

УДК 004.891.3



В.М. Левикін, О.В. Чала

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

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

## ПІДТРИМКА УПРАВЛІННЯ СКЛАДЕНИМ ОБ'ЄКТОМ В ІУС З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕМПОРАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ

Розглянуто проблему підтримки управління складеними об'єктами в умовах невизначеності, що характеризуються неповнотою інформації про стан об'єкту управління, що виникла в результаті неконтрольованих зовнішніх впливів. Запропоновано принципи підтримки управління підприємством як складеним об'єктом в умовах невизначеності на основі темпоральних знань. Розроблено темпоральну модель складеного об'єкту. Модель забезпечує можливість більше ефективного управління складеним об'єктом в умовах невизначеності за рахунок формування управляючих дій на основі ймовірнісних темпоральних залежностей. Запропоновано метод підтримки циклу управління складеним об'єктом в інформаційно-управляючих системах в умовах невизначеності на основі темпоральних знань. Метод поєднує традиційне управління на основі детермінованої моделі комплексного об'єкту із формуванням та використанням бази темпоральних знань для оцінки поточного стану об'єкту та підтримки управління шляхом побудови найбільш ймовірних послідовностей управлінських дій щодо поточного стану об'єкту управління.

**ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧА СИСТЕМА, ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, ТИМПОРАЛЬНА ЗАЛЕЖНІСТЬ, ТИМПОРАЛЬНА БАЗА ЗНАНЬ**

**Левыкин В.М., Чалая О.В. Поддержка управления составным объектом в ИУС с использованием темпоральных зависимостей.** Рассмотрена проблема поддержки управления составными объектами в условиях неопределенности, характеризующихся неполнотой информации о состоянии объекта управления, возникшей в результате неконтролируемых внешних воздействий. Предложены принципы поддержки управления предприятием как составным объектом в условиях неопределенности на основе темпоральных знаний. Разработана темпоральная модель составного объекта. Модель обеспечивает возможность более эффективного управления составным объектом в условиях неопределенности за счет формирования управляющих воздействий на основе вероятностных темпоральных зависимостей. Предложен метод поддержки цикла управления составным объектом в информационно-управляющих системах в условиях неопределенности на основе темпоральных знаний. Метод сочетает традиционное управление на основе детерминированной модели комплексного объекта с формированием и использованием базы темпоральных знаний для оценки текущего состояния объекта и поддержки управления путем построения наиболее вероятных последовательностей управленческих действий относительно текущего состояния объекта управления.

**ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЩА СИСТЕМА, ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТТЯ РІШЕНЬ, ТЕМПОРАЛЬНА ЗАЛЕЖНОСТЬ, ТЕМПОРАЛЬНА БАЗА ЗНАНЬ**

**Levykin V.M., Chala O.V. Supporting for managing the composite object in the MIS using temporal dependencies.** The problem of supporting the management of composite objects in the conditions of uncertainty characterized by incomplete information about the state of the control object arising as a result of uncontrolled external influences is considered. The principles of supporting the management of an enterprise as a composite object in conditions of uncertainty based on temporal knowledge are proposed. The temporal model of composite object is developed. The model provides an opportunity for more effective management of a composite object under uncertainty due to the formation of control effects based on probabilistic temporal dependencies. The method of supporting the control cycle of a composite object in information-control systems in the conditions of uncertainty based on temporal knowledge is proposed. The method combines traditional management based on a deterministic model of a complex object with the formation and use of a temporal knowledge base to evaluate the current state of an object and support control by constructing the most probable sequences of management actions in relation to the current state of the control object.

**INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM, DECISION SUPPORT, TEMPORAL DEPENDENCE, TEMPORAL KNOWLEDGE BASE**

### Вступ

Інформаційно-управляюча система реалізує задачі управління підприємством як складеним об'єктом на основі автоматизованого збору та обробки інформації про діяльність та поточний стан цього підприємства [1]. Задачі управління реалізуються в умовах як внутрішніх, так і непередбачуваних зовнішніх впливів [2]. Це приводить до виникнення невизначеності щодо стану об'єкту

управління. Така невизначеність пов'язана з неповнотою інформації як про стан параметрів об'єкту управління, так і про характеристики зовнішніх впливів, що змінюють цей стан.

