

УДК 519.7

А.А. Шиян, к.ф.-м.н., доц.,  
О.Н. Романюк, д.т.н., проф.  
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна  
[aa\\_shiyan@mail.ru](mailto:aa_shiyan@mail.ru)

## Мережева структура управління організаційними системами із фрактальними, голографічними та асоціативними властивостями

*Вперше запропоновано технологію побудови мережевої структури управління із фрактальними, голографічними та асоціативними властивостями. Показано, що такі мережеві структури відповідають особливостями управління, яке здійснюється операторами.*

**Ключові слова:** мережева структура, управління, фрактальність, голографічність, асоціативність, топологічні характеристики

### Вступ

Виробничі та організаційні системи складаються із декількох компонент, серед яких виділяється технічна та операторська (людська) складова. Сьогодні використання інформаційних технологій та інтелектуальних систем все ще не дозволяє повністю замінити оператора. Лише в деяких, досить обмежених випадках, автоматичні системи управління можуть бути використані у виробничих та організаційних системах.

Сьогодні в середовищі фахівців поступово формується розуміння того, що для успішного рішення задач управління потрібна безпосередня інтеграція в підсистему прийняття рішень таких баз даних і знань (БД/З), які містять модель відповідного фрагменту картини реального світу, у якому і здійснюється управління. Сюди включається також в необхідність існування моделі самого суб'єкту управління. Необхідність цього викликана тісною обставиною, що модель, як система стискання інформації про керований об'єкт, задає весь клас припустимих рішень.

На жаль, ця обставина не завжди усвідомлюється аналітиками і особами, які приймають рішення. Вони найчастіше просто що не бачать сенсу в побудові наочної і адекватної моделі того фрагменту реального світу, щодо якого приймаються управлінські рішення. В результаті відмови від об'єктивної параметризації своїх управлінських установок, які позначаються на параметрах керування, їхні рішення не можуть претендувати на статус обґрунтованих і надходять у контур керування, маючи статус гіпотези, можливий характер якої найчастіше не усвідомлюється і саме тому не контролюється управлінцем [1,2]. Таке положення являє собою загрозу цілісності об'єкту та суб'єкту управління, оскільки утворена ними система використовується в ролі

імітаційної моделі, на вхід якої подається такий тестовий вплив, який має збурення.

Особливо яскраво це проявляється в автоматизованих системах управління (АСУ). В сучасних АСУ стадія стискання даних/знань до понять-термінів покладена, як правило, на людину: саме тому вона і є самою інерційною ланкою [1]. Побудова баз даних/знань, на основі яких здійснюється трансляція, відображує при цьому або логічну структуру алгоритму управління, або ж ініційовані нею технології, або просто особистісні переваги експерта [3-6]. Практично завжди при цьому бази даних/знань являють собою жорстко зв'язані детерміновані системи.

Метою дослідження є виявлення основних закономірностей функціонування мережевих структур управління із фрактальними, голографічними та асоціативними властивостями.

Задачею дослідження є розробка технології побудови мережевої структури управління виробничими та організаційними системами, яка має властивості самонавчання, фрактальності, голографічності та асоціативності. Бази даних/знань, які відповідають певним вимогам, при цьому висувають в якості необхідної складової. Описано теоретичний і математичний апарат, який дозволяє синтезувати багаторівневі структури управління виробничими та організаційними системами довільного рівня, які мають задані замовником властивості.

Клас проблем, доступних рішенню за допомогою описаних у роботі структур управління виробничими та організаційними системами, збігається із класом проблем, які вирішуються в області управління як окремим оператором, так і структурованими

управлінськими системами довільної складності та ієрархічної будови.

### **Загальний опис задачі**

Насамперед, зупинимося на використовуваній термінології. У цьому ми виходимо із результатів [7-9].

