

О. В. Чала

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

МЕТОД ІЄРАРХІЧНОГО ВИВЕДЕННЯ В БАЗІ ЗНАНЬ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧОЇ СИСТЕМИ В ПАРАДИГМІ «ENTERPRISE 2.0»

Предметом вивчення в статті є процеси використання знань в рамках парадигми функціонування підприємства «Enterprise 2.0», яка передбачає створення комплексних об'єктів управління в його межах. **Мета** полягає в розробці методу ієрархічного виведення на основі темпоральних залежностей в базі знань для побудови набору можливих послідовностей дій у поточному стані об'єкту управління на різних рівнях організаційної ієрархії підприємства. **Задачі:** розробити ієрархію контекстно-орієнтованих темпоральних залежностей для представлення знань про поведінку об'єкту управління на різних рівнях організаційної ієрархії; розробити метод ймовірного ієрархічного виведення в базі знань на основі інформації про поведінку об'єкту управління у вигляді послідовностей подій. **Методами**, що використовуються, є методи визначення ваг правил в марківській логічній мережі, методи виведення на основі представлення знань в марківській логічній мережі. Отримані такі **результати**. Виділені темпоральні правила, що пов'язують атрибути подій журналу об'єкту управління. Сформована ієрархія таких правил на основі групування по визначеним атрибутам подій. Розроблено метод ймовірного ієрархічного виведення, що використовує темпоральні правила для формування допустимих послідовностей виконання дій на відповідному рівні ієрархії. **Висновки.** Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному: розроблена модель ієрархічного представлення темпоральних залежностей у вигляді правил для послідовних дій на об'єкті управління та узагальнюючих правил виконання цільових дій. Розроблене представлення дозволяє деталізувати знання про поведінку об'єкту управління для різних рівнів організаційної ієрархії і тим самим підвищити ефективність управління підприємством. Запропоновано метод ієрархічного виведення в базі знань підприємства в парадигмі «Enterprise 2.0». Метод передбачає формування ієрархії упорядкованих за ймовірністю реалізації можливих варіантів прогнозованої поведінки об'єкту управління. Метод дозволяє підвищити ефективність управління підприємством на основі вибору із множини можливих варіантів поведінки із заданим рівнем деталізації для об'єкту управління.

Ключові слова: парадигма «Enterprise 2.0»; марківські логічні мережі; темпоральні правила; логічне виведення; журнал подій.

Вступ

Сучасна парадигма управління підприємством «Enterprise 2.0» орієнтована на одночасне скорочення строків і витрат на виробництво продукції. Вона передбачає поєднання функціонального і процесного підходів до управління [1]. Функціональне управління засноване на вертикальній декомпозиції діяльності підприємства у вигляді ієрархії функцій. Надалі ці функції реалізуються за допомогою колективної роботи на різних рівнях організаційної ієрархії підприємства. Процесне управління засноване на описі діяльності підприємства як сукупності бізнес-процесів і реалізується з використанням моделей цих процесів. Модель процесу містить набір можливих послідовностей дій, які забезпечують виробництво продукції і послуг підприємства, із зазначенням умов виконання цих дій.

Об'єкт управління у відповідності до наведеної парадигми об'єднує фрагменти колективної роботи виконавців, а також апріорно задані послідовності дій з виробництва продукції або надання послуг. В рамках колективної роботи здійснюється прийняття рішень по вибору щодо реалізації тієї чи іншої послідовності дій. Вибір дій здійснюється кваліфікованими виконавцями на основі своїх персональних знань [2] з урахуванням поточного стану предметної області, а також зовнішніх впливів. Зазначені персональні знання лише частково піддаються формалізації, тому в рамках парадигми «Enterprise 2.0» для обміну такими знаннями традиційно використовуються корпоративні портали, блоги, соціальні мережі, які в сукупності розглядаються як неформалізо-

вана база знань підприємства. Механізм соціалізації, що використовується при такій передачі, вимагає значних витрат часу на узагальнення і перетворення знань, що ускладнює оперативний реінжиніринг знання-ємних процесів в результаті їх модифікації співробітниками під час виконання.