Задачі управління у випадку неповноти інформації про стан окремих параметрів можуть бути вирішені з використанням апріорно заданих моделей об'єкту управління та знань про типові залежності в даній предметній галузі [3]. Однак у

випадку непередбачуваних зовнішніх впливів при управлінні доцільно використовувати та постійно поповнювати базу знань, що формалізує досвід експертів – кваліфікованих працівників даного підприємства [4]. Така база знань може бути сформована двома способами: традиційним, на основі інтерв'ювання співробітників [5], та шляхом аналізу поведінки об'єкту управління.

Перший підхід потребує значних матеріальних та часових витрат, що утруднює вирішення задачі постійного поповнення бази знань в реальному часі. Другий підхід забезпечує можливість автоматизованої побудови та поповнення бази знань в реальному часі. Однак аналіз записів про поведінку об'єкту управління не завжди дозволяє виділити причинно-наслідкові залежності між його станами. Тому в даному випадку доцільно виділяти використувати темпоральні залежності [6], які задають можливі послідовності станів об'єкту управління.

Питання автоматизованої побудови бази знань для підтримки управління з використанням темпоральних залежностей розглянуті в роботі [7]. В якості вхідних даних використовується опис поведінки об'єкту управління в формі журналів подій [8]. Структуризація цих знань виконана в роботах [9, 10]. Однак питанням моделювання складеного об'єкту управління на основі темпоральних залежностей та управління з використанням цих залежностей не приділено достатньо уваги.

### 1. Постановка задачі

Метою статті є розробка знання-орієнтованого підходу до управління комплексним об'єктом в ІУС в умовах невизначеності на основі аналізу поведінки такого об'єкту, представленої у вигляді множини послідовностей його станів.

### 2. Принципи підтримки управління підприємством як складеним об'єктом в умовах невизначеності

Управління підприємством як складеним об'єктом полягає у формуванні управлінських рішень на основі використання інформації про поточний стан цього об'єкту.

Об'єкт управління (ОУ) є складеним, якщо він складається із декількох взаємопов'язаних атомарних об'єктів, що потребує розробки набору алгоритмів управління.

Управління реалізується у вигляді багатоступового процесу, що визначає поведінку об'єкту управління у часі. Така поведінка представлена у вигляді послідовності станів, кожен із яких характеризується множиною змінних.

Оцінка значень цих змінних дозволяє встановити, чи досягнуто мету управління.

Зазвичай значення контрольованих змінних можуть бути виміряні безпосередньо або отримані

в результаті обробки інформації про другі змінні предметної області.

Тому доцільно виділити дві умови виникнення невизначеності при управлінні в ІУС:

- неповнота інформації про поточний стан об'єкту управління;
- наявність неконтрольованих зовнішніх впливів на об'єкт управління.

Сформулюємо принципи управління підприємством як комплексним об'єктом в умовах невизначеності.

1. Використання темпоральних знань для опису поведінки об'єкту управління. Важливість даного принципу полягає в тому, що доступна для спостереження поведінка об'єкту управління зазвичай може бути представлена у вигляді послідовності станів. Кожен із цих станів характеризується множиною значень змінних. Тобто ми можемо визначити залежності в часі між станами та окремими змінними. Але інформація про причинно-наслідкові залежності між цими станами є доступною лише для типових режимів функціонування.

2. Використання ймовірнісних характеристик для темпоральних знань внаслідок відсутності інформації про причинно-наслідкові зв'язки між станами об'єкту управління. Ймовірнісна характеристика знань дає можливість упорядкувати альтернативні варіанти управління комплексним об'єктом і запропонувати ОПР найбільш ймовірні рішення.

3. Формування та використання темпоральних обмежень як підмножини темпоральних знань для відбору лише допустимих варіантів управління із підмножини можливих з тим, щоб підвищити ефективність прийняття рішень з управління в умовах невизначеності.

3. Інтеграція традиційної детермінованої моделі об'єкту управління, що побудована на основі апріорних знань із ймовірнісною моделлю на основі темпоральних залежностей. Детермінована модель може бути використана для управління в типових режимах роботи, а темпоральна – в умовах невизначеності.

