

О. В. Чала

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

МЕТОД ПОБУДОВИ КОНТЕКСТНО-ОРІЄНТОВАНИХ ПРАВИЛ В ТЕМПОРАЛЬНІЙ БАЗІ ЗНАНЬ

Предметом вивчення в статті є процеси побудови й використання темпоральних знань при управлінні підприємством в умовах невизначеності, що є наслідком неповноти інформації про поточний стан підприємства. **Мета** полягає в розробці методу побудови темпоральних правил, що враховують зміну контексту виконання дій на різних рівнях організаційної ієрархії при реалізації управління підприємством. **Задачі:** виділити відмінності контекстно-орієнтованих темпоральних правил від правил, що пов'язують послідовні стани об'єкту управління; розробити метод побудови контекстно-орієнтованих темпоральних правил на основі інформації набір та значення змінних, що характеризують послідовні стани об'єкту управління. **Методами,** що використовуються, є: методи побудови темпоральних правил, що пов'язують послідовні стани об'єкту управління, метод розрахунку ваг правил в марківській логічній мережі, методи ймовірнісного виведення в темпоральній базі знань. Отримані такі **результати.** Виділені особливості реалізації контекстно-орієнтованих темпоральних правил для наборів вхідних даних, що задають послідовність станів об'єкту управління у вигляді наборів властивостей його атомарних складових. Розроблено метод побудови контекстно-орієнтованих темпоральних правил, який враховує відмінності між змінними, що задають статичні й динамічні характеристики об'єкту управління. **Висновки.** Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному: запропоновано метод побудови контекстно-орієнтованих темпоральних правил. Правила враховують зміну контексту виконання дій як сукупності властивостей атомарних складових комплексного об'єкту управління. Метод містить етапи відбору підмножини даних про стани об'єкту управління на визначеному рівні деталізації; формування фактів-антецедентів та фактів-консеквентів, що відображають статичні й динамічні характеристики контексту виконання дій на об'єкті управління; побудову, інтеграцію та квантифікацію темпоральних правил. Метод забезпечує можливості аналізу й класифікації поточного стану та прогнозування поведінки об'єкту управління в умовах невизначеності на основі зв'язку між виконаними діями та поточним станом предметної області.

Ключові слова: темпоральна база знань; темпоральні правила; логічні факти; послідовність станів об'єкту управління.

Вступ

Темпоральна база знань відображає залежності у часі між діями, або станом та діями на об'єкті управління і призначена для підтримки управління підприємством в умовах невизначеності. Остання характеризується неповнотою інформації про поточні характеристики стану цього об'єкту.

Така невизначеність зазвичай виникає у випадку, якщо при управлінні поєднуються неформалізовані знання виконавців та формалізовані послідовності дій з виробництва продукції або надання послуг.

Вибір вказаних послідовностей дій виконується експертами на основі своїх персональних знань [1] з урахуванням поточного стану предметної області, а також зовнішніх впливів.

Використання темпоральної бази знань дозволяє поєднати існуючі моделі управління на підприємстві із знання-орієнтованими підходами [2].

Зазначене свідчить про актуальність автоматизованої побудови, а також поповнення темпоральної бази знань в ситуаціях втручання виконавців в хід робіт на підприємстві.

Поповнення темпоральної бази знань передбачає аналіз станів об'єкту управління та виділення залежностей між цими станами у формі темпоральних правил.

Однак існуючі методи автоматизованої побудови та поповнення баз знань орієнтовані переважно на виявлення статичних залежностей на основі аналізу інформації в мережі Інтернет [3, 4].

Побудова темпоральної бази знань розглядається в роботі [5], а темпоральних правил до неї – в роботі [6]. Однак запропоновані в цій роботі правила не враховують контекстні залежності. В той же час при використанні бази знань для підтримки управління на підприємстві необхідно враховувати не лише допустимі послідовності дій [7], але й зв'язок цих дій з контекстом [8].

Таким чином, загальна задача побудови й використання контекстно-залежних темпоральних правил потребує свого вирішення.

