

УДК 004.896:004.451.25

Мельник Ю. В., Мельник В. Ю. Державний університет телекомунікацій, Київ

ПРИНЦИПИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Розглянуті інтелектуальні інформаційні технології та досліджені їх загальні властивості для управління телекомунікаційними мережами. Розроблена схема узагальненої структури системи інтелектуального управління та визначені основні зв'язки між її складовими. Розглянута концепція ієрархічної побудови систем управління складними динамічними об'єктами з використанням методів і технологій штучного інтелекту як засобу боротьби з невизначеністю зовнішнього середовища.

Ключові слова: телекомунікаційна мережа, інтелектуальне управління, невизначеність середовища, ситуаційне управління, нейро-нечітка мережа, експертна система.

Melnyk Yu. V., Melnyk V. Yu. State University of Telecommunications, Kyiv

PRINCIPLES OF INTELLECTUAL MANAGEMENT OF TELECOMMUNICATION NEW GENERATION NETWORKS

In the article the intellectual information technologies are considered and their general properties for management of telecommunication networks are investigated. The scheme of the generalized structure of the system of intellectual management is developed and the main connections between its components are determined. It is established that in the system of management of complex dynamic objects it is necessary to use methods and technologies of artificial intelligence as a means of controlling the uncertainty of the external environment. Necessary intellectualization of each level of leveling control of the influence of various factors of uncertainty on the functions performed by the control system.

The properties of applied intellectual technologies are presented. The principles of intellectual management of the new generation networks and the properties of intellectual technologies are determined.

Keywords: telecommunication network, intellectual management, of *environments* vagueness, situational management, neuro-fuzzy network, expert system.

Мельник Ю. В., Мельник В. Ю. Государственный университет телекоммуникаций, Киев

ПРИНЦИПЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ СЕТЯМИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Рассмотрены интеллектуальные информационные технологии и исследованы их общие свойства для управления телекоммуникационными сетями. Разработана схема обобщенной структуры системы интеллектуального управления и определены основные связи между ее составляющими. Рассмотрена концепция иерархического построения систем управления сложными динамическими объектами с использованием методов и технологий искусственного интеллекта как средства борьбы с неопределенностью внешней среды.

Ключевые слова: телекоммуникационная сеть, интеллектуальное управление, неопределенность среды, ситуационное управление, нейро-нечеткая сеть, экспертная система.

Вступ. Створення систем, які орієнтуються для роботи в умовах неповноти або нечіткості вихідної інформації, невизначеності зовнішніх впливів і середовища функціонування, вимагає залучення нетрадиційних підходів до управління з використанням методів і технологій штучного інтелекту.

© Мельник Ю. В., Мельник В. Ю., 2017

Такі системи, що названі інтелектуальними системами управління, утворюють зовсім новий клас, для якого не тільки принципи побудови, методи аналізу й синтезу перебувають у стадії розвитку, але й основні поняття й визначення мають потребу в ретельному методичному проробленні.

Принципи побудови інтелектуальних систем управління складними системами

Високий рівень автономності, адаптивності й надійності систем управління, при наявності різного роду невизначеностей, повинен забезпечуватися за рахунок підвищення їхніх інтелектуальних можливостей, заснованих на обробці спеціальних знань.

Наукові дослідження й розробка принципів побудови інтелектуальних систем управління складними динамічними розподіленими інфокомунікаційними мережами насамперед вимагає чіткого тлумачення терміну «інтелектуальна система». Загальним у його трактуванні, що приводиться в науковій літературі, є те, що основною відмінною рисою інтелектуальних систем є можливість системної обробки знань.

До розряду інтелектуальних можна віднести принаймні чотири інформаційні технології: технології експертних систем, технології нечіткої логіки, технології нейромережових структур, технології асоціативної пам'яті [1].