4. Постійне поповнення, в тому числі в реальному часі, бази темпоральних знань, що дає можливість використовувати адекватну темпоральну модель об'єкту управління при виникненні нових непередбачуваних збурень.

### 3. Темпоральна модель комплексного об'єкту управління в умовах невизначеності

Розглянемо спочатку детерміновану версію об'єкту управління. Нехай поточний стан об'єкту управління  $\bar{s}_j$  задається вектором атрибутів  $a_j^k$  атомарних об'єктів предметної області, які містять у собі інформацію про поточні властивості цих об'єктів та дії, в результаті яких виникли вказані

значення властивостей:

$$\bar{s}_j = \begin{bmatrix} a_j^1 \\ \dots \\ a_j^k \\ \dots \\ a_j^K \end{bmatrix} : a_j^k \in D_u \vee a_j^k \in C, \quad (1)$$

де  $D_u$  – множина управляючих дій;  $C$  – множина властивостей атомарних об’єктів, що складають контекст виконання управляючих дій.

Якщо позначити управляючі дії як  $u$ , тобто  $a_j^k \in D_u \equiv u_j^k \in D_u$ , то поточний стан доцільно представити у вигляді двох складових: вектору управлінських дій  $\bar{u}$  та вектору контексту цих дій  $\bar{c}$ . Тоді узагальнена модель об’єкту управління без урахування невизначеності має вигляд:

$$\begin{cases} \bar{c}_{j+1} = f(\bar{c}_j, \bar{u}_{j+1}) \\ \bar{c}_j = q(\bar{c}_j), j = \overline{1, J}, \end{cases} \quad (2)$$

де  $\bar{c}_{j+1}$  – стан контексту в наступний дискретний момент часу, після виконання дій  $\bar{u}_{j+1}$ ;  $\bar{u}_{j+1}$  – множина управляючих дій, що переводить об’єкт управління у стан  $\bar{u}_{j+1}$ ;  $\bar{c}_j$  – цільовий стан контексту, що пов’язаний із вирішенням задачі управління.

Тобто залежність  $q$  задає зв’язок поточного стану об’єкту управління із цільовим станом. Оскільки послідовний перехід від стану контексту  $\bar{c}_j$  до стану  $\bar{c}_{j+1}$  визначається функцією  $f$ , то залежність  $q$  є транзитивним замиканням залежності  $f$ .

Стан контексту виконання дій визначається через підмножину властивостей атомарних об’єктів (артефактів) предметної області:

$$\bar{c}_{j+1} = \begin{bmatrix} a_{j+1}^1 \\ \dots \\ a_{j+1}^m \\ \dots \\ a_{j+1}^M \end{bmatrix} : a_j^m \in C, M < K, \quad (3)$$

де  $M$  – кількість елементів вектору стану контексту;  $K$  – кількість елементів вектору стану об’єкту управління.

Із виразів (1)–(3) видно, що поточний стан в кожний дискретний момент часу  $j+1$  визначається станом в попередній момент часу  $j$  та вектором управляючих дій  $\bar{u}_{j+1}$ , що були виконані після моменту часу  $j$ . Це і визначає можливість побудови моделі комплексного об’єкту у вигляді апріорно заданих аналітичних або алгоритмічних залежностей  $f$  та  $q$ .

Однак у випадку невизначеності, що виникла внаслідок непередбачуваних зовнішніх збурень  $\bar{\xi}$  та неможливості встановити точні значення змінних  $a_j^k$  модель об’єкту управління приймає вигляд:

$$\begin{cases} \bar{c}_{j+1} = f(\bar{c}_j, \bar{u}_{j+1}, \bar{\xi}_{j+1}) \\ \bar{c}_j = q(\bar{c}_j, \bar{\xi}_j), j = \overline{1, J}. \end{cases} \quad (4)$$

Індекс  $j+1$  для вектору  $\bar{\xi}_{j+1}$  задає момент виникнення цих збурень після  $j$  – стану об’єкту управління.