Дані (знання) оформляються у вигляді знаків. Знак сам по собі не має прагнення і мети. Він служить винятково для 1) оформлення знання та 2) для тривалого зберігання цього знання. Термін «знак» розуміється в його широкому тлумаченні: знаком є будь-який об'єкт, який у деякій певній ситуації («знаковій ситуації»), відображує певне асоційоване із ним знання. Як знак можуть виступати: символ, малюнок, текст, алгоритм, веб-сторінка, наукова стаття тощо – залежно від того, який рівень ієрархії знання ми розглядаємо у якості «елементарного».

**Визначення 1.** База даних/знань (БД/З), являє собою єдиний «текст», розбитий на фрагменти (елементи, вузли) і зв'язаний в єдине ціле системою перехресних посилань.

База даних/знань, в силу дії об'єктивних і суб'єктивних обмежень, розбита на систему фрагментів [7,9]. Як такі обмеження, найчастіше можуть виступати характеристики інформаційної «місткості» і пропускну здатності каналів введення/виведення даних а також обсяг пам'яті (наприклад, для конкретного індивіда). У цьому випадку БД/З дробиться так, щоб кожний із її фрагментів не перевищував припустимих значень.

У БД/З зберігаються значимі для цілей керування програми діяльності, норми і моделі поведінки, взаємодії між керуючими агентами.

Але окремо взятий фрагмент БД/З (текст або знак) не здатний вмістити цілісну систему знань, достатню для реалізації управління. Тому кожна БД/З обростає операторами (людьми, що приймають рішення), специфічними організаційними структурами та механізмами передачі знань від цієї бази даних до нових баз даних/знань (до нових носіїв знань).

Вся ця сукупність механізмів, що забезпечують 1) наступність бази даних і 2) дроблення (реструктурування) бази даних на окремі фрагменти, не належить до самої БД/З. Вона є окремим «механізмом трансляції» між різними БД/З.

Користуючись комп'ютерною аналогією, можна сказати, що сформована у такий спосіб БД/З являє собою певну «розподілену програму» для вирішення певного класу задач управління певним класом об'єктів (загальне знання розбите на фрагменти, носіями яких є елементи БД/З). Ця система БД/З має зовнішню стосовно неї

«систему перезапису» знань на «нові носії» (тобто нові елементи сукупної бази даних/знань).

Таким чином, задача побудови БД/З стає еквівалентною задачі побудови такої структури БД/З, яка здатна вирішувати весь комплекс задач із управління заданим класом об'єктів за заданих умов. Це досягається створенням зв'язків між заданими інформаційними елементами БД/З і комплексом управління і зв'язками між ними.

### **Розв'язок задачі**

Розв'язок поставленої задачі може бути оснований на різних методологічних підходах. В статті запропоновано один із них, який базується на такому твердженні.

**Твердження.** Структура БД/З повинна відображувати характерні особливості організації процесу прийняття рішень як окремим оператором, так і організаційними системами різного рівня ієрархії.

Спосіб вирішення проблеми може бути описаний із використанням ряду допоміжних термінів, які відповідають певним модельним сутностям.

Насамперед, розглядаючи БД/З як різноманіття модельних об'єктів, введемо стандартним чином термін «шлях» [8,9].

**Визначення 2.** Шляхом у БД/З будемо називати впорядковану сукупність вузлів.

Інакше кажучи, шлях у БД/З – це фрагмент (основна частина) в алгоритмі прийняття та ухвалення рішення, який, по суті, перетворює БД/З у певну програму дій.

Це дозволяє використовувати в якості характеристики БД/З поняття фундаментальної групи, і, в результаті, топологічні характеристики будови БД/З за стандартною процедурою (див., напр., [9,10]).

Таким чином, приходимо до наступного твердження.

**Твердження 1.** Бази даних/знань можуть бути класифіковані із використанням їхніх топологічних властивостей (тобто за їх топологічними характеристиками).

Зокрема, може бути введено поняття гомотопічної еквівалентності БД/З (див. [10]).