Метою статті є розробка методу побудови темпоральних правил, що враховують зміну контексту виконання дій на різних рівнях організаційної ієрархії при реалізації управління підприємством.

Особливості реалізації темпоральних правил при вирішенні задач управління

Знання, що інтегрують статичні та динамічні характеристики об'єкту управління, представляються у вигляді логічних фактів та темпоральних правил.

Логічні факти характеризують стан об'єкта управління у визначені дискретні моменти часу та є предикатами на підмножині змінних, що характеризують поточний стан предметної області в цілому. Вказані змінні зазвичай задають властивості атомарних об'єктів – артефактів. Комплексний об'єкт управління складається із сукупності взаємодіючих артефактів.

Прикладами артефактів є документ, файл, продукт, тощо.

Темпоральні правила визначають можливі послідовності реалізації управлінських дій.

Запропоновані темпоральні правила у відповідності до розглянутої структури об'єкту управління діляться на дві групи.

Перша група правил визначає допустимі послідовності дій, що приводять до переходу від поточного до цільового стану об'єкту управління [6].

До цієї групи належать правила типів *NeXt* та *Future*. Ці правила побудовані на базі темпоральних операторів X та F відповідно.

Правила використовують комбінацію кванторів (*Quantifier*) темпоральної логіки $E(Exists)$ і $A(All)$ та темпоральних операторів.

Квантор E задає істинність правила щонайменше для однієї послідовності станів об'єкту управління. Квантор A задає істинність правила для всіх можливих послідовностей станів об'єкту управління.

Послідовність станів об'єкту управління відповідає одному циклу управління, тобто вирішенню однієї функціональної задачі або реалізації одного бізнес-процесу.

Правило типу *NeXt* визначає зв'язок між парою послідовних станів об'єкту управління, що визначені логічними фактами ft_j та ft_m , та має вигляд: $ft_j \text{ Quantifier } X \text{ } ft_m$.

Правило типу *Future* визначає пару станів об'єкту управління, представлених логічними фактами ft_j та ft_m , між якими є інші стани. Правило має вигляд: $ft_j \text{ Quantifier } F \text{ } ft_m$. Правило типу *Future* поєднує у собі декілька правил типу *NeXt*, які виконуються послідовно.

Альтернативна інтерпретація зазначених правил має такий вигляд: правило типу *NeXt* задає зв'язок між парою послідовних управлінських дій; правило типу *Future* визначає зв'язок між парою дій з одного циклу управління, між якими є щонайменше одна проміжна дія.

До другої групи належить правила типу *Until*. Правила даного типу задаються з використанням темпорального оператора U (до тих пір, поки) і кванторів темпоральної логіки.

Головне призначення правил даного типу полягає у формалізації зв'язку між діями на об'єкті управління та контекстом виконання цих дій. Контекст виконання дій задається логічними фактами ft_j .

Кожне U – правило визначає момент зміни контексту, що призводить до зміни стану об'єкту управління. Контекст у правилі задається через значення змінних у логічних фактах ft_j та ft_m . Тому при переході від першого стану до другого змінюється лише частина значень змінних для цих логічних фактів. Тобто змінюється частина властивостей артефактів. Очевидно, що значення, які змінюються,

визначають умови виконання дій на об'єкті управління та, як наслідок, зміни його стану. Тому ці значення задають умову для правила типу *Until*.

Приклад запису про зміни стану об'єкту управління у вигляді зміни значень властивостей артефактів наведено на рис. 1.

Даний приклад містить два послідовних стани об'єкту управління. Кожен із станів характеризується значеннями змінних, що задають країну, виконавця, групу виконавців, цільовий продукт, дії з обробки продукту, тощо.

Логічні факти, що визначають вказані стани, задаються як предикати на змінних – атрибутах артефактів. Тобто логічний факт для першого стану ft_1 буде істинним лише у випадку таких значень змінних:

org : group value = "N40" та

resource country value = "USA" і т.п.