Тобто залежності  $f$  та  $q$  задають діапазони управляючих дій, які визначають множину альтернативних переходів від поточного до наступного стану контексту об’єкту управління (у випадку функції  $f$ ) або цільового (у випадку функції  $q$ ):

$$\begin{cases} \bar{c}_{j+1} = f_1(\bar{c}_j, \bar{u}_{j+1}) \vee f_2(\bar{c}_j, \bar{u}_{j+1}) \vee \dots \vee f_I(\bar{c}_j, \bar{u}_{j+1}) \\ \bar{c}_j = q_1(\bar{c}_j) \vee q_2(\bar{c}_j) \vee \dots \vee q_I(\bar{c}_j), j = \overline{1, J}. \end{cases} \quad (5)$$

У відповідності до (4) та (5), для управління об’єктом в умовах неконтрольованих збурень необхідно встановити діапазон управляючих дій, що дають можливість перейти від стану  $\bar{s}_j$  до стану  $\bar{s}_{j+1}$  (або  $\bar{s}_j$ ), тобто від контексту  $\bar{c}_j$  до контексту  $\bar{c}_{j+1}$  (або  $\bar{c}_j$ ). Очевидно, що такі дії або послідовності дій матимуть різну ймовірність. Остання залежатиме як від збурення, так і від поточного стану об’єкту управління.

Ілюстрацію даного підходу для пари послідовних станів контексту виконання дій наведено на рис. 1.

Як видно з рис. 1, перехід між парою послідовних станів відбувається в результаті однієї з альтернативних управляючих дій, що задана вектором. Елементами цього вектору, наприклад, є: назва дії; стан дії; пріоритет дії; параметри дії, і т.п. Вибір дії залежить від збурення.

Таким чином, для підтримки управління комплексними об’єктами в умовах непередбачуваних зовнішніх збурень традиційну аналітичну модель доцільно доповнити темпоральними залежностями, які задають послідовність зміни станів об’єкту управління в часі.

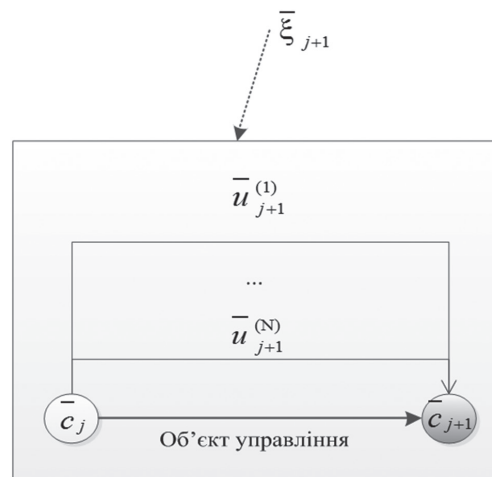


Рис. 1. Зміна контексту виконання дій на об’єкті управління в умовах невизначеності

З рис. 1 видно, що наведені залежності можуть задавати зв’язок між такими елементами: станами об’єкту управління в цілому; станом контексту та управлінськими діями.

Залежності першого типу можуть бути згідно виразу (5) визначені як для пари послідовних станів, так і для пари довільних станів, наприклад (поточний стан; цільовий стан).

Залежності для пари послідовних станів позначимо  $R^X$ , а непослідовних – як  $R^F$ . Оскільки кожний наступний стан об'єкту управління залежить від попереднього стану та виконаної управлінської дії, то можна стверджувати, що дані залежності описують структурний рівень послідовності дій на об'єкті управління [10]. Вони задають можливі та допустимі послідовності дій у часі. Тобто залежності  $R^X$  та  $R^F$  дозволяють визначити кінцеву послідовність станів та дій, що вирішує одну із управлінських задач (або підзадач). Така послідовність дій може бути розглянута як єдине ціле. Тобто при управлінні виконується вибір послідовності в цілому. В подальшому задана послідовність виконується до досягнення цільового стану, як представлено на рис. 2.

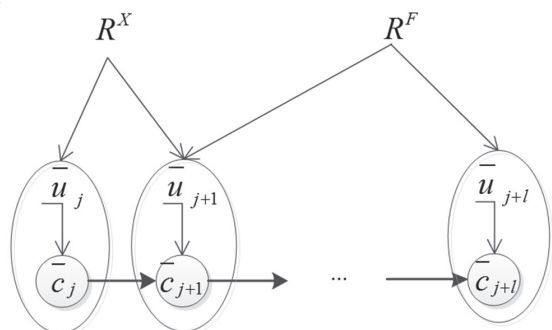


Рис. 2. Залежності між станами об'єкту управління

Вибір однієї з послідовностей станів  $\{\bar{s}_j, \bar{s}_{j+1}, \dots, \bar{s}_{j+l}\}$  або відповідних дій  $\{\bar{u}_j, \bar{u}_{j+1}, \dots, \bar{u}_{j+l}\}$  виконується з урахуванням поточного стану контексту на об'єкті управління, тобто з урахуванням залежностей  $R^U$  між станом контексту та діями, як показано на рис. 3.