Викладене свідчить про актуальність автоматизованої побудови і поповнення баз знань в реальному часі і подальшого використання механізмів виведення при формуванні допустимих варіантів поведінки об'єкту управління на підприємстві в разі втручання виконавців в хід робіт.

На сьогодні методи та технології автоматизованої побудови баз знань призначені в першу чергу для виявлення залежностей в великих базах даних в мережі Інтернет [3]. Ключова особливість цих методів полягає в тому, що вони призначені для пошуку статичних залежностей в обраній предметній області [4]. У той же час, при вирішенні завдань управління підприємством в рамках парадигми «Enterprise 2.0» необхідно враховувати темпоральний аспект використовуваних залежностей і постійно, синхронно з ходом виконання відповідних бізнес-процесів, оновлювати і поповнювати ці залежності.

Інформація про поведінку процесів, що дозволяє отримати знання про послідовність його станів і залежності між цими станами, представлена в журналах подій розглянутих процесів. Існуючі методи аналізу журналів подій орієнтовані на побудову моделей таких процесів «як є» для подальшого порівняння з його апріорної моделлю згідно з технологією process mining [5, 6]. Виділені в результаті аналізу журналу каузальні залежності застосовуються в

першу чергу при обробці вихідних даних для задач інтелектуального аналізу процесів [7].

Загальний метод автоматизованої побудови бази знань на основі аналізу журналів подій і виділення залежностей між цими подіями запропонований в роботі [8]. Даний метод використовує представлення знань на основі марківських логічних мереж [9]. Методи імовірнісного виведення на базі марківських логічних мереж представлені в роботах [10]. Дані методи призначені в першу чергу для знаходження ймовірностей статичних залежностей в базі знань і не враховують темпоральний аспект, що не дозволяє прогнозувати поведінку розглянутих процесів. Таким чином, загальна задача прогнозування поведінки процесу в нестандартній ситуації, викликаній втручанням виконавців, вимагає свого вирішення. Особливість даного завдання полягає в тому, що рішення щодо зміни послідовності робіт процесу можуть бути прийняті в ієрархічному контексті, що відповідає різним рівням організаційної ієрархії підприємства.

Метою статті є розробка методу ієрархічного виведення з використанням темпоральних залежностей в базі знань для побудови набору можливих послідовностей дій на різних рівнях організаційної ієрархії підприємства відносно поточного стану об'єкту управління.

Модель ієрархії контекстно-орієнтованих темпоральних правил

Для побудови темпоральних залежностей використовуються журнали подій, що реєструють стан об'єкту управління в дискретні моменти часу. Послідовність подій відображає поведінку об'єкту управління на підприємстві. Кожна подія характеризується множиною значень атрибутів, що містять інформацію про властивості артефактів, пов'язаних із цією подією. В якості артефактів розглядають об'єкти, що є складовими комплексного об'єкту управління. Темпоральні правила визначають зв'язки між подіями у часі. Розглянемо, наприклад, ситуацію, коли дві події e_j та e_m , що відображають різні стани об'єкту управління, завжди виникають одна за другою. Це свідчить про наявність зв'язків між діями на об'єкті управління, результати яких записані у вигляді подій e_j та e_m . Такі зв'язки будемо відображати темпоральним правилом C_{Next} (правило наступної події). Тоді поведінку об'єкту управління можна описати у вигляді послідовності правил C_{Next} . Послідовність із $n > 1$ правил C_{Next} поєднує між собою $n + 1$ подію, причому між першою та $n + 1$ подіями існує зв'язок виду: за першою подією колись у майбутньому відбудеться $n + 1$ подія. Такий зв'язок описується правилом майбутньої події C_{Future} .

Як було показано вище, кожна подія e_j характеризується множиною значень атрибутів $\{a_j^k\}$, $k = \overline{1, K}$. Значення атрибуту a_j^k одночасно є значенням відповідної властивості одного з артефактів, наприклад виконавців, продукції, відділу, тощо. Сукупність значень пов'язаних із подією атрибутів відображає стан контексту в момент виконання дії.

