



В.М. Левикін, О.В. Чала

ХНУРЕ, м. Харків, Україна, levykinvictor@gmail.com

ХНУРЕ, м. Харків, Україна, oksana.chala@nure.ua

МЕТОД ПІДТРИМКИ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ОСНОВІ ТЕМПОРАЛЬНИХ ЗНАНЬ

Розглянуто проблему підтримки управлінських рішень в умовах невизначеності щодо об'єкту та процесу управління. Невизначеність щодо об'єкту управління характеризується неповнотою інформації про його стан. Невизначеність щодо процесу управління характеризується неповнотою формальних знань про цей процес внаслідок використання неформалізованих знань «за замовчуванням» при прийнятті управлінських рішень. Виділено ключові характеристики комплексного управлінського рішення як такого, що містить у собі всі альтернативи вибору послідовності дій із усунення поточної проблемної ситуації. Запропоновано темпоральну модель комплексного управлінського рішення, яка містить темпоральні правила, що дозволяють оцінити можливі переходи між станами об'єкту управління, і, на цій основі, вибрати одну із альтернатив управлінського рішення. Запропоновано метод підтримки управлінських рішень в умовах невизначеності на основі темпоральних знань. Метод забезпечує підвищення ефективності підтримки прийняття управлінських рішень за рахунок ітеративного доповнення бази темпоральних знань по мірі зміни стану об'єкту управління.

УПРАВЛІНСЬКЕ РІШЕННЯ, ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, ТИМПОРАЛЬНА ЗАЛЕЖНІСТЬ, ТИМПОРАЛЬНА БАЗА ЗНАНЬ

Левыкин В.М., Чала О.В. Метод поддержки управленческих решений в условиях неопределенности на основе темпоральных знаний. Рассмотрена проблема поддержки управленческих решений в условиях неопределенности относительно объекта и процесса управления. Неопределенность относительно объекта управления характеризуются неполнотой информации о его состоянии. Неопределенность относительно процесса управления характеризуется неполнотой формальных знаний об этом процессе в результате использования неформализованных знаний «по умолчанию» при принятии управленческих решений. Выделены ключевые характеристики комплексного управленческого решения как такого, которое включает в себя все альтернативы выбора последовательности действий по устранению текущей проблемной ситуации. Предложена темпоральная модель комплексного управленческого решения, которая содержит темпоральные правила, позволяющие оценить возможные переходы между состояниями объекта управления, и, на этой основе, выбрать одну из альтернатив управленческого решения. Предложен метод поддержки управленческих решений в условиях неопределенности на основе темпоральных знаний. Метод обеспечивает повышение эффективности поддержки принятия управленческих решений за счет итеративного дополнения базы темпоральных знаний по мере изменения состояния объекта управления.

УПРАВЛЕНЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ, ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, ТЕМПОРАЛЬНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ, ТЕМПОРАЛЬНАЯ БАЗА ЗНАНИЙ

Levykin V.M. Chala O.V. Method of support of managerial decisions in conditions of uncertainty on the basis of temporal knowledge. The problem of support of managerial decisions in the conditions of uncertainty about object and process of management is considered. Uncertainty about the object of management is characterized by incomplete information about its condition. Uncertainty over the management process is characterized by incomplete formal knowledge of this process as a result of the use of informal knowledge "by default" when making managerial decisions. The key features of a comprehensive management solution are highlighted as including all alternatives for choosing a sequence of actions to eliminate the current problem situation. The temporal model of the complex management solution containing temporal rules, which allows to estimate possible transitions between the states of the object of management, and on this basis, to choose one of the alternatives of the managerial decision is proposed. The method of support of managerial decisions in conditions of uncertainty on the basis of temporal knowledge is offered. The method provides an increase in the effectiveness of supporting the adoption of managerial decisions at the expense of the iterative addition of the base of temporal knowledge as the state of the object of management changes.