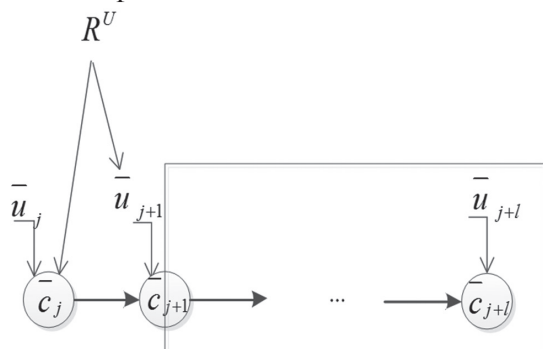


Рис. 3. Залежності між контекстом та управляючими діями

Сукупність цих залежностей становить темпоральну модель об'єкту управління:

$$M_{Co} \begin{cases} R^X(\bar{s}_j, \bar{s}_{j+1}), \\ R^F(\bar{s}_j, \bar{s}_{j+l}), \\ R^U(\bar{c}_j, \bar{c}_{j+l}, \bar{u}_{j+l}). \end{cases} \quad (6)$$

Така модель інтегрує знання про типові послідовності дій на об'єкті управління у формі залежностей  $R^X$  та  $R^F$ , а також умови вибору цих послідовностей дій в залежності від поточного стану контексту, представленого у вигляді залежностей  $R^U$ .

Важлива особливість розробленої моделі полягає в тому, що залежності  $R^X$ ,  $R^F$  та  $R^U$  визначають множину альтернативних варіантів поведінки об'єкту (тобто альтернативних алгоритмів управління) для заданого стану  $\bar{s}_j$ , що характеризується контекстом  $\bar{c}_j$ . Тобто вони дозволяють реалізувати декілька алгоритмів управління. Ймовірність застосування кожного з цих алгоритмів залежить від поточного та цільового стану об'єкту управління.

Задачі управління комплексним об'єктом в умовах невизначеності підрозділяються на дві групи: оцінка (або класифікація) поточного стану об'єкту управління; підтримка прийняття рішень із переводу об'єкту до цільового стану.

Узагальнено задача оцінки поточного стану полягає в тому, щоб визначити мінімальну множину послідовностей станів (або послідовностей управляючих дій)  $\{\langle \bar{s}_1, \bar{s}_2, \dots, \bar{s}_j \rangle\}$  від початкового стану  $\bar{s}_1$  до поточного стану  $\bar{s}_j$ , яка дала б можливість віднести даний стан до відомих або до аномальних станів.

При визначенні типового стану використовуються традиційні, апріорно задані моделі об'єкту управління, а аномального – темпоральні залежності.

Задача підтримки управління полягає у знаходженні такої послідовності дій (станів) від поточного стану, яка дає можливість досягнути стану  $\bar{s}_j$  із множини цільових станів об'єкту управління  $S^{Fin}$ . З урахуванням умови невизначеності це свідчить про необхідність побудови множини допустимих послідовностей станів, що із ненульовою ймовірністю дають можливість досягти стану  $\bar{s}_j \in S^{Fin}$ .

#### 4. Метод підтримки циклу управління складеним об'єктом в ІУС в умовах невизначеності на основі темпоральних знань

Представлена вище у загальному вигляді модель комплексного об'єкту управління в умовах невизначеності (5) містить у собі темпоральні залежності, які визначають спектр можливих варіантів поведінки такого об'єкту.

Фактично залежності  $R^X$ ,  $R^F$  та  $R^U$  є знаннями про допустимі послідовності управлінських дій та можливі варіанти вибору таких послідовностей дій із урахування стану контексту.