На рис. 1 жирним виділено ті значення атрибутів артефактів, що змінилися при переході від першого до другого стану об'єкту управління. Зокрема, для даного прикладу продукт із шифром "PROD486" передали із країни "USA" до країни "POLAND". При цій передачі змінився виконавець – був "Martin", а стала "Marika".

В результаті передачі змінилась і поточна дія. В першому стані продукт із шифром "PROD486" стояв у черзі, що позначено такою змінною:

concept : name value = "Queued".

Продукт очікував призначення виконавця:

lifecycle : transition value = "Awaiting Assignment".

В наступному стані даний продукт прийнятий для обробки:

concept : name value = "Accepted"

та процес роботи з продуктом почався:

lifecycle : transition value = "InProgress".

Правило типу *NeXt* для даного прикладу має вигляд: $ft_1 E X ft_2$, причому факти ft_1 та ft_2 визначаються для всіх значень атрибутів першого й другого станів відповідно.

Квантор E використано тому, що в даному прикладі ми маємо лише одну послідовність з двох станів об'єкту управління. Квантор A доцільно було б використовувати в тому випадку, якщо вказані стани повторюються на всіх відомих послідовностях станів.

Правила типу *Until* містять ті пари (атрибут, значення), поява яких привела до поточного стану. В наведеному прикладі незмінними лишаються такі пари (атрибут, значення):

– шифр робочої групи:

org : group value = "N40",

– шифр країни для підприємства:

organization country value = "us";

– шифр організації-контрагента:

organization involved value = "Org line C";

– шифр продукції:

product value = "PROD486".

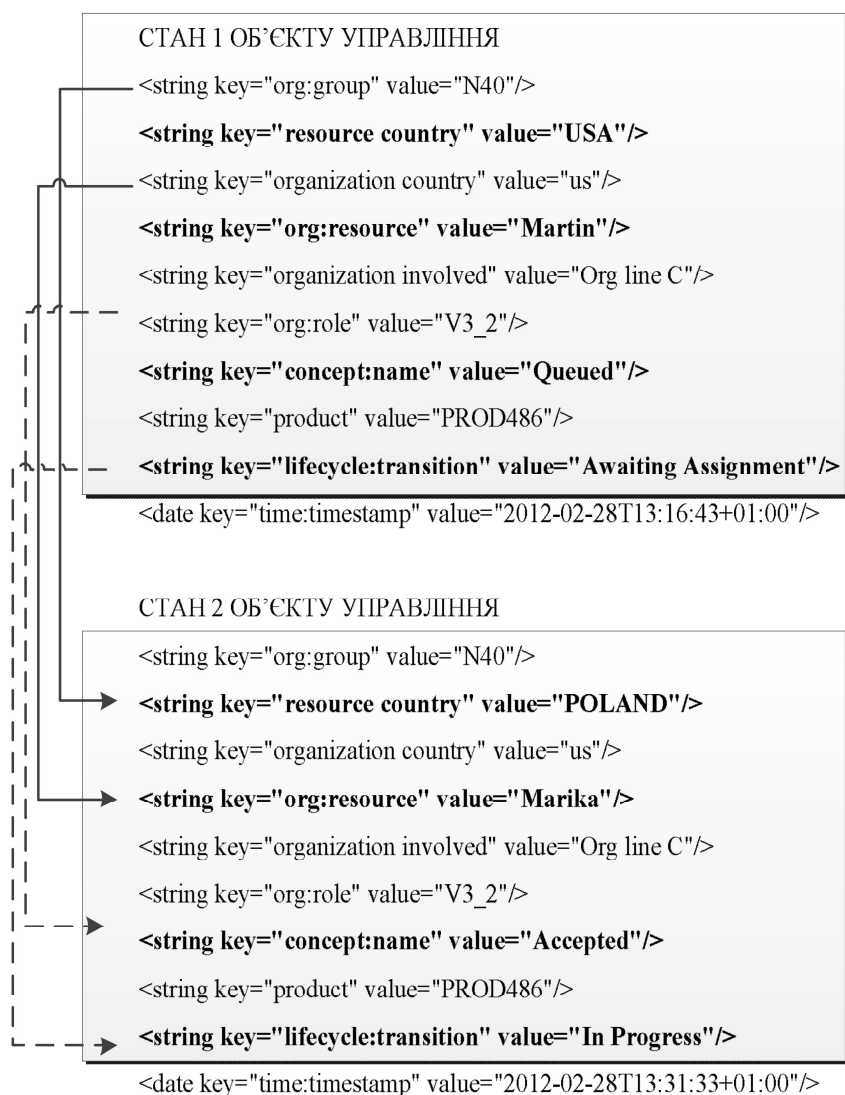


Рис. 1. Приклад зміни значень атрибутів артефактів при зміні стану об'єкту управління