MANAGEMENT SOLUTION, DECISION SUPPORT, TEMPORAL DEPENDENCE, TEMPORAL KNOWLEDGE BASE

Вступ

Ефективне управління організаційною системою у сучасному конкурентному середовищі пов'язано із виконанням частково структурованих знання-ємних задач у умовах невизначеності як щодо стану об'єкту управління, так і щодо процесу управління. Такі задачі мають детерміновані

моделі для підмножини типових варіантів реалізації. Невизначеність при використанні цих моделей виникає внаслідок неповноти інформації про параметри організаційної системи як об'єкту управління та про зовнішні впливи на цей об'єкт.

У випадку нетипових станів та нетипових режимів роботи ОУ крім невизначеності щодо об'єкту

управління виникає також функціональна й структурна невизначеність щодо процесу управління. Остання пов'язана із використаннями керівництвом та персоналом неявних персональних знань, або знань «за замовчуванням». Такі знання відображають персональний досвід, мають процедурний характер, можуть мати протиріччя та формуються із явних знань внаслідок процесу інтерналізації.

Тому реалізація управління організаційною системою в умовах невизначеності потребує послідовного вирішення задач підготовки та реалізації управлінських рішень. Задача підготовки рішень містить послідовність фаз з розпізнавання проблеми та формування набору можливих управлінських рішень для подальшого раціонального вибору. Ця задача є достатньо трудомісткою і потребує автоматизованої підтримки, що і визначає актуальність розглянутої проблеми.

Управлінське рішення (УР) є способом розв'язання проблеми управління, який представлений множиною взаємопов'язаних дій [1]. Прийняття управлінських рішень полягає у виборі особою, що приймає рішення (ОПР) однієї із альтернативних послідовностей дій для розв'язання певної проблеми управління [2].

В роботах [3, 4] розрізняють аналітичні (раціональні), а також адаптаційні та рішення на основі досвіду. Раціональні рішення використовують детерміновані моделі та придатні для підтримки структурованих задач. Адаптаційні рішення додатково використовують евристичні залежності та придатні для вирішення частково структурованих задач. Рішення на осевої досвіду базуються на неявних, неформалізованих залежностях [5] і використовуються як в частково структурованих, так і неструктурованих задачах. Підтримка рішень останніх двох видів зазвичай є знання-орієнтованою, що потребує реалізації бази знань в системах підтримки прийняття рішень (СППР).

Таку базу знань потрібно постійно підтримувати в актуальному стані. Для її поповнення використовуються комунікативні та пасивні методи інженерії знань. Перша група методів передбачає вилучення знань безпосередньо у експертів, що потребує суттєвих витрат часу і не дає можливості підтримувати базу даних в актуальному стані [6].

Пасивні методи включають інтелектуальних аналіз текстів, даних, процесів. Вони забезпечують можливість автоматизованого поповнення бази знань на основі аналізу електронних документів та інформації про поведінку об'єкту управління у базі даних організації, що формується в результаті роботи систем обробки транзакцій на оперативному рівні управління.

Аналіз документів та транзакцій в більшості випадків не дозволяє виділити каузальні залежності,

що відображають причини виконання тих чи інших управлінських дій у складі управлінського рішення. Однак такий аналіз дає можливість виділити темпоральні залежності [7, 8], які задають послідовності у часі управляючих дій та відповідні послідовності станів об'єкту управління.

Підходи до автоматизованої побудови темпоральної бази знань для підтримки управління розглянуто в роботах [9, 10]. Однак питання побудови темпоральної моделі управлінського рішення як знання-ємного процесу та підтримки формування управлінських рішень з використанням темпоральних залежностей потребують подальшого розгляду.

1. Постановка задачі

Метою статті є розробка знання-орієнтованого підходу до підтримки управлінських рішень в умовах невизначеності щодо об'єкту та процесу управління на основі аналізу інформації про зміну станів об'єкту управління у часі.

Для досягнення цієї мети розробляється темпоральна модель комплексного управлінського рішення, а також метод підтримки управлінських рішень в умовах невизначеності на основі темпоральних знань

2. Темпоральна модель комплексного управлінського рішення

Управлінське рішення призначене для усунення поточної проблемної ситуації в умовах невизначеності та представлено послідовністю управляючих дій, яка реалізує послідовність зміни станів об'єкту управління. В рамках єдиного терміну «управлінське рішення» поєднуються як формалізовані, так і евристичні, а також неформалізовані послідовності дій.