Ці залежності пов'язують між собою стани об'єкту управління, які повністю або частково доступні для спостереження. Тому вони відображають неформальні знання виконавців, які приймали



рішення та виконували управлінські дії в умовах неконтрольованих зовнішніх впливів та неповноти інформації про стан об'єкту управління [11].

Очевидно, що неформальні на даному циклі управління персональні знання виконавців повинні бути формалізовані для використання на подальших циклах управління. Зазначене потребує використання такої моделі життєвого циклу складеного об'єкту управління, яка забезпечувала б інтеграцію формальної моделі ОУ та бази темпоральних знань із можливістю уточнення знань про поведінку цього об'єкту [12]. Вказані знання можуть бути отримані шляхом аналізу представленої у вигляді послідовності станів поведінки об'єкту управління.

Розроблений метод використовує еволюційну стратегію для підтримки управління комплексним об'єктом. Дана стратегія зазвичай використовується в умовах постійної зміни вимог до результатів управління. Стратегія полягає в ітеративному виявленні нових залежностей  $f_i(c_j, u_{j+1})$  та  $q_i(c_j)$  шляхом аналізу поведінки об'єкту управління та наступному доповненні моделі (5) цими залежностями. Розширена модель (5) може бути використана на новому циклі управління. Альтернативний варіант використання отриманих знань полягає у конфігуруванні цих залежностей у вигляді правил та обмежень в ІУС без включення їх в розширену модель. Це дає можливість використати нові знання на поточному циклі управління.

Фактично даний метод полягає у доповненні типової аналітичної або алгоритмічної моделі складеного ОУ новими залежностями, що є характерними для аномальних режимів роботи. Під аномальними будемо розуміти такі режими функціонування об'єкту управління, які не відображені у його апріорно сформованій моделі.

Метод містить у собі наступні етапи.

Етап 1. Аналіз існуючої моделі об'єкту управління за результатами попереднього циклу управління.

Мета даного етапу полягає у визначенні невідповідностей між існуючою моделлю та реальним ОУ. Даний етап реалізується експертами у відповідній предметній області.

Етап 2. Побудова або уточнення моделі об'єкту управління на основі апріорних знань.

2.1 Побудова детермінованої моделі складеного ОУ з використанням традиційних підходів. Використовуються методи, що враховують характеристики предметної області.

Особливість комплексного об'єкту управління полягає у тому, що він складається із множини взаємопов'язаних атомарних об'єктів — артефактів. Кожен із артефактів потребує свого алгоритму управління. Зазвичай кожен із цих алгоритмів реалізує життєвий цикл артефакту.

2.2. Доповнення моделі об'єкту управління новими залежностями  $R^X$ ,  $R^F$  та  $R^U$ , що були отримані на попередньому циклі управління.

Етап 3. Конфігурування та розгортання моделі ОУ в інформаційно-управляючій системі.

Даний етап реалізується штатними засобами ІУС. Результатом даного етапу є модель ОУ, яка забезпечує підтримку управління.

Етап 4. Етап управління.

Управління реалізується на основі людино-машинної взаємодії, тобто окремі управляючі дії виконуються автоматично, програмними засобами. Інші дії реалізуються виконавцем.

Інформаційна система представляє рекомендації щодо часу та змісту цих дій.

На етапі управління виконуються такі кроки.

4.1. Оцінка поточного стану об'єкту управління.

У випадку типового поточного стану використовується управління за традиційною моделлю та перехід до етапу 5.

У випадку аномального поточного стану перейти до п. 4.2.

4.2. Формування множини допустимих послідовностей управляючих дій на основі відомих темпоральних залежностей з бази темпоральних знань.

4.3. Відбір найбільш ймовірних у даному поточному стані послідовностей управляючих дій.

4.4 Вибір дії або послідовності дій ОПР на основі результатів 4.3.

Етап 5. Формування темпоральних залежностей.

5.1. Виявлення залежностей  $R^X$ ,  $R^F$  та  $R^U$  на основі аналізу поточної послідовності станів об'єкту управління.

