

О. В. Чала

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПОБУДОВИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ТЕМПОРАЛЬНОЇ БАЗИ ЗНАТЬ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Предметом вивчення в статті є процеси автоматизованої побудови й використання бази темпоральних знань для підтримки управління підприємством в умовах невизначеності, яка виникає в результаті неповноти інформації про стан підприємства як об'єкту управління. **Мета** полягає в розробці концепції автоматизованої побудови темпоральної бази знань, що містить контекстно-залежні знання про процеси управління в інформаційній системі та забезпечує можливість підтримки прийняття рішень з тактичного управління, а також можливість підтримки виконання на рівні стратегічного управління. **Задачі:** розробка принципів автоматизованої побудови темпоральної бази знань; впровадження розроблених принципів у вигляді концепції використання темпоральної бази знань для підтримки управління підприємством. **Методами**, що використовуються, є: методи побудови темпоральних правил та темпоральної бази знань, а також методи ймовірнісного виводу. Отримані такі **результати**. Розроблено принципи автоматизованої побудови й використання бази знань для підтримки управління підприємством в умовах невизначеності. На базі розроблених принципів запропоновано концепцію побудови темпоральної бази знань та реалізації логічного виводу для вирішення неструктурованих та частково структурованих задач. **Висновки.** Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному: Запропоновано принципи автоматизованої побудови та використання темпоральної бази знань для підтримки прийняття рішень в інформаційній системі, що відрізняються врахуванням темпоральних залежностей як для процесу управління, так і для об'єкту управління, а також можливостями інтеграції залежностей на різних рівнях організаційної ієрархії. Розроблені принципи та концепція забезпечують можливість побудови множини ймовірнісних рішень вирішення частково структурованих задач на тактичному рівні та неструктурованих задач на стратегічному рівні в умовах неповноти інформації щодо зовнішніх впливів та стану підприємства.

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

Вступ

Темпоральна база знань містить у собі залежності у часі між управлінськими діями в інформаційній системі, або ж результатами цих дій, що представлені станами підприємства як об'єкту управління.

Така база знань забезпечує можливість виявлення нетипових станів об'єкту управління в умовах невизначеності з подальшим прогнозуванням ймовірних послідовностей дій з управління, що забезпечують досягнення цільового стану об'єкту. Невизначеність характеризується неповнотою інформації як про поточні зовнішні впливи, так і про поточні характеристики стану об'єкту управління.

Невизначеність пов'язана з неповнотою моделей процесів та об'єкту управління внаслідок використання комбінації неформалізованих знань виконавців та формалізованих послідовностей дій при функціонуванні інформаційної системи. Виконавці можуть вибирати одну із можливих послідовностей дій з управління на основі свого досвіду та знань [1], а також наявних даних про поточний стан предметної області.

Однак цей вибір не завжди відображений у відповідних моделях.

Ключова перевага темпоральної бази знань полягає у можливості її автоматизованої побудови на основі аналізу послідовності станів об'єкту, що є наслідком реалізації процесу управління. Таким чином, проблема автоматизованої побудови темпоральної бази знань та її використання в задачах управління безумовно є актуальною.

Питання автоматизованої побудови темпоральної бази знань були розглянуті в роботах [2-7]. В цих роботах в якості елементів представлення знань запропоновано використовувати темпоральні правила, що задають відношення у часі між парою послідовних дій з управління [3, 4] (або парою послідовних станів об'єктів управління) з урахуванням контексту виконання дій [5].

Для цих правил в залежності від ймовірності їх появи розраховується вага [6]. Запропонований метод побудови такої бази знань містить у собі цикл пошуку темпоральних правил на основі аналізу послідовності станів об'єкту управління та обчислення їх ваги [7].

Підходи до прогнозування процесу управління на основі ймовірнісного виводу в темпоральній базі знань були представлені в роботах [8, 9]. Вони забезпечують формування упорядкованого набору ймовірних послідовностей дій з урахуванням організаційної структури підприємства для досягнення цільового стану об'єкту управління.

Однак питання реалізації повної послідовності побудови й використання темпоральної бази знань на основі інтеграції запропонованих моделей та методів у цикл функціонування інформаційних систем підприємства потребують подальшого розгляду.

