

УДК 004.891.3

**В. М. ЛЕВИКІН, О. В. ЧАЛА**

## ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ АНОМАЛЬНОЇ ПОВЕДІНКИ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМАХ ПРОЦЕСНОГО УПРАВЛІННЯ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЛОГІВ

В роботі запропоновано підхід до виявлення аномалій поведінки знання-ємних бізнес-процесів на основі порівняльного аналізу трас у складі журналів реєстрації подій. Підхід враховує темпоральному і об'єктний аспекти виконання бізнес-процесу. Темпоральний аспект визначає послідовність подій, що відображають виконання дій бізнес-процесу. Об'єктний визначає характеристики об'єктів, що використовуються бізнес-процесом при виконанні цих дій. При пошуку аномальних фрагментів обчислюється відстань між трасами у просторі атрибутів подій. В якості ознак початку та закінчення аномального фрагменту використовується кут відхилення між трасами. Підхід визначає множину атрибутів об'єктів, пов'язаних з виконанням аномального фрагменту, а також значень цих атрибутів, що в подальшому може бути використано для удосконалення бізнес-процесу.

**Ключові слова:** аномалія, база знань, інтелектуальний аналіз процесів, процесне управління, контекст.

В работе предложен подход к выявлению аномалий поведения знания-емких бизнес-процессов на основе сравнительного анализа трасс в составе журналов регистрации событий. Подход учитывает темпоральной и объектный аспекты выполнения бизнес-процесса. Темпоральный аспект определяет последовательность событий, отражающих выполнение действий бизнес-процесса. Объектный определяет характеристики объектов, используемых бизнес-процессом при выполнении этих действий. При поиске аномальных фрагментов вычисляется расстояние между трассами в пространстве атрибутов событий. В качестве признаков начала и окончания аномального фрагмента используется угол отклонения между трассами. Подход определяет множество атрибутов объектов, связанных с выполнением аномального фрагмента, а также значений этих атрибутов, что в дальнейшем может быть использовано для совершенствования бизнес-процесса.

**Ключевые слова:** аномалия, база знаний, интеллектуальный анализ процессов, процессное управление, контекст.

The paper proposes an approach to the detection of abnormalities in the behavior of knowledge-capacity business processes on the basis of comparative analysis of tracks in the log of events logging. The approach takes into account the temporal and object aspects of the implementation of the business process. The temporal aspect defines the sequence of events that reflect the execution of the business process. Object defines the characteristics of objects that use the business process when performing these actions. When searching for abnormal fragments, the distance between paths in the attribute event space is calculated. As an indicator of the beginning and end of an abnormal fragment, the angle of deviation between the tracks is used. The approach defines the set of attributes of objects associated with the execution of an anomalous fragment, as well as the values of these attributes, which can then be used to improve the business process.

**Keywords:** anomaly, knowledge base, intelligent process analysis, process control, context.

**Вступ.** Бізнес-процеси (БП) задають формальний опис діяльності підприємства у вигляді множини послідовностей робіт та використовуються в системах процесного управління (СПУ). Цикл функціонування систем процесного управління містить у собі етапи побудови моделей бізнес-процесів, їх конфігурування, вкнання БП, аналізу результатів виконання та подальшого удосконалення таких процесів. СПУ забезпечують реалізацію процесного управління підприємством через управління бізнес-процесами з використанням їх моделей. У відповідності до моделі бізнес-процесу та поточного стану підприємства реалізується одна з апіорно заданих в моделі послідовностей робіт, що дають можливість отримати кінцевий результат БП.

Однак в умовах динамічних змін вимог до бізнес-процесів внаслідок еволюції діяльності підприємства, та змін ресурсів, що використовує БП, виникає потреба у постійному удосконаленні процесної моделі. Таке удосконалення виконується шляхом доповнення моделі БП новими, ефективними в конкретних умовах послідовностями робіт. Адаптація моделі виконується після завершення виконання поточного примірника бізнес-процесу.