Головною відмінною рисою технології експертних систем є можливість роботи з формами явного подання знань, включаючи продукційні правила, предикати, семантичні мережі й фреймоподібні структури. Яскраво виражена структурованість цих форм обумовлює застосування формалізованих логічних методів для аналізу й уточнення знань, а також висновку по сукупності вихідних даних.

Технології нечіткої логіки, орієнтовані на обробку логіко-лінгвістичних моделей подання знань. Моделі такого типу призначені для формалізації неточних, розмитих у суттєвому відношенні суджень і будуються з використанням узагальнених категорій, що задають класифікацію вихідних понять на рівні нечітких множин.

Один з перспективних підходів до організації обробки неявних форм подання знань пов'язаний із застосуванням *технології нейромережових структур*, що акумулює й відтворює основні функціональні особливості біологічних прототипів. Ця технологія побудови інтелектуальних систем припускає формування однорідних структур, що складаються з множини взаємозалежних елементів із заданою характеристикою перетворення сигналів. Сукупність знань, що закладають у процесі навчання такої структури, визначається настроюванням коефіцієнтів міжелементних зв'язків і дозволяє забезпечити надійну класифікацію пропонованих прикладів. При цьому найважливішою особливістю нейромережових структур є їхня висока швидкодія, що досягає за рахунок паралельності обробки інформації при їхній апаратній реалізації.

Пошуки альтернативних шляхів побудови швидкодіючих систем обробки знань привели до розвитку *технології асоціативної пам'яті*. Ця технологія припускає використання механізмів відновлення цілісних образів по їхніх окремих елементах і зводиться до роботи з багатомірними масивами даних, що характерно для багатовимірних мереж майбутнього *FGN*. Знання, що зберігаються в пам'яті, мають неявну форму подання й задають класифікацію понять деякої предметної області у вигляді сполучення ознак. Головні переваги такого підходу пов'язані із простотою як програмного, так і апаратного втілення асоціативної пам'яті, що забезпечує високу швидкодію [2].

Порівняльний аналіз різних інтелектуальних технологій дозволяє виділити ряд загальних для них властивостей, головна з яких пов'язана з використанням класифікації тих або інших понять як засіб для встановлення зв'язків між окремими явищами розглянутої предметної області. Ця особливість має ключове значення для розробки принципів організації інтелектуального управління на основі застосування сучасних технологій обробки знань.

Виходячи з ключових положень теорії ситуаційного управління кожному класу ситуацій (рис. 1.), виникнення яких вважається припустимим у процесі функціонування мережі, ставитися у відповідність деяке рішення по управлінню.

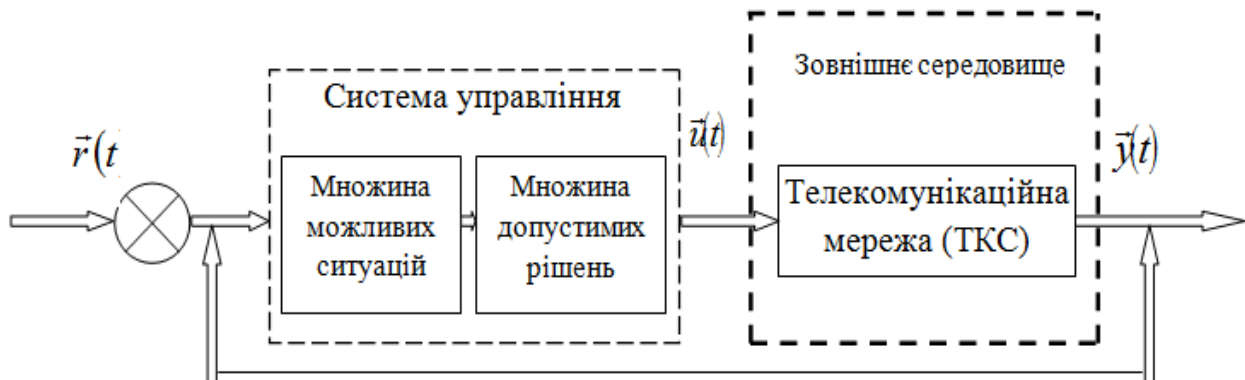


Рис. 1. Реалізація принципів ситуаційного управління.