Перший факт ft_1^* правила типу *Until* задається через кон'юнкцію представлених атрибутів із наведеними незмінними значеннями:

$$ft_1^* = \begin{cases} \text{true if } \text{org : group value} = "N40" \wedge \\ \quad \text{organization country value} = "us" \wedge \\ \quad \text{organization involved value} = \\ \quad \quad "Org line C" \\ \quad \wedge \text{product value} = "PROD486" \\ \text{false otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

Новий стан характеризується такими парами атрибутів з новими, відмінними значеннями:

- назва країни, де виконується робота:
resource country value = "POLAND";
- ім'я виконавця роботи в поточному стані:
org : resource value = "Marika";
- назва роботи/дії, виконання якої призвело до переходу до поточного стану:
concept : name value = "Accepted";

- поточний стан дії:
lifecycle : transition value = "In Progress".

Другий факт ft_2^* правила типу *Until* задається через кон'юнкцію представлених атрибутів, що змінили своє значення. Реалізація даного факту представлена таким чином:

$$ft_2^* = \begin{cases} \text{true if } \text{resource country value} = \\ \quad "POLAND" \wedge \\ \quad \text{org : resource value} = "Marika" \wedge \\ \quad \text{concept : name value} = "Accepted" \wedge \\ \quad \text{lifecycle : transition value} = \\ \quad \quad "In Progress" \\ \text{false otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

Правило $ft_1^* EU ft_2^*$ задає перехід від першого стану до другого як результат зміни контексту на об'єкті управління.

Дане правило є істинним у випадку істинності логічних фактів ft_1^* та ft_2^* таким чином: факт ft_1^*

має бути істинним для всіх станів із заданої послідовності, що передують поточному стану та у поточному стані. Факт ft_2^* має бути істинним у поточному стані.

Така інтерпретація правила є дещо відмінною від традиційної інтерпретації темпорального оператора U , тому що факт ft_1^* має бути істинним і у поточному стані.

Дана зміна введена для того, щоб порівняти статичні та динамічні властивості контексту і тим самим врахувати ключові контексті зміни, які відображають перехід до нового стану об'єкту управління.

Розглянемо семантику даного правила на прикладі із рис. 1. Такі характеристики, як підрозділ (робоча група), організація, продукт, тощо, визначають постійні характеристики об'єкту управління. Іншими словами, вказані змінні визначають статичний аспект контексту виконання дій на об'єкті управління. Однак такі змінні, як ім'я виконавця поточної дії, назва та стан дії задають динамічний аспект контексту виконання дій. Тому правило даного типу відображає зв'язок нового стану зі змінним контексту.

На відміну від нього правило $ft_1 E X ft_2$ інтегрально задає перехід від одного послідовного стану до другого. Тобто стан визначається сукупністю значень всіх змінних. Для різних послідовностей подій порівнюються всі атрибути всіх артефактів, що характеризують стан об'єкту управління.

Метод побудови темпоральних правил типу «Until»

Метод побудови темпоральних правил типу *Until*, що враховує їх наведені особливості, використовує в якості вхідних даних опис послідовностей станів об'єктів управління виду $S = \{S_i\}$, $S_i = \langle s_1, s_2, \dots, s_j, \dots, s_j \rangle$. Кожна послідовність станів S_i відображає один цикл управління, що відповідає, наприклад, вирішенню однієї функціональної задачі, життєвому циклу об'єкту управління (або артефакту), одному екземпляру бізнес-процесу.