Перші ґрунтуються на явних причинно-наслідкових зв'язках, мають формальний критерій оцінки і тому забезпечують вибір оптимального за даним критерієм управлінського рішення.

Другі використовують відомі з практики залежності та враховують відомі обмеження у діяльності організації і, як наслідок, призначені для вибору раціонального рішення згідно відомих обмежень.

Третій вид послідовностей управляючих дій будується на основі неформалізованих знань про об'єкт та процес управління. Ці персональні знання ОПР або кваліфікованих виконавців можуть враховувати як відомі причинно-наслідкові залежності, поточні обмеження діяльності, а також додаткові контекстні залежності, отримані в результаті досвіду. Тому в умовах неповноти інформації щодо об'єкту управління персональні знання забезпечують можливість знайти ефективне рішення. Тобто отримані рішення в принципі можуть бути оптимальними або раціональними і тому

вони широко застосовуються на практиці. Однак внаслідок неявного характеру цих знань їх опис у традиційному формальному вигляді, наприклад через множину причинно-наслідкових зв'язків пов'язаний із значними труднощами. Це утруднює тиражування знань про управлінські рішення для забезпечення автоматизованої їх підтримки.

Запропонований темпоральний підхід до побудови загального опису управлінських рішень всіх розглянутих видів полягає у використанні зважених темпоральних залежностей. Такі залежності визначають послідовність у часі виконання дій у складі управлінського рішення. Оскільки управлінські дії послідовно змінюють стан об'єкту управління, то вказані залежності також задають послідовність зміни станів ОУ у часі. Додання ваг до темпоральних залежностей дає можливість порівнювати альтернативні варіанти управлінських рішень за сумою ваг.

Управлінські рішення згідно запропонованого темпорального підходу формуються при вирішенні задачі підготовки рішень шляхом виводу на темпоральній базі знань з урахуванням організаційної структури підприємства.

Для забезпечення раціонального вибору ОПР в рамках даної задачі будується множина альтернативних рішень. Кожна з альтернатив містить у собі послідовність управляючих дій, яка повинна забезпечити перехід організаційної системи як об'єкту управління від поточного проблемного стану до цільового стану. Тобто початковий та кінцевий стани співпадають у всіх запропонованих альтернатив. Також для підмножини альтернатив можуть співпадати проміжні стани організаційної системи, які виникають внаслідок реалізації окремих дій у складі управлінського рішення.

Зазначені особливості множини альтернативних рішень свідчать про те, що їх слід розглядати як одне комплексне управлінське рішення (КУР), яке має декілька різних реалізацій. Для такого комплексного рішення доцільно виділити ряд загальних властивостей, які не залежать від предметної області.

Ці загальні властивості базуються на виділенні темпорального аспекту об'єкту та процесу управління.

Темпоральний аспект даних та знань фіксує пов'язані з ними моменти або інтервали часу, наприклад моменти запису цих даних, їх редагування, моменти фіксації стану об'єкту управління, тощо.

Комплексне управлінське рішення, представлене з урахуванням особливостей темпорального аспекту, має такі властивості.

По-перше, структурно комплексне рішення містить множину альтернативних послідовностей

управляючих дій у часі, контекст виконання цих дій, а також залежності, що визначають реалізацію однієї з можливих послідовностей у заданому контексті.

По-друге, контекст виконання управляючих дій у КУР задається через множину станів об'єкту управління, включаючи початковий та цільовий стани. Кожен із станів характеризується множиною властивостей елементарних об'єктів (артефактів), які входять до складу організаційної системи. Підмножина значень цих властивостей визначає контекстно-залежні умови виконання відповідної управляючої дії, що входить до складу управлінського рішення.

По-третє, множина послідовностей переходів станів об'єкту управління задається у вигляді множини темпоральних залежностей між цими станами, або між управлінськими діями, кожна з яких привела до відповідного стану. Також темпоральні залежності можуть задавати контекстні зв'язки між станами та управлінськими діями.

Темпоральні залежності визначають упорядкованість станів об'єкту управління у часі. Відповідно, кожен із альтернативних варіантів управлінського рішення визначається множиною темпоральних залежностей.