В цілому, правило C_{Next} доцільно розглядати як темпоральну залежність між двома станами контексту – до та після виконання відповідної дії. Стан контексту в момент події e_j задамо предикатом $A(\{a_j^k\})$. Даний предикат приймає значення *true* для заданої підмножини значень атрибутів a_j^k .

Атрибути події у багатьох журналах містять назву та стан відповідної дії. В такому випадку правило C_{Next} можна представити у двох варіантах:

– ЯКЩО УМОВА ВИКОНАННЯ (поточний стан контексту) ТО ДІЯ (назва та стан дії, представлені атрибутом події);

– ЯКЩО УМОВА ВИКОНАННЯ (поточний стан контексту) ТО ДІЯ (назва та стан дії, представлені атрибутом події) ТА РЕЗУЛЬТАТ (новий стан контексту).

В першому варіанті враховуються атрибути однієї події, а в другому – обох подій.

Узагальнене контекстно-орієнтоване правило C_{Next} , що враховує атрибути подій, має вигляд:

$$C_{Next} = A(\{a_j^k\})X A(\{a_n^k\}), k = \overline{1, K}. \quad (1)$$

Аналогічне правило C_{Future} з урахуванням всіх атрибутів подій має вигляд:

$$C_{Future} = A(\{a_j^k\})F A(\{a_n^k\}), k = \overline{1, K}. \quad (2)$$

Правила у виразах (1) та (2) записані з використанням операторів темпоральної логіки X та F , що задають зв'язок відповідно між послідовними подіями та подіями, між якими є інші події. Ці правила відображають зв'язки між атрибутами подій журналу. Тому при побудові наведених правил можуть бути використані підмножини атрибутів подій.

Виділення підмножин атрибутів подій дозволяє на основі відношення включення отримати ієрархію правил процесного опису. Загальна ідея запропонованого підходу полягає у групуванні підмножини правил C_{Next}^l на детальному рівні l та відображенні згрупованих залежностей у вигляді одного правила C_{Future}^{l+1} на узагальненому рівні $l + 1$. Групування правил виконується за критерієм спільності значень як мінімум одного атрибута для всіх подій з групи. Тому область визначення Y_{Next}^l для всіх правил C_{Next}^l задається з урахуванням цього загального атрибута:

$$C_{Future}^{l+1} = \{C_{Next}^l\}, Y_{Next}^l = \{e_j \in E \mid \exists a_j^k = \alpha_m^k\}, \quad (3)$$

де E – множина подій, що описують поведінку об'єкту управління.

Вираз (3) поєднує правила (1) та (2) на основі відношення включення і тим самим визначає модель ієрархічного представлення темпоральних правил, що задають поведінку об'єкту управління згідно парадигми «Enterprise 2.0».

Приклад дворівневого представлення темпоральних правил згідно (1) - (3) наведено на рис. 1.