Кожен стан $s_j \in S_i$ характеризується множиною пар: (змінна a_j^k , значення змінної $\alpha_j^{k,l}$): $s_j = \{(a_j^k, \alpha_j^{k,l})\}$. Пари $(a_j^k, \alpha_j^{k,l})$ містять у собі поточні значення властивостей атомарних складових об'єкту управління. Тобто змінна стану a_j^k одночасно задає властивість артефакту af_n : $af_n = \{(a_n^m, \alpha_n^{m,l})\}$.

У відповідності до даного визначення стану та артефакту, поточний стан s_j завжди відображає зміну контексту, представленого щонайменше одним артефактом af_n :

$$\forall j \exists: s_j \cap af_n \neq \emptyset. \quad (3)$$

Також кожен стан має темпоральну мітку. Тобто одна із змінних a_j^k є фіксом часу виникнення s_j .

У прикладі на рис. 1 мітка часу має назву "time:timestamp".

Додатково в якості вхідних даних також може бути вказаний рівень деталізації.

Даний рівень визначається підмножиною артефактів Af^* або їх властивостей, які будуть враховані при побудові темпоральних правил.

Метод містить у собі такі базові етапи.

Етап 1. Відбір підмножини станів $S^* = \{S_i^*\}$

для заданого рівня деталізації.

Крок 1.1. Відбір за змінними станів виконується за умовою:

$$\forall s_j \in S^* \exists a_j^k \in af_n | af_n \in Af^*. \quad (4)$$

Крок 1.2. Відбір за значеннями змінних станів виконується за умовою:

$$\forall s_j \in S^* \exists (a_j^k, \alpha_j^{k,l}) \in af_n | af_n \in Af^*. \quad (5)$$

Результат даного етапу залежить від вхідної підмножини артефактів.

У випадку, якщо Af^* складається з одного артефакту, то підмножина S^* характеризує цикл обробки цього артефакту.

У випадку, якщо Af^* містить артефакти одного бізнес-процесу, то підмножина S^* описує хід виконання цього бізнес-процесу.

В тому випадку, якщо підмножина Af^* стосується однієї функціональної задачі, то S^* описує послідовність вирішення цієї задачі.

Якщо Af^* пов'язана із одним підрозділом підприємства, то підмножина S^* описує роботу цього підрозділу.

Етап 2. Відбір змінних a_j^k , які мають постійне значення для послідовності станів S_i^* .

Умова відбору змінних має такий вигляд:

$$\forall s_j \in S_i^* \forall k \forall l \neq z \alpha_j^{k,l} = \alpha_j^{k,z}. \quad (6)$$

Результатом етапу є набір множин змінних $\{A_i^*\}$, значення яких є незмінними для кожної послідовності S_i^* . Ці змінні використовуються при побудові факту – антецеденту правила.

Етап 3. Формування множини фактів-антецедентів темпорального правила. Вказані факти мають такий вигляд:

$$ft_{ant}^* = \bigvee_l (a_j^k = \alpha_j^{k,l}) | a_j^k \in A_i^*. \quad (7)$$

Для кожної послідовності S_i^* формується один факт-антецедент.

Етап 4. Відбір підмножин змінних $\{A_{i,j}^{**}\}$, які змінюють значення на парі послідовних станів

$\langle s_{j-1}, s_j \rangle$. Умова відбору змінних має такий вигляд:

$$\forall \langle s_{j-1}, s_j \rangle \in S_i^* \forall a_j^k \alpha_{j-1}^{k,l} = \alpha_j^{k,l}. \quad (8)$$

Результатом етапу є набір множин змінних $\{A_{i,j}^{**}\}$, значення яких відрізняються для кожної пари послідовних станів із S_i^* . Ці змінні використовуються при побудові факту – консеквенту правила.

Етап 5. Формування множини фактів-консеквентів темпорального правила. Ці факти мають такий вигляд:

$$ft_{cons}^* = \bigvee \left(a_j^k = \alpha_j^{k,l} \right) \big| \forall j \forall k \alpha_{j-1}^{k,l} = \alpha_j^{k,l}. \quad (9)$$

Факт-консеквент формується для кожної пари послідовних станів $\langle s_{j-1}, s_j \rangle$ для кожної підмножини S_i^* .