В-четвертих, кожен перехід між станами ОУ, заданий в КУР у вигляді темпоральної залежності, відображає виконання однієї управлінської дії в рамках одного або декількох альтернативних управлінських рішень.

В-п'ятих, темпоральні залежності між станами об'єкту управління повинні мати числову оцінку, яка характеризує ефективність відповідної управляючої дії у складі управлінського рішення. Така оцінка дає можливість порівняти альтернативні варіанти управлінського рішення, до складу якого входять вказані залежності. Тобто інтегральна числова оцінка множини темпоральних залежностей, що визначають один із альтернативних варіантів управлінського рішення, дає можливість оцінити, наприклад ризик переходу від поточного стану до цільового для вибраного рішення.

В-шостих, темпоральне представлення комплексного управлінського рішення не містить семантики для альтернативних послідовностей дій, оскільки не враховує причинно-наслідкові зв'язки між станами об'єкту управління.

Формально темпоральна модель комплексного управлінського рішення \mathcal{M}_T має вигляд:

$$\mathcal{M}_T = (s_0, s_{aim}, S, P, R, L), \quad (1)$$

де s_0 – початковий (проблемний) стан об'єкту управління; s_{aim} – цільовий стан ОУ; S – кінцева множина станів об'єкту управління, $s_0, s_{aim} \in S$;

$P \subseteq S \times S$ – множина можливих (апріорно визначених або відомих із реалізованих управлінських рішень) переходів між станами; R – множина темпоральних правил, що визначають можливі переходи між станами для альтернативних варіантів управлінського рішення; L – оцінка темпоральних правил, що визначає їх ваги для заданих переходів між станами із P .

Кожен стан $s \in S$ характеризується множиною значень параметрів артефактів (елементарних об'єктів, що входять до складу комплексного організаційного об'єкту управління). Прикладами артефактів є документи, що обробляються в організації, обладнання, виробу, тощо. Їх параметрами є назва, стан, та інші властивості. Тоді s доцільно розглядати як множину пар (параметр a , значення v), причому в якості одного із параметрів обов'язково виступає мітка часу τ .

Темпоральні залежності R згідно представлених властивостей комплексного управлінського рішення можуть задавати зв'язок як між станами об'єкту управління в цілому, що виникають в результат виконання управляючих дій, так і між станом контексту та управляючими діями.

Темпоральні відношення між станами можуть бути визначені як для послідовних станів, так і для довільної пари станів. Відмінність між ними полягає в тому, що для послідовної пари станів задається відношення строгого порядку, а для довільної пари станів об'єкту управління – відношення часткового порядку. Тому множина темпоральних правил має такий склад:

$$R = R_X \cup R_F \cup R_U, \quad (2)$$

де R_X – множина темпоральних відношень для пар послідовних станів об'єкту управління; R_F – множина темпоральних відношень для довільних пар станів об'єкту управління; R_U – множина контекстних темпоральних відношень.

Оцінка L темпоральних правил кожному переходу між парою станів ставить у відповідність сумарну вагу W темпоральних правил, що пов'язують ці стани:

$$L: P \times R \rightarrow W. \quad (3)$$

Інтерпретація моделі темпоральної моделі комплексного управлінського рішення полягає у визначенні сумарної ваги правил, що описують один із альтернативних варіантів переходу від проблемного стану s_0 до цільового стану s_{aim} . Традиційно така інтерпретація полягає у визначеності істинності кон'юнкції логічних формул, що формалізують послідовність переходу від початкового до цільового стану.

Однак з урахуванням невизначеності при прийнятті управлінських рішень оцінка останніх має

ймовірнісний характер. Тому при виборі однієї з альтернативних реалізацій комплексного управлінського рішення доцільно порівнювати сумарну оцінку правил за умови, що така оцінка пов'язана із ймовірністю використання кожного правила в управлінському рішенні. Наприклад, для правила $r_k \in R$, що задає темпоральне відношення між станами s_i та s_j , відношення виконуваності в моделі \mathcal{M}_U має вигляд:

$$\mathcal{M}_U, (s_i, s_j) | r_k \Leftrightarrow L(p_{ij}, r_k) = w_k, \quad (4)$$

де p_{ij} – перехід між станами s_i та s_j ; w_k – оцінка залежності r_k .