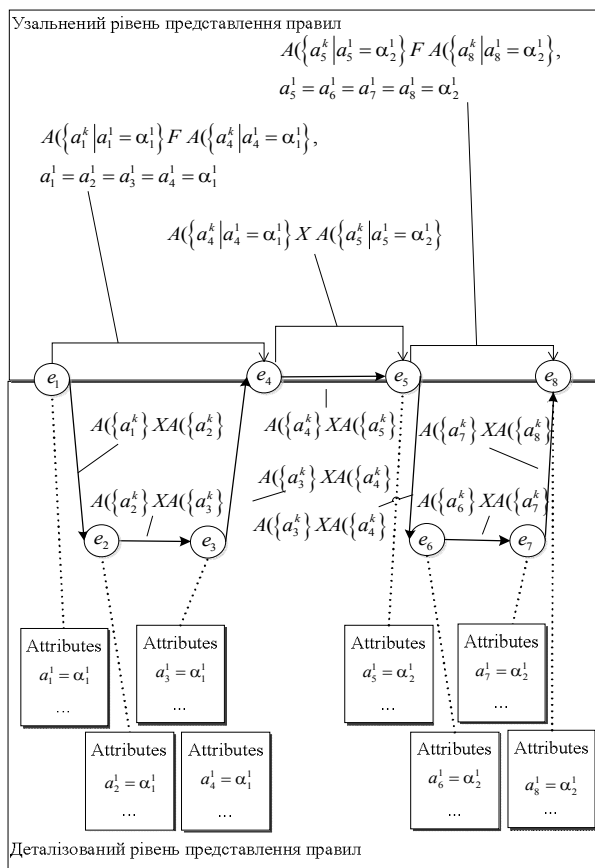


Рис. 1. Приклад дворівневого представлення темпоральних правил

На даному рисунку наведено послідовність із 8 подій і дворівневе представлення правил, що визначають порядок цих подій. На нижньому, детальному рівні виділені дві групи правил: $A\{a_1^k\} XA\{a_2^k\}$, $A\{a_2^k\} XA\{a_3^k\}$, $A\{a_3^k\} XA\{a_4^k\}$ та $A\{a_4^k\} XA\{a_5^k\}$, $A\{a_6^k\} XA\{a_7^k\}$, $A\{a_7^k\} XA\{a_8^k\}$, які задають дві групи послідовних дій процесу. Всі події кожної групи мають одну загальну властивість, що описується атрибутом a_j^1 цих подій. Перший атрибут усіх подій першої групи має одне і те ж значення: α_1^1 : $a_j^1 = \alpha_1^1$. Перший атрибут усіх подій другої групи також має однакове значення: $a_j^1 = \alpha_2^1$.

Наведемо приклади значень атрибутів з різних журналів подій: найменування оброблюваної продукції: *Product_value* = "PROD609"; ім'я виконавця: *Org_resource_value* = "Sophie"; IP - адреса відправника: *SourceIPAddress* = "192.168.220.51"; мережний протокол: *TransportProtocol* = "ICMP". Тоді семантика виразу (3) полягає у групуванні подій, що відображають обробку одного виду продукції, виконуються одним виконавцем, описують роботу з одним конкретним комп'ютером (одною IP - адресою відправника), визначають роботу з одним мережним протоколом і т.п.

Загальна характеристика наведених в прикладі атрибутів полягає в тому, що вони задають ключові

властивість контексту виконання групи дій на об'єкті управління. Це дозволяє побудувати ієрархію контексту виконання дій на основі ієрархії цих атрибутів, та потім використовувати її при побудові ієрархії темпоральних правил.

Правила на верхньому рівні поєднують групу правил нижнього рівня, тому правила C_{Next} представлені на узагальненому рівні одним правилом типу C_{Future} із заданою умовою по загальним атрибутам події, наприклад:

$$A\{a_1^k | a_1^1 = \alpha_1^1\} FA\{a_4^k | a_4^1 = \alpha_1^1\}, a_1^1 = a_2^1 = a_3^1 = a_4^1 = \alpha_1^1.$$

Метод ієрархічного виведення з використанням темпоральних залежностей

Розроблений метод призначений для побудови імовірнісного опису допустимої поведінки об'єкту управління на декількох рівнях його деталізації. Сформований опис має забезпечувати виконання послідовності дій від поточного стану об'єкту управління і до цільового. Цільовий стан відображає результати процесу управління. Поточний стан представлено результатом виконання ланцюжка попередніх дій. У журналі об'єкту управління в інформаційно-управляючій системі і поточний і цільовий стани відображаються у вигляді подій, що дозволяє контролювати поведінку об'єкту управління.

Метод використовує представлення знань на основі марківської логічної мережі [9], адаптоване до завдань управління підприємством в роботі [8]. Ключовим елементом даного подання є розглянуті раніше темпоральні правила.