При переході до інтерпретації можна сказати, що кожна ієрархічна БД/З являють собою ієрархічно організовану фрактальну систему вузлів-понять (текстів, фрагментів). При цьому термін «фрактальний» розуміється як «самоподібний» в узагальненому сенсі (див. щодо опису фрактальних характеристик об'єктів [11]). Частина із таких вузлів об'єднана в замкнуті шляхи, які проходять, у загальному випадку, через декілька ієрархічних рівнів. В результаті отримуємо певний універсальний та самоузгоджений опис певного фрагмента знань,–

в цьому сенсі можна сказати, що справедливо таке визначення.

Визначення 3. Клас інваріантності замкнутих шляхів у БД/З визначає (задає) той клас управління, яке може бути здійснене за допомогою такої БД/З (тобто задає певний фрагмент Картини Світу).

В цьому випадку Картину Світу, яка «стиснута» в даній БД/З, можна охарактеризувати параметрами, які описують топологічну будову самої цієї бази даних/знань.

БД/З як елемент системи управління є незамкнутими в тому смислі, що вони здійснюють процес «перекладу» інформації, яка надходить на «вхід» БД/З, в управляючі команди на «виході» із БД/З.

Процес оптимізації управління тоді буде відбуватися за таким узагальненим алгоритмом: стиснення інформації → введення інформації в БД/З → рух інформації по шляху крізь БД/З → виведення інформації із БД/З → здійснення управління → введення інформації в БД/З → і так далі.

Оскільки в «зовнішньому» (по відношенню до БД/З) світі управління також здійснюється за допомогою певних шляхів («ланцюжків управління», - див. докладніше в [9-11]), приходимо до необхідності розгляду двох різних видів шляхів.

Визначення 4. Внутрішній замкнутий шлях проходить тільки через вузли однієї й тієї ж БД/З.

Визначення 5. Зовнішній замкнутий шлях містить вузли (об'єкти), які не належать до БД/З однієї й тієї ж (деякі вузли належать до зовнішнього світу).

Стосовно до БД/З поняття «навчання» можна визначити в такий спосіб.

Визначення 6. Навчання стосовно до БД/З є процес закріплення шляхів у БД/З, як внутрішніх, так і зовнішніх.

Алгоритм навчання БД/З є аналогічним до алгоритму навчання нейронних мереж і буде описаний в окремій роботі.

Вузли БД/З, через які відбувається введення/виведення інформації в БД/З, мають специфічні властивості. Можна дати таке визначення.

Визначення 7. Інтерфейси між внутрішніми і зовнішніми БД/З є такі вузли БД/З, які мають властивість обмінюватися інформацією (даними) між БД/З та зовнішнім світом.

В [1,9] показано, що будова багатьох виробничих та організаційних систем та об'єктів може бути описана універсальним чином. В результаті можна ввести поняття «внутрішня модель світу», розуміючи під цим набір характеристик топологічної будови БД/З, і

поняття «зовнішня модель світу», розуміючи під цим топологічну структуру опису заданого класу задач про управління тим об'єктом, для управління яким і створюється дана БД/З.

Використовуючи введений термінологічний апарат, легко довести такі твердження.

Твердження 2. БД/З задається своїми топологічними параметрами (тобто БД/З класифікуються за параметрами, які характеризують їх топологічну будову).

Твердження 3. Як топологічний параметр, який характеризує БД/З, може бути обрана фундаментальна група для множини їх внутрішніх шляхів.

Твердження 4. БД/З адекватно моделює управління (зовнішній світ) за ситуації, коли топологічні параметри, які характеризують внутрішні шляхи в БД/З (тобто зафіксовані в ній «внутрішня картина світу») збігаються із топологічними параметрами, які характеризують зовнішній світ (тобто керований об'єкт). Тільки в цьому випадку можливо ефективне управління розглянутим об'єктом.

Таким чином, бази даних/знань будуються як свого роду «відображення» керованого об'єкта.

Слід зазначити, що управління завжди (на тому або іншому етапі) здійснюється за посередництвом людини-оператора. Якщо розглядати складні системи, то для управління ними доводиться залучати великі, як правило, ієрархічно організовані, управлінські групи операторів. У цьому випадку можливість ефективного управління лімітується тим, наскільки повно в БД/З знайшли відображення параметри, які характеризують управлінську специфіку таких груп. Таким чином, приходимо до такого твердження.