Етап 6. Побудова правил типу *Until* для кожної послідовності S_i^* .

Правила формуються із пари фактів (антецедент - консеквент) у відповідності до розглянутих вище визначень.

Результатом етапу є множина правил виду $ft_{i,m} U ft_{i,n}$ без кванторів та з прив'язкою до конкретної послідовності станів S_i^* .

Етап 7. Встановлення відповідності між фактами-антецедентами для різних послідовностей подій S_i^* . На даному етапі у відповідності до виразу (7) порівнюється підмножина змінних A_i^* та їх значень. У випадку їх ідентичності поєднуються антецеденти для різних послідовностей S_i^* .

Етап 8. Встановлення відповідності між фактами - консеквентами для різних послідовностей станів S_i^* .

Консеквенти поєднуються у відповідності до значень змінних $\alpha_j^{k,l}$.

Етап 9. Поєднання правил із різних послідовностей станів за умови еквівалентності фактів антецедентів та фактів – консеквентів.

Етап 10. Визначення кванторів для отриманих правил.

Для правила встановлюється квантор A в тому випадку, якщо воно є дійсним на всіх послідовностях станів S_i^* . В іншому випадку для правила встановлюється квантор E .

Додатковим етапом є етап визначення ваг отриманих темпоральних правил.

Визначення ваг виконується згідно запропонованого в роботі [9] методу.

Ваги правил залежать від ймовірності їх виникнення на існуючому наборі станів об'єкту управління, що дає можливість сформувати можливі траєкторії переходу до цільового стану цього об'єкту.

Слід відзначити, що методи побудови темпоральних правил типів *NeXt* та *Future* реалізують аналогічний підхід з урахуванням відмінностей вказаних правил [6].

Наведені в цій роботі методи доцільно доповнити етапами визначення кванторів та ваг правил.

Висновки

Запропоновано метод побудови темпоральних правил, що враховують зміну контексту виконання дій при реалізації управління комплексним об'єктом.

Метод передбачає:

відбір підмножини даних про стани об'єкту управління з урахуванням заданого рівня деталізації;

формування фактів-антецедентів, що відображають статичні характеристики об'єкту управління;

формування фактів-консеквентів, що відображають зміну контексту виконання дій на об'єкті управління;

побудову, інтеграцію й квантифікацію темпоральних правил.

В практичному плані отриманий метод забезпечує можливості аналізу поточного стану та прогнозування поведінки об'єкту управління з урахуванням зв'язку між виконаними діями та поточним станом предметної області в умовах невизначеності, пов'язаних з неповнотою інформації про стан об'єкту управління.

REFERENCES

1. Kalynychenko, O., Chalyi, S., Bodyanskiy, Y., Golian, V., Golian, N. (2013, September). Implementation of search mechanism for implicit dependencies 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>
2. Bubnicki Z. (2005). *Modern control theory*. Berlin: Springer 423.
3. Shin J., Wu S., Wang F., De Sa C. Zhang C, R'e C. (2015). Incremental Knowledge Base Construction Using DeepDive. *41th 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. 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.
6. Чала О. В. (2018). Побудова темпоральних правил для представлення знань в інформаційно-управляючих системах. *Науково-технічний журнал, Сучасні інформаційні системи*, Том 2, № 3. С. 54-59.

7. Levykin V., Chala O. (2018). Development of a method of probabilistic inference of sequences of business process activities to support business process management. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/3(95). С. 16-24. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.142664.
8. Чала О. В. (2018). Метод ієрархічного виведення в базі знань інформаційно-управляючої системи в парадигмі «Enterprise 2.0». *Збірник наукових праць. Системи управління, навігації та зв'язку*, № 4 (50). С. 86-90.
9. Levykin V., Chala O. (2018). Method of determining weights of temporal rules in markov logic network for building knowledge base in information control system. *EUREKA: Physics and Engineering*, 5(18), 3-10.