Тоді інтерпретація одного із варіантів комплексного управлінського рішення еквівалентна формуванню оцінки цього варіанту і має вигляд:

$$\mathcal{M}_U, (s_i, s_j) | r_k \Leftrightarrow L(p_{ij}, r_k) = w_k, \quad (5)$$

де Q – кон'юнкція темпоральних залежностей r_k .

Згідно розглянутого вище темпорального опису абстракції процесу, комплексне управлінське рішення із наведеними характеристиками є процесом, який містить у своїй структурі знання для вибору одного із альтернативних варіантів управляючих дій. Процес із такими характеристиками є знання-ємним (knowledge intensive). Вибраний варіант управлінського рішення розглядатимемо як екземпляр знання-ємного процесу.

Вибір одного із альтернативних варіантів реалізації цього процесу виконується на основі інформації про стан контексту та персональних знань особи, що приймає рішення.

Внаслідок неповноти знань про причинно-наслідкові зв'язки в темпоральній моделі для порівняння варіантів управлінського рішення доцільно використовувати ймовірнісну оцінку. Така оцінка дає можливість визначити ризики імплементації рішення, та відповідає процесу прийняття управлінських рішень.

Комплексне рішення у формі знання-ємного процесу може бути представлено у вигляді орієнтованого графу, вершини якого відповідають станам об'єкту управління, а дуги – управлінським діям, що забезпечують перехід між цими станами.

Граф має початкову вершину, від якої відходять дуги та яка відповідає початковому проблемному стану. Також комплексне рішення має одну кінцеву вершину, до якої сходяться дуги, та яка відповідає цільовому стану.

Кожна реалізація управлінського рішення становить собою шлях по графу від початкового до кінцевого стану. Темпоральні залежності задають як окремі дуги, так і послідовність цих дуг.

Приклад такого графу наведено на рис. 1.

Кожна альтернативна послідовність, що забезпечує перехід від початкового до цільового стану, є одним із альтернативних управлінських рішень.

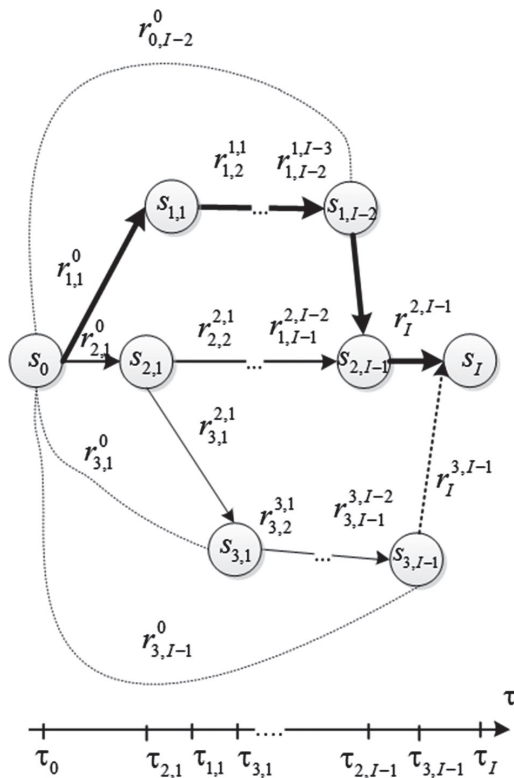


Рис. 1. Представлення комплексного управлінського рішення у вигляді направлено ациклічного графу

Подвійна індексація станів застосована для визначення поточного номеру екземпляру рішення. Наприклад, $s_{2,1}$ – перший стан другого варіанту рішення. Початковий та кінцевий стани об’єкту управління належать до всіх варіантів, тому подвійна індексація на малюнку не застосовується. На шкалі часу показані моменти реалізації цих рішень. Ця шкала відображає упорядкованість у часі, яку задають темпоральні відношення.

Запропонована модель комплексного управлінського рішення дає можливість реалізувати підтримку рішень в умовах невизначеності на основі темпоральних знань.