Загальна ідея даного методу полягає у формуванні ієрархії правил (3) на основі вхідної ієрархії атрибутів подій журналу. В подальшому формується ієрархія трас із упорядкованих послідовностей подій, що відображають допустимі варіанти поведінки об'єкту управління в поточному стані з різним ступенем деталізації. Для кожної траси на кожному рівні ієрархії за правилами марківської логічної мережі розраховуються значення ймовірності її реалізації, що дозволяє впорядкувати вибір допустимого варіанту поведінки процесу в поточній ситуації. Метод ієрархічного виведення в базі знань використовує такі вхідні дані:

- підмножина $\{\pi_i\}$ послідовностей подій, що описують актуальну поведінку об'єкту управління та його поточний стан; кожна послідовність подій відповідає одному екземпляру об'єкту управління;
- набір темпоральних залежностей типів C_{Next} та C_{Future} для зазначених послідовностей подій;
- ієрархію підмножин атрибутів подій $\{\{a_j^k\}^l\}$, які задають різні рівні деталізації поведінки об'єкту управління;
- максимальний рівень ієрархії L , для якого буде здійснюватися виведення.

поточний рівень ієрархії, з якого буде починатись логічне виведення; за замовчуванням - з першого рівня.

Метод включає в себе наступні фази і етапи.

Фаза 1. Підготовка набору темпоральних правил до виведення.

Етап 1.1. Формування ієрархії правил згідно (3).

Етап 1.2. Обчислення ваги правил. Даний етап виконується циклічно для всіх рівнів ієрархії.

Розрахунок виконується згідно з особливостей марківської логічної мережі, з використанням представленою в роботі [11] підходу. Значення ваги відповідає ймовірності виконання правила: чим більше вага, тим більше ймовірність. Додатково встановлюється вага обмежень α . Обмеження виконуються для всіх варіантів поведінки об'єкту управління. Результат фази 1: множини зважених правил та обмежень для всіх рівнів ієрархії.

Фаза 2. Формування ймовірних варіантів поведінки процесу.

Етап 2.1. Вибір вхідної підмножини подій на поточному рівні l для правила C_{Future}^{l+1} .

На даному етапі вибирається підмножина подій для рівня l , для якої виконується умова $e_j \in E \mid \exists \alpha_j^k = \alpha_m^k$, тобто ця підмножина відповідає правилу C_{Future}^{l+1} . Якщо така підмножина відсутня, то перейти до етапу 2.7.

Етап 2.2. Побудова підмножини упорядкованих послідовностей подій $\{\pi_s^l\}$ для правила C_{Future}^{l+1} .

На даному етапі формуються всі можливі перестановки з отриманої на етапі 2.1 підмножини подій з урахуванням отриманих на етапі 1.2 обмежень. Це означає, що події, що входять до складу обмежень, виключаються з перестановок. Отримані в результаті перестановок послідовності подій визначають можливі послідовності дій на об'єкті управління.

Етап 2.3. Обчислення потенціалу для кожної отриманої упорядкованої послідовності подій π_s^l .

Потенціал розраховується як сума ваг правил, істинних для даної послідовності подій [9]. Потенціал визначає ймовірність реалізації дій, що відповідає послідовності подій π_s^l .

Етап 2.4. Розрахунок ймовірностей реалізації для отриманих упорядкованих послідовностей подій $\{\pi_s^l\}$, що відповідають узагальненому правилу C_{Future}^{l+1} .

Розрахунок ймовірностей виконується згідно виразу (2) в роботі [8]. Результатом етапу є множина

$\{P(\pi_s^l)\}$ ймовірностей реалізації послідовностей подій для правила C_{Future}^{l+1} .

Етап 2.5. Упорядкування послідовностей подій π_s^l за $P(\pi_s^l)$.

Результатом етапу є упорядковані послідовності

$$\langle \pi_1^l, \dots, \pi_s^l, \dots, \pi_s^l \mid P(\pi_1^l) > \dots > P(\pi_s^l) > \dots > P(\pi_s^l) \rangle.$$

Етап 2.6. Перевірка поточного рівня деталізації l . Якщо всі події рівня впорядковані, то перейти до етапу 2.7. Інакше - перейти до етапу 2.1.