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

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків

Received (Надійшла) 19.08.2018

Accepted for publication (Прийнята до друку) 29.09.2018

Метод построения контекстно-ориентированных правил в темпоральной базе знаний

О.В. Чала

Предметом изучения в статье являются процессы построения и использования темпоральных знаний при управлении предприятием в условиях неопределенности, является следствием неполноты информации о текущем состоянии предприятия. **Цель** состоит в разработке метода построения темпоральных правил, учитывающих изменение контекста выполнения действий на различных уровнях организационной иерархии при реализации управления предприятием. **Задачи:** выявить различия контекстно-ориентированных темпоральных правил от правил, связывающих последовательные состояния объекта управления; разработать метод построения контекстно-ориентированных темпоральных правил на основе информации о наборе и значениях переменных, характеризующих последовательные состояния объекта управления. **Методами**, используемыми являются: методы построения темпоральных правил, связывающих последовательные состояния объекта управления, метод расчета весов правил в марковской логической сети, методы вероятностного вывода в темпоральной базе знаний. Получены следующие **результаты**. Выделены особенности реализации контекстно-ориентированных темпоральных правил для наборов входных данных, задающих последовательность состояний объекта управления в виде наборов свойств его атомарных составляющих. Разработан метод построения контекстно-ориентированных темпоральных правил, учитывающий различия между переменными, задающими статические и динамические характеристики объекта управления. **Выводы.** Научная новизна полученных результатов заключается в следующем: предложен метод построения контекстно-ориентированных темпоральных правил. Правила учитывают изменение контекста выполнения действий как совокупности свойств атомарных составляющих комплексного объекта управления. Метод включает этапы отбора подмножества данных о состоянии объекта управления на определенном уровне детализации; формирование фактов-антецедентов и фактов-консеквентов, отражающие статические и динамические характеристики контекста выполнения действий на объекте управления; построение, интеграцию и квантификацию темпоральных правил. Метод обеспечивает возможности анализа и классификации текущего состояния и прогнозирования поведения объекта управления в условиях неопределенности на основе связи между выполненными действиями и текущим состоянием предметной области.

Ключевые слова: темпоральная база знаний; темпоральные правила; логические факты; последовательность состояний объекта управления.

Method of constructing context-oriented rules in the temporal knowledge base

O. Chala

The **subject matter** of the article is the processes of construction and use of temporal knowledge in the management of the enterprise in the conditions of uncertainty, which is the result of incompleteness of information about the current state of the enterprise. The **goal** is to develop a method for constructing temporal rules that take into account the change in the context of the implementation of actions at different levels of the organizational hierarchy when implementing enterprise management. **Tasks:** to distinguish the context-oriented temporal rules from the rules that connect the successive states of the object of management; develop a method for constructing context-oriented temporal rules based on information set and values of variables characterizing successive states of the control object. **The methods** used are: methods of constructing temporal rules that connect the successive states of the object of management, the method of calculating the weight of the rules in Markov's logical network, methods of probabilistic output in the temporal knowledge base. The following **results** are obtained. The features of the implementation of context-oriented temporal rules for the sets of input data, which specify the sequence of states of the control object in the form of sets of properties of its atomic components, are singled out. The method of construction of context-oriented temporal rules is developed, which takes into account the differences between the variables, which set the static and dynamic characteristics of the object of management. **Conclusions.** Scientific novelty of the obtained results is as follows: the method of constructing context-oriented temporal rules is proposed. The rules take into account the change in the context of the implementation of actions as a set of properties of the atomic components of a complex object of management. The method contains steps for selecting a subset of the state of the control object at a specified level of detail; the formation of facts-antecedents and facts-records that reflect the static and dynamic characteristics of the context of the implementation of actions on the control object; construction, integration and quantification of temporal rules. The method provides the possibility of analysis and classification of the current state and prediction of the behavior of the object of management in conditions of uncertainty on the basis of the connection between the actions performed and the current state of the subject area.

Keywords: temporal knowledge base; temporal rules; logical facts; sequence of states of the control object.