Твердження 5. БД/З має оптимальну будову у тому випадку, коли вона відповідає будові групи операторів, які здійснюють управління.

Питання реалізації оптимального управління в виробничих та організаційних системах докладно розглянуті в [1,8,9], де розроблена класифікація типів управління. Зокрема, там була доведена таке твердження.

Твердження [8,9]. Конструкція на множині всіх можливих типів управління, яка здатна оптимально перетворити нову інформацію та виробити та здійснити нове рішення, у топологічному сенсі гомотопічно еквівалентна букету із 6 кіл, або ж дифеоморфна двовимірній сфері із 7 вклеєними плівками Мебіуса).

З цього твердження та твердження 5 випливає таке твердження.

Твердження 6. На будь-якому ієрархічному рівні БД/З оптимальної будови

являє собою сукупність зв'язаних внутрішніх шляхів, які орієнтовані на певні фрагменти картини зовнішнього світу (об'єкти управління). Топологічна будова таких систем дифеоморфна замкнутій двовимірній сфері із 7-ма вклеваними плівками Мебіуса, або ж гомотопічно еквівалентна букету із 6 кіл. Значення індексу Ейлера для цієї топологічної конструкції є  $\chi = -5$ .

Будова описаної БД/З докладно розглянута в [8,9], де доведена теорема, яка нижче вона сформульована у застосуванні БД/З у вигляді такого твердження.

Твердження 7 (за [9]). Граф зв'язку вузлів БД/З є 7 плюс-мінус 2 (число Міллера).

Тим самим БД/З перетворюється в мережу, яка має фрактальні (самоподібні) властивості [11].

Суть процесу навчання при здійсненні управління можна описати такими твердженнями.

Твердження 8. Навчання БД/З представляє із себе процеси 1) перетворення вузла в інтерфейс (або інтерфейсу у вузол), і 2) утворення та закріплення нових шляхів (як внутрішніх, так і зовнішніх), які йдуть поодиноці, послідовно або паралельно, а також їх руйнування.

В остаточному підсумку із проведеного в статті розгляду впливає таке основне твердження.

Твердження 9 (основне). Оптимальне управління об'єктом (в тому числі виробничою чи організаційною системою) може бути здійснено тільки із використанням таких БД/З, які мають такі властивості: 1) БД/З виконує роль розподіленої програми діяльності (частина якої належить інформаційним технологіям, а частина – людям-операторам), 2) БД/З має асоціативні, голографічні та фрактальні властивості.

БД/З повинні бути програмами діяльності, тому що вони (її компоненти – вузли та зв'язки) повинні брати активну участь у процесі прийняття та ухвалення рішення, що закріплено у наведеному раніше визначенні.

БД/З повинні мати фрактальні властивості, тому що, по-перше, на кожному із ієрархічних рівнів їх будова повинна задовольняти однаковим закономірностям, і, по-друге її вузли

утворюють певну самоподібну конструкцію, будова якої описана в твердженні 6.

БД/З повинна мати голографічні властивості, розуміючи під цим її здатність до ефективного функціонування при відмові навіть досить великої кількості її вузлів і зв'язків, оскільки в ній має надлишкова кількість замкнутих шляхів (як внутрішніх, так і зовнішніх), що має місце у відповідності до тверджень 1-4.

БД/З повинні проявляти асоціативні властивості, розуміючи під цим їх здатність здійснювати реагування 1) «за аналогією» і 2) на невідомий раніше стимул. Це має місце внаслідок того, що наявність різних шляхів між «рецепторами» і «ефекторами» БД/З (між її інтерфейсами) забезпечує наявність достатньої кількості різнорідних рішень. Крім того, асоціативні властивості БД/З виникають внаслідок того, що окремі елементи, які приймають рішення, відповідають типам управління, введеним в [7,9], де показано, що взаємодія між типами має асоціативні властивості.