Проведення постійної адаптації моделі для класу знання-ємних бізнес-процесів (ЗБП) пов'язане з рядом труднощів, оскільки такі процеси можуть змінювати задану в моделі послідовність дій на основі рішень виконавців (knowledge workers). При обґрунтуванні та

реалізації рішень про адаптацію виконання ЗБП у відповідності до поточного стану підрозділу або підприємства в цілому виконавці, крім загальнодоступних явних знань, можуть виростовувати персональні знання і досвід. Останні зазвичай мають вигляд недокументованих правил (шаблонів) виконання дій. Вони не входять до складу процесної моделі. Тому зміна ходу процесу на основі рішень виконавців з використанням персональних знань призводить до виникнення аномальної, не відображеної в моделі, поведінки ЗБП. Реалізація нетипової послідовності дій призводить до зниження ступеню адекватності процесної моделі, що не дає можливості реалізувати ефективне процесне управління в СПУ.

Таким чином, при управлінні знання-ємними бізнес-процесами виникає проблема виявлення та формалізації аномалій у поведінці БП.

Для вирішення даної проблеми необхідно представити знання про послідовність дій бізнес-процесу та умови і обмеження на виконання дій у вигляді бази знань (БЗ), окремо від його традиційної моделі. Виявлені та представлені у формальному вигляді аномалії також можуть бути розміщені у БЗ і в подальшому використані для доповнення моделі бізнес-процесу та її конфігурування у системі процесного управління.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Можливості виявлення аномалій виконання ЗБП

базуються на використанні парадигми інтелектуального аналізу процесів, що передбачає побудову процесних моделей на основі аналізу записів про послідовність їх виконання [1].

Існуючі підходи до виявлення аномалій у темпоральних даних орієнтовані в першу чергу на пошук відхилень при переміщенні об'єктів у просторі. Такі підходи використовують сегментацію даних, обчислюють схожість траєкторій, використовують символічне представлення траєкторій з подальшим використанням методів кластеризації, враховують зміни в траєкторіях [2]. Для обчислення схожості траєкторій використовують розподіл даних [3], густину даних [4, 5], також відхилення даних (відстань між даними) [6–8].

Однак такі підходи мають ряд недоліків при виявленні аномалій у поведінці дискретних мультіваріантних процесів, представлених у вигляді множини послідовностей дій. По-перше, виявлення аномалій виконується для цілих трас або їх фрагментів, без урахування причин їх виникнення. В той же час, метою пошуку аномалій у поведінці бізнес-процесів є виявлення залежностей, що характеризують нетипову поведінку бізнес-процесу. По-друге, розглядається просторове переміщення об'єктів, тоді як для бізнес-процесів необхідно враховувати множину атрибутів, що характеризують окремі дії.

Таким чином, питання виявлення аномалій у поведінці ЗБП потребують подальшого вирішення.

**Метою цієї статті** є розробка підходу до виявлення аномальної поведінки бізнес-процесів з тим, щоб забезпечити подальшу формалізацію умов виникнення таких відхилень та включення отриманих залежностей до бази знань системи процесного управління.

### Аномалії виконання бізнес-процесів в системах процесного управління.

Аномалії (anomalies, outlier) характеризуються різними відхиленнями від значень більшості даних [9]: «це спостереження, яке дуже відхиляється від інших спостережень, з тим щоб викликати підозри, що це було згенеровано іншим механізмом» [10].

Аномалії як різкі відхилення від нормального ходу виконання подій фіксуються в логах (журналах реєстрації подій) бізнес-процесу. Логи формуються підсистемою моніторингу інформаційної системи процесного управління та містять записи, що відображають виконання кожного бізнес-процесу. Логи складаються з трас. Траса включає в себе послідовність подій, які відображають виконання одного примірника бізнес-процесу. Кожна подія описує виконання відповідної дії процесу, наприклад: очікування ресурсів; безпосереднє виконання; очікування реакції користувача і т. п.