Етап 2.7. Перехід до рівня деталізації $l+1$.

Якщо $l+1=L$, то завершити роботу. Інакше – перехід до етапу 2.1.

Результат фази 2: упорядкований за значеннями ймовірності на кожному рівні ієрархії набір множин упорядкованих послідовностей подій, що задають допустимі послідовності дій для заданих рівнів деталізації поведінки об'єкту управління.

Висновки

1. Запропоновано модель ієрархічного представлення темпоральних правил, що визначають поведінку об'єкту управління в інформаційно-управляючій системі, в формі узагальнення послідовності правил безперервного виконання дій на об'єкті управління на більш детальному рівні одним правилом виконання цільової дії в майбутньому на узагальненому рівні. У практичному плані отримане представлення знань дозволяє поєднувати процесний та функціональний опис діяльності підприємства при вирішенні частково структурованих задач шляхом комбінування ієрархії властивостей контексту виконання дій, а також послідовності цих дій.

2. Запропоновано метод ієрархічного виведення в базі знань інформаційно-управляючої системи, який узагальнює зважені темпоральні правила для об'єкту управління для формування ієрархії варіантів його можливої подальшої поведінки із зазначенням ймовірності кожного з варіантів. Метод призначений для підвищення ефективності управління підприємством шляхом прогнозування контекстно-залежних послідовностей дій відповідно до парадигми «Enterprise 2.0», на основі поєднання технологій колективної роботи та бізнес-процесів.

REFERENCES

1. Vom Brocke, J. (2015). Handbook on Business Process Management 1. Introduction, Methods, and Information Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 709 doi:10.1007/978-3-642-45100-3
2. Kalynychenko, O., Chalyi, S., Bodyanskiy, Y., Golian, V., Golian, N. (2013, September). Implementation of search mechanism for implicit dependences in process mining. 2013 IEEE 7th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Available: <https://doi.org/10.1109/idaacs.2013.6662>
3. Shin J., Wu S., Wang F., De Sa C. Zhang C, R'e C. (2015). Incremental Knowledge Base Construction Using DeepDive. 41 th International Conference on Very Large Data Bases (VLDB). Vol. 8(11).
4. Niu F., Zhang C., Re C. (2012). DeepDive: Web-scale Knowledge-base Construction using Statistical Learning and Inference. VLDS, 25–28.
5. Van der Aalst, W. M. P. (2011). Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. Springer Berlin Heidelberg, p 352 . doi:10.1007/978-3-642-19345-3
6. Van der Aalst, W. M. P. (2014). Process Mining in the Large. A Tutorial. Business Intelligence. Springer Science + Business Media, 33–76. doi:10.1007/978-3-319-05461-2_2

7. Chalvi S., Levykin I., Petrychenko A. and Bogatov I. (2018). Causality-based model checking in business process management tasks. *Proc. IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies DESSERT'2018*. Ukraine, Kyiv, May 24-27, 478 – 483.
8. Levykin V., Chala O. (2018). Method of automated construction and expansion of the knowledge base of the business process management system. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 29-35.
9. Richardson, M., Domingos, P. (2006). Markov logic networks. *Machine Learning*, 62 (1-2), 107–136. doi: <https://doi.org/10.1007/s10994-006-5833-1>.
10. Singla, P., Domingos, P. (2005). Discriminative Training of Markov Logic Networks. *Proceedings of the 20th national conference on Artificial intelligence*.
11. Lowd D., Domingos P. (2007). Efficient weight learning for Markov logic networks. *European Conference on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery. Knowledge discovery in databases: PKDD 2007*.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г. А. Кучук,

Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Харків

Received (Надійшла) 14.06.2018

Accepted for publication (Прийнята до друку) 15.08.2018

Метод иерархического вывода в базе знаний информационно-управляющей системы в парадигме «Enterprise 2.0»