5.2. Виявлення підмножин обмежень на основі аналізу отриманих залежностей  $R^X$ ,  $R^F$  та  $R^U$ . Характерна відмінність обмежень полягає в тому, що вони виконуються для всіх відомих циклів управління, тобто для всіх відомих послідовностей станів

$$\left( \langle \overline{s_1^{(1)}}, \overline{s_2^{(1)}}, \dots, \overline{s_j^{(1)}} \rangle, \dots, \langle \overline{s_1^{(z)}}, \overline{s_2^{(z)}}, \dots, \overline{s_j^{(z)}} \rangle \right).$$

5.3. Відбір підмножини нових залежностей та обмежень, що відсутні в базі темпоральних знань.

5.4. Відбір нових залежностей на основі значень ймовірності їх реалізації та включення цих залежностей до бази темпоральних знань.

Етап 6. Перевірка досягнення цільового стану. Якщо стан не досягнуто, то перейти до етапу 4. Інакше — завершення роботи.

## Висновки

Розглянуто проблему підтримки управління складеними об'єктами в умовах невизначеності. Такі об'єкти управління містять у собі множини атомарних об'єктів — артефактів та потребують набору альтернативних алгоритмів управління. Умови невизначеності характеризуються неповнотою

інформації про стан об'єкту управління внаслідок недоступності до спостережень деяких змінних, або внаслідок неконтрольованих зовнішніх впливів.

Показано, що управління складеними об'єктами в умовах невизначеності потребує виділення та використання знань у формі темпоральних залежностей. Такі залежності визначають допустимі послідовності управляючих дій та умови для виконання цих дій. Вони відповідають неформальним персональним знанням виконавців, що застосовуються при управлінні в умовах неконтрольованих зовнішніх впливів та не входять до складу моделі об'єкту управління.

Запропоновано принципи підтримки управління підприємством як складеним об'єктом в умовах невизначеності на основі темпоральних знань.

Розроблено темпоральну модель складеного об'єкту для управління в умовах невизначеності. Модель містить у собі темпоральні залежності між станами об'єкту управління з урахуванням значень змінних, які характеризують управляючі дії та контекст їх виконання у цих станах. Модель дає можливість підвищити ефективність управління складеним об'єктом в умовах невизначеності за рахунок формування управляючих дій на основі ймовірнісних темпоральних знань, що є формалізованим представленням досвіду досягнення цільового стану об'єкту управління на підприємстві.

Запропоновано метод підтримки циклу управління складеним об'єктом в ІУС в умовах невизначеності на основі темпоральних знань. Метод поєднує традиційний цикл побудови, конфігурування використання й адаптації апріорно заданої моделі комплексного об'єкту управління із формуванням та використанням бази темпоральних знань для оцінки поточного стану об'єкту та підтримки управління. Метод забезпечує підвищення ефективності управління в умовах неповноти інформації про стан об'єкту та неконтрольованих зовнішніх впливів шляхом використання актуалізованих темпоральних знань для формування найбільш ймовірних послідовностей управлінських дій щодо поточного стану об'єкту управління.

#### Список літератури:

1. *Sljivic S.* Management control in modern organizations/ S. Sljivic, S. Skorup, P. Vukadinovic //International Review, 2015, Vol. 4-5. — С. 39-49.
2. *Dechow, N.* (2007). Management control of the complex organization – relationships between management accounting and information technology/ N. Dechow, M. Granlund, J. Mouritsen. - Published in Chapman C., Hopwood A. & Shields M. (eds.) Handbook in Management Accounting Research. Oxford: Elsevier, 2007. - 625-640.
3. *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.
4. *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.
5. *Kendal S.L.* An introduction to knowledge engineering/ S.L. Kendal, M. Creen. - London: Springer, 2007. — 290р.
6. *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.
7. *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.
8. *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.
9. *Левикін В. М.* Розробка моделі багатоваріантного знання-ємного бізнес-процесу// В. М. Левикін, О.В. Чала/ Вісник херсонського національного технічного університету, 2016, № 4(59). - С. 195-202.
10. *Левикін В. М.* Модель знание-ємного бизнес-процесса для задач интеллектуального анализа процессов// В. М. Левыкин, О.В. Чала/ УСиМ, 2016, №6. - С. 59-66.
11. *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.
12. *Левикін В. М.* Модель жизненного цикла знание-ємного бизнес-процесса// В. М. Левикін, О.В. Чала/ Международный журнал «Управляющие системы и машины», 2017. № 1. — С. 68–76, 85.

Надійшла до редколегії 19.04.2018