Нестандартне виконання процесу, різкі відхилення в традиційній послідовності його дій відображаються в реєстраційному журналі у вигляді нетипових значень атрибутів подій.

Такі відхилення виконання бізнес-процесу можуть бути викликані багатьма причинами, зокрема втручанням виконавців. Останнє може бути пов'язано

як з недостатньою компетенцією виконавця, так і зі спробами працівників вдосконалити процес в конкретних умовах на основі своїх персональних даних та знань.

Типова поведінка бізнес-процесу задається за допомогою традиційний workflow – моделі, тоді як аномалія відповідає нетрадиційній поведінці у вигляді нетипової траси. Остання відображає нетрадиційну послідовність робіт, що не входить до складу моделі. Кожна така послідовність робіт фіксується в журналі у вигляді послідовності подій, що дозволяє в принципі ідентифікувати відповідну аномалію. Послідовність подій формує патерн аномалії.

В задачах процесного управління окремі події недоцільно розглядати як аномалії, оскільки важливими є не окремі стани процесу, а послідовність виконання його робіт у часі. В той же час окремі нетипові стани процесу на трасі логу можуть виникнути в результаті збоїв у роботі підсистеми моніторингу. Наприклад, внаслідок того, що події перед записом у журнал ставляться в чергу, у розподіленій системі окремі події можуть бути записані з хибними мітками часу. Такі неточні значення часу виглядають як аномальна поведінка процесу, порушення послідовності подій. Однак якщо розглянуте відхилення не призводить до подальшого нестандартного ланцюжка подій, то його недоцільно розглядати як аномалію.

На рис. 1 показано, що відмінності між даними про нормальний хід виконання БП, записами з помилковими даними та аномаліями залежать від сумарного відхилення значень атрибутів множини подій поточної траси процесу від значень атрибутів для типової послідовності подій.

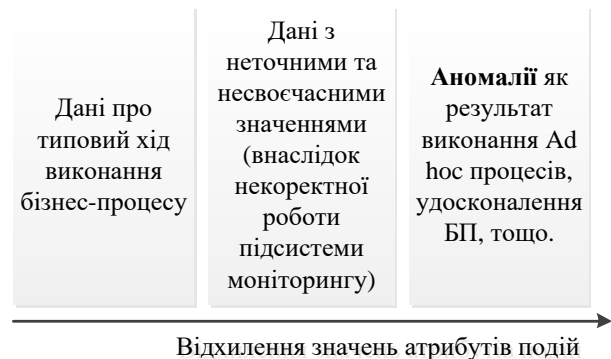


Рис. 1 – Відмінності аномалій виконання бізнес-процесів

Для аномалій виконання бізнес-процесу характерні такі особливості.

По-перше, в журналі реєстрації подій зазвичай зберігається мала кількість трас, що відповідають аномаліям. Причина цієї відмінності полягає в наступному. Аномалії виникають внаслідок реакції виконавців на непередбачені (нечасті) зовнішні впливи. Прикладом такої впливів є зміна вимог клієнта бізнес-процесу. Виконавці на основі своїх знань удосконалюють бізнес-процес і тому його поведінка у нових умовах відрізняється від типової, заданої в моделі. Відповідно, більшість трас логу бізнес-процесу містить у собі записи про відому типову поведінку БП.

По-друге, аномалії зазвичай є результатом використання персоналом своїх знань та досвіду в предметній області. Тому логі бізнес-процесів можуть містити аномалії різних типів:

- пов’язані зі зміною послідовності дій<sup>4</sup>
- визвані зміною об’єктів, з якими оперує процес, без зміни порядку дій.

По-третє, траси, що зафіксували аномалії, можуть містити послідовності подій, аналогічні збоєм в у підсистемі моніторингу.