3. Метод підтримки управлінських рішень в умовах невизначеності на основі темпоральних знань

Підтримка управлінських рішень на основі темпоральних знань в умовах невизначеності щодо об’єкту та процесу управління повинна забезпечувати інтеграцію задач прийняття рішення та автоматизованої побудови бази знань на основі інкрементної стратегії.

Задача прийняття управлінського рішення полягає у знаходженні оптимального або раціонального способу досягнення цільового стану із поточного стану організаційної системи з урахуванням наявних ресурсів та впливу зовнішнього середовища.

Для досягнення цільового стану послідовно виконується підготовка множини альтернативних рішень та реалізація вибраного рішення.

В процесі підготовки рішення виконується розпізнавання проблемної ситуації та формування множини альтернативних управлінських рішень. Фаза розпізнавання проблемної ситуації виконується шляхом збору даних про стан організаційної системи з тим, щоб отримати контекстно-залежні патерни даних, які дозволяють виявити проблемну ситуацію. Після виявлення такої ситуації виконується класифікація існуючої проблеми. Фаза формування управлінських рішень передбачає формування критеріїв оцінки цих рішень, побудову множини альтернативних рішень у вигляді упорядкованих наборів дій, а також оцінку кожного із цих рішень за визначеним критерієм.

Реалізації управлінського рішення містить послідовність фаз із вибору та імплементацію рішення. Вибір раціонального або обмежено-раціонального рішення виконується ОПР згідно визначеного критерію оцінки та існуючих обмежень.

Імплементація рішення полягає у його впровадженні (узгодженні та виконанні), проведенні оцінки результатів, а також виконанні аналізу причини виникнення проблемної ситуації.

Для вирішення розглянутих задач використовуються: дані, які характеризують стан організаційної системи; формалізовані явні знання про об’єкти та процеси управління; неформальні знання про контекстно-залежні закономірності функціонування об’єкту управління.

Запропонований метод підтримки рішень з використанням темпоральних знань базується на результатах робіт [11,12].

В якості вхідних даних використовується інформація, про реалізовані послідовності станів об’єкту управління, отримана в результаті роботи систем обробки транзакцій.

Кожен стан організаційної системи як об’єкту управління поєднує стани підмножини елементарних об’єктів – артефактів. В якості вхідних знань використовуються залежності видів R_X , R_F , та R_U із темпоральної бази знань.

Метод містить собі такі етапи.

Етап 1. Аналіз поточної ситуації на ОУ та розпізнавання пробної ситуації. Даний етап відповідає першій фазі задачі підготовки рішень. На даному етапі виконуються такі кроки.

Крок 1.1. Збір інформації про поточну ситуацію у формі множини темпоральних залежностей, що привели від початкового стану s_0 до поточного стану s_j . Темпоральні залежності відбираються для кожної відомої послідовності $\langle s_0, \dots, s_{j-1}, s_j \rangle$.

Крок 1.2. Збір інформації у формі множини темпоральних залежностей про альтернативні послідовності станів ОУ після стану s_{j-1} .

Крок 1.3. Виявлення та класифікація проблемної ситуації на основі порівняльної оцінки темпоральних залежностей за результатами кроків 1.1 та 1.2.

Етап 2. Формування комплексного управлінського рішення у вигляді (1) з використанням темпоральних правил у випадку виявлення проблемної ситуації. На даному етапі виконується формування набору послідовностей темпоральних правил переходу від поточного стану s_j до цільового стану s_{aim} , а також оцінка цих послідовностей.

Етап містить у собі такі кроки.

Крок 2.1. Формування альтернативних послідовностей $\langle s_j, \dots, s_{aim} \rangle$ переходів між станами об'єкту управління.

Крок 2.2. Відбір з бази знань множини темпоральних правил для кожної послідовності, отриманої в результаті кроку 2.1.

Крок 2.3. Оцінка кожної послідовності $\langle s_j, \dots, s_{aim} \rangle$ на основі оцінок темпоральних правил. Отримана оцінка дає можливість порівняти ризики реалізації альтернативних варіантів управлінського рішення.

Етап 3. Побудова темпоральних залежностей для поточного стану s_j .

На даному етапі виконується актуалізація бази темпоральної знань шляхом виконання таких кроків.