О.В. Чала

Предметом изучения в статье являются процессы использования знаний в рамках парадигмы функционирования предприятия «Enterprise 2.0», которая предусматривает создание комплексных объектов управления. **Цель** состоит в разработке метода иерархического вывода на основе темпоральных зависимостей в базе знаний для построения набора возможных последовательностей действий в текущем состоянии объекта управления на разных уровнях организационной иерархии предприятия. **Задачи:** разработать иерархию контекстно-ориентированных темпоральных зависимостей для представления знаний о поведении объекта управления на разных уровнях организационной иерархии; разработать метод вероятностного иерархического вывода в базе знаний на основе информации о поведении объекта управления в виде последовательностей событий. **Методами**, которые используются, являются методы определения весов правил в марковской логической сети, методы вывода на основе представления знаний в марковской логической сети. Получены следующие **результаты**. Выделены темпоральные правила, связывающие атрибуты событий журнала объекта управления. Сформирована иерархия таких правил на основе группировки по определенным атрибутам событий. Разработан метод вероятностного иерархического вывода, который использует темпоральные правила для формирования допустимых последовательностей выполнения действий на соответствующем уровне иерархии. **Выводы.** Научная новизна полученных результатов заключается в следующем: разработана модель иерархического представления темпоральных зависимостей в виде правил для последовательных действий на объекте управления и обобщающих правил выполнения целевых действий. Разработанное представление позволяет детализировать знания о поведении объекта управления для различных уровней организационной иерархии и тем самым повысить эффективность управления предприятием. Предложен метод иерархического вывода в базе знаний предприятия в парадигме «Enterprise 2.0». Метод предусматривает формирование иерархии упорядоченных по вероятности реализации возможных вариантов прогнозируемой поведения объекта управления. Метод позволяет повысить эффективность управления предприятием на основе выбора из подмножества наиболее вероятных вариантов поведения с заданным уровнем детализации для объекта управления.

Ключевые слова: парадигма «Enterprise 2.0»; марковские логические сети; темпоральные правила; логический вывод; журнал событий.

The method of hierarchical inference in the knowledge base of the information control system in the "Enterprise 2.0" paradigm

O. Chala

The **subject matter** of the article is the process of using knowledge within the framework of the Enterprise for Enterprise 2.0 Paradigm, which involves the creation of complex management objects. The **goal** is to develop a hierarchical output method based on the temporal dependencies in the knowledge base to construct a set of possible action sequences in the current state of the control object at different levels of the organizational hierarchy of the enterprise. **Tasks:** to develop a hierarchy of context-oriented temporal dependencies for representing knowledge about the behavior of the control object at different levels of the organizational hierarchy; develop a method of probabilistic hierarchical output in the knowledge base based on information about the behavior of the control object in the form of event sequences. The **methods** used are: methods for determining the rules weights in the Markov logical network, the methods of output based on the representation of knowledge in the Markov logical network. The following **results** were obtained. Temporal rules are assigned that bind the event attributes of the control object's log. A hierarchy of such rules is formed based on grouping according to certain event attributes. The method of probabilistic hierarchical output is developed, which uses temporal rules for generating valid sequences of execution of actions at the appropriate level of the hierarchy. **Conclusions.** The scientific novelty of the results obtained is as follows: a model of the hierarchical representation of temporal dependencies in the form of rules for the successive actions on the control object and generalizing rules for the implementation of targeted actions is developed. The developed representation allows to detail the knowledge about the behavior of the control object for different levels of the organizational hierarchy and thus increase the efficiency of enterprise management. A method of hierarchical conclusion is proposed in the enterprise knowledge base in the Enterprise 2.0 paradigm. The method involves the formation of a hierarchy of ordered probabilities of possible variants of the predicted behavior of the control object. The method allows to increase the efficiency of enterprise management by choosing from the subset the most probable behavior with a given level of detail for the control object.

Keywords: paradigm "Enterprise 2.0"; Markov Logical Networks; temporal rules; logical conclusion; event log.