Узагальнені властивості вхідних даних у задачі аналізу аномалій поведінки бізнес-процесів наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Властивості вхідних даних у задачі аналізу аномалій поведінки бізнес-процесів

Властивості	Місцезнаходження		
	Траса журналу	Журнал БП	Журнали декількох БП
Упорядкованість у часі	+	+	–
Багато-вимірність	–	+	+

Атрибути даних журналу реєстрації подій можуть бути числовими (наприклад, час виникнення події), символьними (прізвища виконавців, назви підрозділів), та категоріальними (категорії продукції, тощо).

Критерії для визначення аномалій у записах прохід виконання БП визначаються особливостями логу подій. Запис про кожну подію містить як темпоральну, так і об’єктну складову. Перша задається маркерами часу виникнення подій, а друга – атрибутами артефактів, з якими оперує бізнес-процес. Відповідно, загальні критерії доцільно класифікувати на темпоральні та об’єктні.

Темпоральні критерії визначають невідповідність послідовності подій аномальної траси процесу порядку дій нормального ходу процесу.

Об’єктні критерії задають відмінність умов виникнення дій при типовій схемі виконання бізнес-процесу. Такі умови визначаються через нетипові атрибути подій траси БП.

В першому випадку в журналі подій зареєстровано нетипову послідовність дій процесу, тобто аномалія характеризує нестандартний зв’язок між вершинами у workflow – графі бізнес-процесу. Вершини даного графу відображають дій процесу, а дуги задають можливі послідовності дій.

У другому випадку аномалії пов’язані з контекстом виконання дій процесу, представленим атрибутами подій логу. Типова послідовність дій виконується у нетиповому контексті. Наприклад, при зміні виконавців для типової послідовності дій атрибути (ім’я, посада, відділ, тощо) цих дій будуть відображені як атрибути відповідних подій логу бізнес-процесу.

Представлені в логах послідовності подій містять темпоральні та контекстні атрибути.

Темпоральні атрибути відображають послідовність виконання дій у конкретному примірнику бізнес-процесу з прив’язкою до конкретних моментів часу. Контекстні атрибути характеризують об’єкти, які використовує бізнес-процес (артефакти). В цілому комбінація темпоральних та контекстних атрибутів задає об’єктно-темпоральні дані, що характеризують виконання БП. Тобто кожна траєкторія БП характеризується зміною атрибутів контексту з часом. До таких атрибутів зазвичай відносять назву та стан поточної дії бізнес-процесу, ім’я та підрозділ виконавця, код, найменування та характеристики продукту, з яким оперує бізнес-процес, тощо.

**Орієнтований на траєкторії підхід до визначення аномальної поведінки знання-ємних бізнес-процесів.** Запропонований підхід направлений на виявлення нетипових форм траєкторій виконання БП у просторі атрибутів подій з урахуванням як контекстної, так і темпоральної складової їх опису.

Підхід передбачає визначення відстані між групою типових та аномальною траєкторією, а також углів відхилень між цими траєкторіями.

Підхід базується на наступних положеннях.

1. Відстань визначається для пар дій процесу, представлених в журналі парами подій.

Дане положення дозволяє врахувати темпоральний аспект процесу. Кожна дія на траєкторії виконання процесу виникає при завершенні попередньої дії, тому протяжність дії у часі визначається через різницю значень темпоральних міток цих подій.

2. В об’єктному аспекті відстань між діями визначається як нормована відстань між значенням відповідних атрибутів об’єктів, пов’язаних з цими діями.

Дане положення враховує відхилення процесу при зміні об’єктів.

3. Моменти виникнення та завершення аномального фрагменту поведінки БП враховуються за углом відхилення між аномальною та типовою траєкторіями.

Дане положення дозволяє поєднати оцінку за темпоральним та об’єктним аспектами. Угол відхилення задає подію, в якій відбувається перехід від типової до аномальної траєкторії по  $n \geq 1$  атрибутів об’єктів.