Метою статті є розробка концепції автоматизованої побудови темпоральної бази знань, що містить контекстно-залежні знання про процеси управління в інформаційній системі та забезпечує можливість підтримки прийняття рішень з тактичного управління, а також можливість підтримки виконання на рівні стратегічного управління.

Принципи та концепція автоматизованої побудови темпоральної бази знань з урахуванням невизначеності щодо стану об'єкту управління

Інформаційні системи підприємства вирішують структуровані, частково структуровані, та неструктуровані задачі (табл. 1). Структуровані задачі вирішуються виконавцями на оперативному рівні та реалізують рутинну обробку даних згідно апріорно відомого алгоритму. Такі задачі підлягають повній автоматизації. Для вирішення цих задач використовуються інформаційні системи TPS (Transaction

Processing Systems), що базуються на використанні послідовності специфікованих діалогів. Частково структуровані задачі частково описують елементи об'єкту управління та зв'язки між ними, тобто такі задачі характеризуються частковою невизначеністю. Тому при їх вирішенні поєднують формалізовані алгоритми управління та неформалізовані процедури вибору цих алгоритмів. Вказаний вибір виконується менеджерами середньої ланки на основі свого досвіду та знань. Ці задачі вирішуються на тактичному рівні управління в рамках інформаційно-управляючих систем (IUC, MIS) та систем підтримки прийняття рішень (СППР, DSS).

Таблиця 1 – Ієрархія задач управління з урахуванням невизначеності

Рівень управління	Задачі	Невизначеність	Рівень організаційної структури
Стратегічний	Неструктуровані	Вирішення задач в умовах невизначеності щодо стану об'єкту управління та зовнішніх впливів (з-за меж організації)	Вище керівництво
Тактичний	Частково структуровані	Вирішення задач в умовах невизначеності щодо стану об'єкту управління (стан відображає зовнішні впливи в межах організації)	Середній рівень
Оперативний	Структуровані	-	Безпосередні виконавці

Неструктуровані задачі характеризуються неможливістю виділити необхідні для її вирішення елементи та зв'язки між ними, що не дозволяє побудувати її формальну модель та автоматизувати її вирішення. При вирішенні таких задач реалізується управління в умовах невизначеності на стратегічному рівні. Вони вирішуються вищим керівництвом на основі досвіду, знань та інформації із зовнішнього середовища й нижніх рівнів організаційної ієрархії.

Для підтримки формування й виконання таких рішень використовуються інтелектуальні системи підтримки виконання рішень ESS (Executive Support Systems). Ці системи використовують статистичні алгоритми та методи інтелектуального аналізу для виявлення залежностей, що забезпечують прийняття стратегічних рішень з управління підприємством.

Проведений аналіз ієрархії задач дозволяє зробити висновки про таке. По-перше, в результаті вирішення задач на оперативному рівні може бути отримана інформація про стани об'єкту управління, пов'язані із ними дії, а також час виникнення цих станів. Дана інформація дозволяє упорядкувати ці стани у часовому вимірі для груп отриманих виробів або послуг. По-друге, така інформація може бути використана для виявлення зв'язаних темпоральних правил, що задають типові послідовності дій з управління у часі. По-третє, отримані правила можуть бути інтегровані у відповідності до рівня управління, що дозволяє не тільки забезпечити можливість підтримки прийняття рішень на тактичному рівні, а й створює умови для підтримки виконання рішень на стратегічному рівні з використанням узагальнених правил. Зазначене є обґрунтування наступних принципів та концепції (рис. 1) автоматизованої побудови темпоральних баз знань та їх використання для підтримки управління й забезпечення виконання управлінських рішень.

1. Принцип автоматизованої побудови темпоральних залежностей щодо послідовності дій з управління на основі на основі визначення типових послідовних станів об'єкту управління.

2. Принцип автоматизованої побудови темпоральних залежностей щодо дій з управління з урахуванням стану предметної області на основі визначення постійних та змінних властивостей вказаних станів.

Перші два принципи передбачають виявлення темпоральних знань на основі аналізу даних про поведінку об'єкту управління. Відмінність між ними полягає в тому, що перший принцип враховує невизначеність щодо процесу процесу управління, а другий щодо об'єкту управління.