Крок 3.1. Виявлення темпоральних залежностей видів R_X , R_F , та R_U , що пов'язують поточний стан s_j із попередніми станами ОУ.

Крок 3.2. Оцінка отриманих темпоральних залежностей.

Етап 4. Доповнення бази темпоральної бази знань.

Крок 4.1. Семантична перевірка експертом отриманих на кроці 3.2 темпоральних залежностей.

Крок 4.2. Уточнення множини темпоральних залежностей за результатами кроку 4.1.

Крок 4.3. Доповнення бази знань уточненою на кроці 4.2 підмножиною темпоральних правил.

Крок 4.4. Доповнення таксономії, що відображає ієрархічну організаційну структуру.

Розглянутий метод виконується при кожному переході організаційної системи як об'єкту управління до нового стану.

Висновки

Запропоновано темпоральну модель комплексного управлінського рішення, яка містить множини станів об'єкту управління, в тому числі початковий та цільовий стани, множини переходів між цими станами, множини темпоральних правил для цих переходів, а також оцінку темпоральних правил. Модель забезпечує можливість раціонального вибору управлінського рішення на основі інтегральної оцінки темпоральних правил для всіх

альтернатив, що входять до складу комплексного управлінського рішення.

Запропоновано метод підтримки управлінських рішень в умовах невизначеності на основі темпоральних знань. Метод містить у собі етапи аналізу поточної ситуації, формування комплексного управлінського рішення, побудови темпоральних залежностей та доповнення бази знань отриманими залежностями. Метод дає можливість підвищити ефективність підтримки прийняття управлінських рішень за рахунок постійного доповнення бази знань темпоральними правилами, що використовуються для оцінки цих рішень.

Список літератури:

- [1] E. Frank Harrison. The essence of management decision / E. Frank Harrison, Monique A. Pelletier // Management Decision. – 2000. – Vol. 38, Iss. 7. – P. 462 – 470.
- [2] Смирнов, Э.А. Управленческие решения / Э.А. Смирнов. – М.: Инфра-М, 2001. – 264 с.
- [3] Huber G.P. The nature of organizational decision making and the design of decision support systems. – Management Information Systems Quarterly. – 1981. – Vol. 5, Iss. 2. – P. 1-10.
- [4] Das, T.K. Cognitive biases and strategic decision processes: An integrative perspective / T.K. Das, Teng B.S. // Journal of Management Studies. – 1999. – Vol.36, Iss. 6. – P. 757–778.
- [5] Kalynychenko, O. Implementation of search mechanism for implicit dependences in process mining / O. Kalynychenko, S.Chalyi, Y. Bodyanskiy, V. Golian, N. Golian / 2013 IEEE 7th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2013.
- [6] Kendal S.L. An introduction to knowledge engineering / S.L. Kendal, M. Creen. - London: Springer, 2007. – 290p.
- [7] Chala O. Logical-probabilistic representation of casual dependencies between events in business-process management // Науково-технічний журнал, Сучасні інформаційні системи, 2018, Том 2, № 2. - С. 40-44.
- [8] Чала О. В. Побудова темпоральних правил для представлення знань в інформаційно-управляючих системах // Науково-технічний журнал, Сучасні інформаційні системи, 2018, Том 2, № 3. - С. 54-59.
- [9] Levykin V. Method of automated construction and expansion of the knowledge base of the business process management system / V. Levykin, O. Chala // EUREKA: Physics and Engineering, 2018, Vol. 4. - P. 29-35.
- [10] Левикін В. М. Концепція автоматизованої побудови бази знань у системі процесного управління / В. М. Левикін, О.В. Чала // Науково-технічний журнал «Біоніка інтелекту», 2017, № 2(89). С. 77-83.
- [11] Чала О.В. Принцип та метод еволюційної побудови бази знань на основі аналізу логів ІС процесного управління // Науково-технічний журнал «Біоніка інтелекту», 2017, № 1(88). - С. 80-84.
- [12] Левикін В. М, Чала О. Підтримка управління складним об'єктом в ІУС з використанням темпоральних залежностей. Науково-технічний журнал «Біоніка інтелекту», 2018, № 1 (90). С. 110-115.

Надійшла до редколегії 20.09.2018