4. Інтегральна оцінка аномального фрагменту є зваженою сумою відстаней відхилень для дій процесу з урахуванням вугла відхилень.

Дане положення дозволяє врахувати як відмінності у протяжності дій процесу (темпоральний аспект), так і відмінності у діях (назва та стан дії), а також умовах виникнення, виконання і завершення дій (інші атрибути події).

Загальна схема підходу до виявлення аномалій полягає в наступному.

В якості вхідних даних використовується:

- множина траєкторій бізнес-процесу, що внесена до бази знань СПУ; ці траєкторії розглядаються як результат типового функціонування БП.

- траєкторія-кандидат на виявлення аномалій.

Приклад вхідних даних – фрагмент траси-кандидату на виявлення аномалій наведено на

рис. 2. В даному прикладі темпоральний аспект задається міткою часу закінчення події, а також назвою дії "le consult poliklinisch" та її станом "complete". Об'єктний аспект задається назвою відділення, де виконується дія: "Radiotherapy".

```
<trace>
<event>
<string key="org:group" value=
"Radiotherapy"/>
<string key="concept:name" value=
"le consult poliklinisch"/>
<date key="time:timestamp" value=
"2005-01-03T00:00:00.000+01:00"/>
<string key=
"lifecycle:transition" value="complete"/>
</event>
...
</trace>
```

Рис. 2 – Фрагмент вхідних даних

Послідовність виявлення аномалій містить у собі такі базові етапи.

1. Обчислення сумарної інтегральної оцінки відхилень для повної траєкторії – кандидата на аномальну поведінку. На даному етапі визначається середнє відхилення траєкторії – кандидата від усіх типових трас за інтегральною оцінкою. Якщо значення відхилення перевищує заданий поріг, то це свідчить про наявність аномалії у трасі-кандидаті. Виконується перехід до наступного етапу. В іншому випадку процес виявлення аномалій завершується.

2. Видалення з траси – кандидата дії з мінімальним значенням відхилення в темпоральному аспекті. Мета даного етапу – знайти дії, які відповідають нормальній поведінці БП. Такі «типові» дії можуть свідчити про незначну, оперативну корекцію нормального ходу процесу. Наприклад: змінилось прізвище виконавця тієї ж дії, без зміни послідовності дій у фрагменті БП. Новий виконавець може працювати більш повільно, що призведе до деякого відхилення по темпоральному критерію. Однак назва дії залишилась незмінною.

3. Видалення з типових трас такої ж дії, що була видалена з траси-кандидата. Видалення виконується для того, щоб не враховувати відхилення за аналогічною дією.

4. Для кожної зв'язної послідовності дій обчислюється сумарна інтегральна оцінка відхилень фрагменту бізнес-процесу.

5. Фрагменти, для яких інтегральна оцінка не перевищує порогового значення, видаляються з подальшого аналізу.

6. Етапи 2–5 повторюються для окремих фрагментів траси.

Результатом наведених етапів є множина фрагментів, що містять аномалії по темпоральному та об'єктному критеріям.

7. Для результатів виконання етапів 1–6, визначається множина атрибутів, що пов'язана з виникненням аномальних патернів. Виділяються атрибути, що характерні для подій аномального патерну, та не є характерними для аналогічних подій

типового патерну. Множина цих атрибутів визначає необхідні умови (або обмеження) для виконання патерну аномальної поведінки.

8. Виділяються значення атрибутів, що задають виконання окремих дій для кожного аномального патерну виконання БП. Значення атрибутів визначають достатні умови для аномальної поведінки БП.

Слід зазначити, що обмеження запропонованого підходу до виявлення аномалій визначається повнотою інформації про хід процесу в журналі реєстрації подій. Очевидно, що неповний лог, який містить не всі атрибути подій БП, не дозволяє визначити повний набір необхідних та достатніх умов аномального фрагменту дій.