Тоді сформована ситуація, обумовлена поточним станом як самої мережі, так і її зовнішнього середовища й яка ідентифікується за допомогою вимірювально-інформаційних засобів, може бути віднесена до деякого класу, для якого необхідне управління вже вважається відомим.

Таким чином, практична реалізація концепції ситуаційного управління на основі сучасних інтелектуальних технологій припускає наявність розгорнутої бази знань про принципи побудови й мету функціонування системи, специфіку використання різних алгоритмів, особливостях виконавчих сегментів і мережі в цілому (рис. 2).

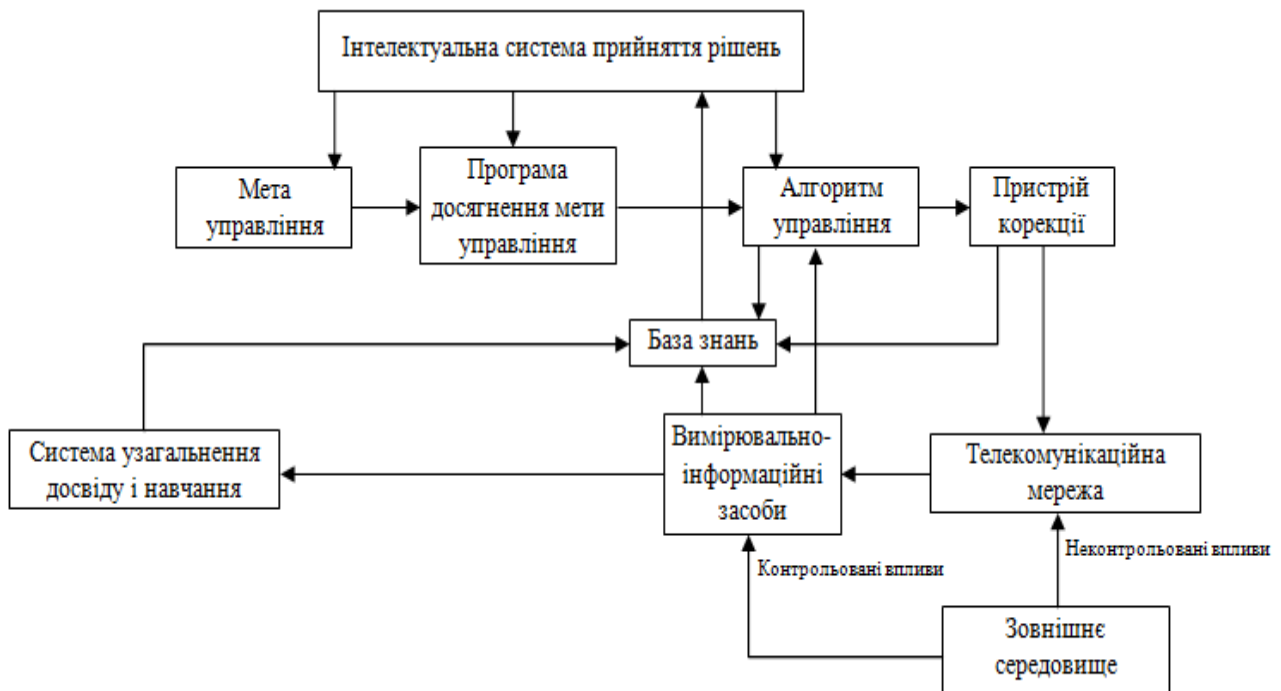


Рис. 2. Узагальнена структура системи інтелектуального управління

Важливо відзначити, що головна архітектурна особливість, що відрізняє інтелектуальну систему управління від побудованої по "традиційній" схемі, пов'язана з підключенням механізмів зберігання й обробки знань для реалізації здатностей по виконанню необхідних функцій у неповно заданих (або невизначених) умовах при випадковому характері зовнішніх впливів. До впливів подібного роду можуть відноситись непередбачена зміна цілей, експлуатаційних характеристик системи й об'єкта управління, параметрів зовнішнього середовища, тощо. Крім того, склад системи доповнюється засобами самонавчання, що забезпечують узагальнення досвіду, його накопичення, і на цій основі – поповнення знань.