3. Принцип інтеграції темпоральних залежностей згідно рівня управління за ознакою належності до відповідного рівня організаційної ієрархії підприємства. Даний принцип дозволяє інтегрувати отримані автоматизованим способом темпоральні знання як у тактичний, так і у стратегічний рівні управління. На стратегічному рівні використовуються інтегральні залежності, що поєднують декілька правил тактичного рівня. Такі інтегровані залежності як правило відображають шаблони функціонування організаційних підрозділів підприємства.

4. Принцип еволюційної побудови темпоральної бази знань шляхом виявлення нових темпоральних правил по мірі появи нових даних про при зміни стану об'єкту управління. Даний принцип передбачає постійне розширення бази темпоральних знань при реалізації процесу управління. Згідно даного принципу поповнення бази знань реалізується на основі еволюційної стратегії. Тобто при зміні функціональних вимог змінюється послідовність дій з управління. Відповідно, виявляються нові темпоральні залежності, які включаються до складу бази знань.

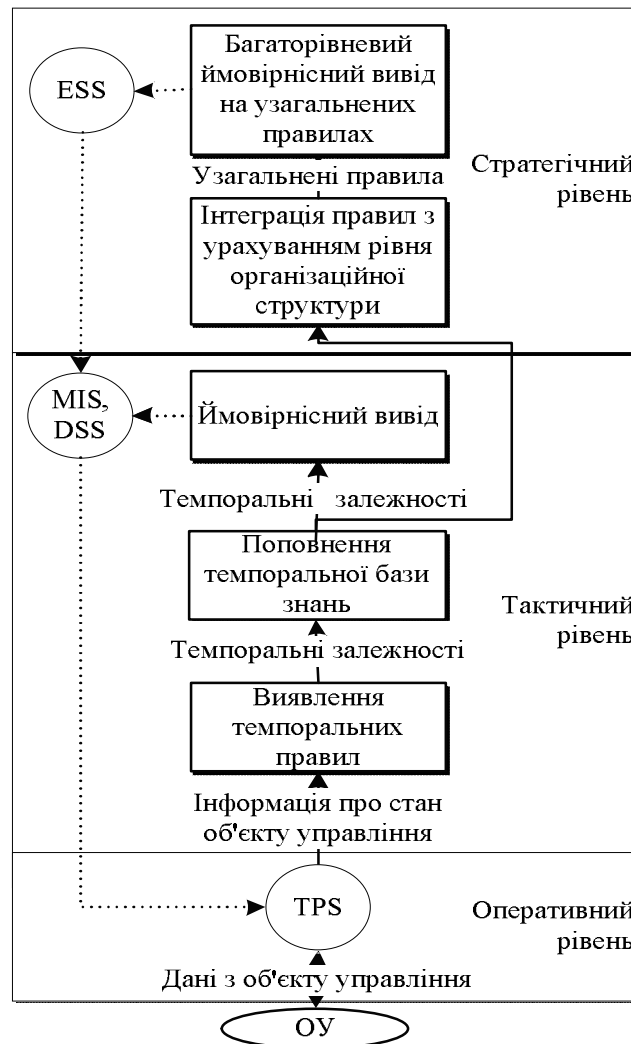


Рис. 1. Схематичне представлення концепції побудови та використання темпоральної бази знань

5. Принцип підтримки управління на основі інтеграції детермінованої моделі об'єкту управління та ймовірнісного виводу в темпоральній базі знань. Даний принцип дозволяє реалізувати удосконалення моделей об'єкту та процесу управління на основі водоспадної стратегії на тактичному рівні. Тобто після завершення поточного циклу випуску продукції або послуг на етапі аналізу результатів виконання на основі темпоральних правил можуть бути отримані детерміновані залежності, що доповнюють існуючі моделі об'єкту та процесу управління.

Висновки

Запропоновано принципи та засновану на них концепцію автоматизованої побудови та викорис-

тання темпоральної бази знань для підтримки прийняття рішень в інформаційній системі.

Розроблені принципи відрізняються врахуванням темпоральних залежностей як для процесу управління, так і для об'єкту управління, а також можливостями інтеграції залежностей згідно рівня організаційної ієрархії.

Розроблені принципи та концепція забезпечують можливість побудови множини ймовірнісних рішень вирішення частково структурованих задач на тактичному рівні та неструктурованих задач на стратегічному рівні з тим, щоб забезпечити формування та підтримку виконання рішень в умовах неповноти інформації щодо зовнішніх впливів та стану підприємства як об'єкту управління.