Подальший аналіз значень атрибутів виділених траєкторій дає можливість визначити залежності між атрибутами, їх значеннями та діями процесу. Такі залежності відображують знання виконавців, що було використано для виконання нестандартного варіанту бізнес-процесу. Порівняння нових залежностей з традиційними патернами виконання бізнес-процесів дає можливість ОПР вдосконалити поточний бізнес-процес.

Бізнес-процес вдосконалюється за двома напрямками:

– впровадження отриманих залежностей у поточний (що виконується) бізнес-процес у вигляді конфігураційних правил, що дає можливість підвищити адекватність моделі БП в реальному часі, по мірі застосування виконавцями своїх знань і, тим самим, обмежити неефективні витрати ресурсів при виконанні процесу;

– адаптація процесної моделі після завершення функціонування поточного екземпляру бізнес-процесу, що дає можливість удосконалити модель з урахуванням неформальних знань виконавців і тим самим підвищити ефективність роботи системи процесного управління.

**Висновки.** Запропоновано підхід до виявлення аномалій поведінки знання-ємних бізнес-процесів на основі порівняльного аналізу трас у складі логів, що фіксують виконання цих процесів.

Підхід передбачає пошук фрагментів траси з аномаліями по темпоральному і об'єктному аспектам. Темпоральний аспект визначає послідовність подій, що відображають виконання дій бізнес-процесу та тривалість відповідних дій. Об'єктний аспект визначає характеристики об'єктів, що використовуються бізнес-процесом при виконанні цих дій. При пошуку аномальних фрагментів обчислюється відстань між діями. В якості ознаки початку та закінчення аномального фрагменту використовується кут відхилення між діями в просторі атрибутів подій логів.

В практичному плані підхід дає можливість не лише знайти аномальні фрагменти, але й визначити множину атрибутів об'єктів, пов'язаних з виконанням нетипових дій, а також значень цих атрибутів.

Сукупність дій, атрибутів та їх значень аномального фрагменту може бути представлена у вигляді елементу бази знань і в подальшому використана для удосконалення бізнес-процесу.

Список літератури

References (transliterated)

