. Однією з найважливіших проблем управління в умовах обмеженості економічних ресурсів є необхідність розробки та впровадження методів обґрунтування управлінських рішень, що стосуються підвищення конкурентоспроможності та інвестиційної привабливості підприємств.

Вимоги до управління підприємницькою діяльністю потерпають від швидкого розвитку господарських зв'язків, посилення конкуренції та зміни кон'єктури ринку. Сучасні підприємства оперують величезними потоками інформації різної актуальності та важливості.

Постійні зміни зовнішнього та внутрішнього середовища стимулюють впровадження в діяльність підприємства нових методів управління та належної інформаційно-аналітичної підтримки.

На багатьох підприємствах України існує необхідність в інтегрованій методичній інструментальній базі для підтримки основних функцій менеджменту. Таку базу можливо створити, впровадивши систему