REFERENCES

1. 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 Int. Conf. on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS)*. IEEE. Available: <https://doi.org/10.1109/idaacs.2013.6662>
2. 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).
3. Левикін В. М., Чала О. В. (2018). Розробка представлення причинно-наслідкових залежностей для бази знань системи процесного управління. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології, 21 (1297), 48-53.

4. 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.
5. Chala O. (2018). Models of temporal dependencies for a probabilistic knowledge base. Econtechmod, 7/3, 53 – 58.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Chala O. (2018). Method for detecting anomalous states of a control object in information systems based on the analysis of temporal data and knowledge. EUREKA: Physics and Engineering, 6, 28-35. DOI: 10.21303/2461-4262.2018.00787.

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

Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Харків

Received (Надійшла) 25.10.2018

Accepted for publication (Прийнята до друку) 05.12.2018

Принципы автоматизированного построения и использования темпоральной базы знаний для поддержки принятия решений по управлению предприятием

О.В. Чала

Предметом изучения в статье являются процессы автоматизированного построения и использования базы темпоральных знаний для поддержки управления предприятием в условиях неопределенности, которая возникает в результате неполноты информации о состоянии предприятия как объекта управления. **Цель** заключается в разработке концепции автоматизированного построения темпоральной базы знаний, содержащей контекстно-зависимые знания о процессах управления в информационной системе, что обеспечивает возможность поддержки принятия решений на уровне тактического управления, а также возможность поддержки выполнения на уровне стратегического управления. **Задачи:** разработка принципов автоматизированного построения темпоральной базы знаний; внедрение разработанных принципов в виде концепции использования темпоральной базы знаний для поддержки управления предприятием. Используемыми **методами** являются: методы построения темпоральных правил и темпоральной баз знаний, а также методы вероятностного вывода. Получены следующие **результаты**. Разработаны принципы автоматизированного построения и использования базы знаний для поддержки управления предприятием в условиях неопределенности. На базе разработанных принципов предложена концепция построения темпоральной базы знаний и реализации логического вывода для решения неструктурированных и частично структурированных задач. **Выводы.** Научная новизна полученных результатов заключается в следующем: Предложены принципы автоматизированного построения и использования темпоральной базы знаний для поддержки принятия решений в информационной системе, которые отличаются учетом темпоральных зависимостей как для процесса управления, так и для объекта управления, а также возможностями интеграции зависимостей на разных уровнях организационной иерархии. Разработанные принципы обеспечивают возможность построения множества вероятностных решений частично структурированных задач на тактическом уровне и неструктурированных задач на стратегическом уровне в условиях неполноты информации о внешних воздействиях и состоянии предприятия.

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

Principles of automated construction and use of a temporal knowledge base to support decision-making on enterprise management

O. Chala

The **subject matter** of the article is the processes of automated construction and use of a database of temporal knowledge to support enterprise management in the face of uncertainty, which arises as a result of incomplete information about the state of the enterprise as an object of management. **The goal** is to develop a concept for the automated construction of a temporal knowledge base containing context-sensitive knowledge of management processes in the information system, which provides decision support at the tactical management level, as well as the ability to support execution at the strategic management level. **Tasks:** development of principles for the automated construction of a temporal knowledge base; introduction of the developed principles in the form of the concept of using a temporal knowledge base to support enterprise management. **The methods** used are: methods for constructing temporal rules and temporal knowledge bases, as well as methods for probabilistic inference. The following **results** were obtained. The principles of the automated construction and use of the knowledge base to support enterprise management in conditions of uncertainty have been developed. On the basis of the developed principles, the concept of building a temporal knowledge base and implementing logical inference for solving unstructured and partially structured tasks is proposed. **Conclusions.** The scientific novelty of the results is as follows: The principles of automated construction and use of a temporal knowledge base for decision support in an information system are proposed, which differ in taking into account temporal dependencies for both the management process and the control object, as well as the integration capabilities of dependencies at different levels of organizational hierarchy. The developed principles provide the possibility of constructing a set of probabilistic solutions of partially structured tasks at the tactical level and unstructured tasks at the strategic level in the context of incomplete information about external influences and the state of the enterprise.

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