## Висновки

Із проведеного аналізу випливає, що розглянута в цій статті структура побудови БД/З дозволяє перекласти на автоматизовані системи вирішення частину тих класів задач в області управління, які раніше були доступні тільки окремій людині-оператору або групі операторів..

Наукова новизна роботи полягає в тому, що вперше запропонована структура мережі для здійснення управління виробничими та організаційними системами, яка має фрактальні, голографічні та асоціативні властивості.

Практична значимість запропонованого метода побудови мережі для управління полягає в можливості інтегрування баз даних/знань та людей-операторів в єдиний комплекс, який здійснює переробку інформації та прийняття рішень за універсальним алгоритмом.

Подальший напрямок досліджень зв'язаний з розробкою алгоритмів та інформаційних технологій для вирішення конкретних задач з управління виробничими та організаційними системами.

## Список використаної літератури

1. Шиян А. А. Економічна кібернетика: вступ до моделювання соціальних і економічних систем / А. А. Шиян. – Львів: «Магнолія 2006». – 2007. – 228 с.
2. Курносов Ю. В. Аналітика: методологія, технологія и організація інформаційно-аналітичної роботи / Ю. В. Курносов, П. Ю. Конотопов. – М.: РУСАКИ, 2004. – 512 с.
3. Архангельский В. И. Человеко-машинные системы автоматизации. Управление качеством, безопасностью, надежностью / В. И. Архангельский, И. Н. Богоненко. – К. : НПК "КИА", 2000. – 308 с.
4. Дубовой В. М. Моделирование систем контролю та керування / В. М. Дубовой. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 175 с.

5. Кузьмин И. В. Основы моделирования сложных систем. / И. В. Кузьмин. – К. : Вища школа, 1981. – 360 с.
6. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами / Д. А. Новиков. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 584 с.
7. Шиян А.А. Информационное пространство и классификация стратегий управленческой деятельности в теории игр и принятия решений / А. А. Шиян // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2007. - № 3(10). – С.131-139.
8. Шиян А. А. Математичне моделювання спільної економічної діяльності людей / А. А. Шиян // Наукові праці ВНТУ. – 2008. – №2. – 7 с. [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2008-2/2008-2.files/uk/08aasaop\\_uk.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2008-2/2008-2.files/uk/08aasaop_uk.pdf).
9. Шиян А. А. Теоретико-ігровий аналіз раціональної поведінки людини та прийняття рішень в управлінні соціально-економічними системами / А. А. Шиян. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 404 с.
10. Дубровин Б. А. Современная геометрия / Б. А. Дубровин, С. П. Новиков, А. Т. Фоменко. – М.: Наука, 1979. – 760 с.
11. Федер Е. Фракталы / Е. Федер. – М.: Мир, 1991. – 254 с.

Надійшла до редколегії 00.00.2012

**А.А. ШИЯН, О.Н. РОМАНИЮК**

Винницкий национальный технический университет

**A.A. SHIYAN, A.N. ROMANYUK**

Vinnitsa National Technical University

**СЕТЕВАЯ СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ С ФРАКТАЛЬНЫМИ, ГОЛОГРАФИЧЕСКИМИ И АССОЦИАТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ.**

Впервые предложено технологию построения сетевой структуры управления с фрактальными, голографическими и ассоциативными свойствами. Показано, что такие сетевые структуры соответствуют особенностям управления, которое осуществляется операторами.

**Ключевые слова:** сетевая структура, управление, фрактальность, голографичность, ассоциативность, топологические характеристики

**THE NETWORK STRUCTURE OF CONTROL IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS WITH FRACTAL, HOLOGRAPHIC AND ASSOCIATIVE CHARACTERISTICS.**

The construction of technology for network control structure with fractal, holographic and associative properties is firstly proposed. It is shown that such network structures correspond to management features, which are operators.

**Key words:** network structure, management, fractal, holographic, associativity, topological characteristics