1. 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.
2. Aggarwal C. C. *Data Mining: The Textbook* / C. C. Aggarwal, C. Charu. – Springer, 2015. – 734 p.
3. Barnett V. *Outliers in Statistical Data* / V. Barnett, T. Lewis. – John Wiley & Sons, 1994. – 582 p.
4. Breunig M. M. LOF: Identifying density-based local outliers / M. M. Breunig, H.-P. Kriegel, R. T. Ng, J. Sander // Proc. 2000 ACM SIGMOD Int'l Conf. on Management of Data. – 2000. – P. 93–104.
5. Papadimitriou S. LOCI: Fast outlier detection using the local correlation integral / S. Papadimitriou, H. Kitagawa, P. B. Gibbons, C. Faloutsos // Proc. 19<sup>th</sup> Int'l Conf. on Data Engineering. – 2003. – P. 315–326.
6. Knorr E. M. Algorithms for mining distance-based outliers in large datasets / E. M. Knorr, R. T. Ng // Proc. 24th Int'l Conf. on Very Large Data Bases. – 1998. – P. 392–403.
7. Knorr E. M. Distance-based outliers: Algorithms and applications / E. M. Knorr, R. T. Ng, V. Tucakov // VLDB Journal. – 2000. – vol. 8, no. 3. – P. 237–253.
8. Ramaswamy S. Efficient algorithms for mining outliers from large data sets / S. Ramaswamy, R. Rastogi, K. Shim // Proc. 2000 ACM SIGMOD Int'l Conf. on Management of Data. – 2000. – P. 427–438.
9. Aggarwal C. C. Outlier detection for high dimensional data / C. C. Aggarwal, P. S. Yu // Proc. 2001 ACM SIGMOD Int'l Conf. on Management of Data. – 2001. – P. 37–46.
10. Hawkins D. *Identification of Outliers* / D. Hawkins. – Chapman and Hall, 1980. – 188 p.
1. Van der Aalst W. M. P. *Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes*. Springer, Berlin Heidelberg, 2011. 352 p.
2. Aggarwal C. C., Charu C. *Data Mining: The Textbook*. Springer, 2015. 734 p.
3. Barnett V, Lewis T. *Outliers in Statistical Data*. John Wiley & Sons, 1994. 582 p.
4. Breunig M. M., Kriegel H.-P., R. T. Ng, Sander J. LOF: Identifying density-based local outliers. *Proc. 2000 ACM SIGMOD Int'l Conf. on Management of Data*. 2000, pp. 93–104.
5. Papadimitriou S., Kitagawa H., Gibbons P. B., Faloutsos C. LOCI: Fast outlier detection using the local correlation integral. *Proc. 19<sup>th</sup> Int'l Conf. on Data Engineering*. 2003, pp. 315–326.
6. Knorr E. M., Ng R. T. Algorithms for mining distance-based outliers in large datasets. *Proc. 24th Int'l Conf. on Very Large Data Bases*. 1998, pp. 392–403.
7. Knorr E. M, Ng R. T., Tucakov V. Distance-based outliers: Algorithms and applications. *VLDB Journal*. 2000, vol. 8, no. 3, pp. 237–253.
8. Ramaswamy S., Rastogi R., Shim K. Efficient algorithms for mining outliers from large datasets. *Proc. 2000 ACM SIGMOD Int'l Conf. on Management of Data*. 2000, pp. 427–438.
9. Aggarwal C. C., Yu P. S. Outlier detection for high dimensional data. *Proc. 2001 ACM SIGMOD Int'l Conf. on Management of Data*. 2001, pp. 37–46.
10. Hawkins D. *Identification of Outliers*. Chapman and Hall, 1980. 188 p.

Поступила (received) 22.11.2017

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

**Підхід до виявлення аномальної поведінки процесів в системах процесного управління на основі аналізу логів / В. М. Левикін, О. В. Чала // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Х. : НТУ «ХПІ», 2018. – № 55 (1276). – С. 77–81. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-0023.**

**Подход к выявлению аномального поведения процессов в системах процессного управления на основе анализа логов / В. М. Левыкин, О. В. Чалая // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – № 55 (1276). – С. 77–81. – Библиогр.: 10 назв. – ISSN 2079-0023.**

**Approach to the detection of abnormal behavior of processes in process control systems based on log analysis / V. M. Levykin, O. V. Chala // Bulletin of National Technical University "KhPI". Series: System analysis, control and information technology. – Kharkov : NTU "KhPI", 2018. – No. 55 (1276). – P. 77–81. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2079-0023.**

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Левикін Віктор Макарович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних управляючих систем Харківського національного університету радіоелектроніки, м. Харків, тел.: (057) 702-14-51; e-mail: levykinvictor@gmail.com.

**Чала Оксана Вікторівна** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних управляючих систем Харківського національного університету радіоелектроніки, м. Харків, тел.: (057) 702-14-51; e-mail: oksana.chala@nure.ua.

**Левыкин Виктор Макарович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных управляющих систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, г. Харьков, тел.: (057) 702-14-51; e-mail: levykinvictor@gmail.com.

**Чалая Оксана Викторовна** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры информационных управляющих систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, г. Харьков, тел.: (057) 702-14-51; e-mail: oksana.chala@nure.ua.

**Levykin Viktor** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Information Control Systems of the Kharkiv National University of Radioelectronics, c. Kharkiv, (057) 702-14-51; e-mail: levykinvictor@gmail.com.

**Chala Oksana** – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Control Systems of the Kharkiv National University of Radioelectronics, c. Kharkiv, (057) 702-14-51; e-mail: oksana.chala@nure.ua.