Невизначеність зовнішнього середовища складних систем

У загальному випадку об'єкт управління може бути досить складним і включати ряд функціонально підлеглих підсистем. Головною відмінністю концепції ієрархічної побудови систем управління складними динамічними об'єктами є використання методів і технологій штучного інтелекту як засобу боротьби з невизначеністю зовнішнього середовища.

Ступінь невизначеності зовнішнього середовища можна представити як добуток ймовірностей небажаних наслідків на відповідну величину втрат:

$$R = \sum_{i=1}^n R_i = \sum_{i=1}^n p_i \cdot Z_{i\sigma},$$

де R – величина невизначеності;

p_i – ймовірності небажаних наслідків;

$Z_{i\sigma}$ – величини втрат.

У відносному вираженні невизначеність оцінюють як коефіцієнт варіації δ_Z :

$$\delta_Z = \delta \frac{1}{Z} = \frac{1}{Z} \sqrt{\sum_{i=1}^n p_i \cdot (Z_i - \bar{Z})^2}, \quad \bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_{i\sigma}.$$

Виходячи з величини коефіцієнту варіації пропонується використовувати шкалу для оцінювання рівня невизначеності середовища [3]:

0,0 – 0,1 – мінімальна невизначеність;

0,1 – 0,25 – мала невизначеність;

0,25 – 0,5 – допустима невизначеність;

0,5 – 0,75 – критична невизначеність;

0,75 – 1.0 - неприйнятна невизначеність.

Необхідність інтелектуалізації кожного з рівнів управління обумовлена схильністю впливу різних факторів невизначеності на функції, що виконує система управління.

Практичне втілення цієї концепції припускає вибіркоче використання тих або інших технологій обробки знань залежно від специфіки завдань, що розв'язуються, особливостей керованого об'єкта, його функціонального призначення, умов експлуатації. Як показує огляд численних робіт з розвитку методів обробки знань, одна з передових тенденцій у цій області пов'язана зі спробами інтеграції різних інтелектуальних технологій для об'єднання їхніх переваг. Так, наприклад, одночасне забезпечення високої функціональної гнучкості й швидкодії може досягатися за рахунок комплексного застосування технологій експертних систем і нейромережових структур.

Властивості інтелектуальних технологій приводяться в табл. 1.

Властивості інтелектуальних технологій

Табл. 1.

Технологія	Представлення знань	Формування початкових знань	Організація логічного виводу	Можливість поповнення знань	Пояснення прийнятих рішень	Спосіб реалізації й забезпечення відносної швидкодії
Експертних систем та СПНР	В явному виді за допомогою продуктивних правил, семантичних мереж, предикатів і фреймуутворюючих структур	За допомогою експерта в ітеративному режимі	Здійснюється аналіз початкової посилки з багаторівневою класифікацією, яка задана ієрархією продуктивних правил або в іншій формі	Здійснюється шляхом зміни продуктивних правил, семантичних зв'язків, або в іншій формі	Може бути забезпечено за рахунок аналізу активізованого ланцюга логічного виводу	Програмним шляхом, низька
Нечіткої логіки	У напіврозкритому виді за допомогою продуктивних правил і функцій приналежності, що відбивають взаємозв'язок вхідних і вихідних параметрів і їхню фізичну значимість	За допомогою експерта в інтерактивному режимі або в автоматичному режимі на основі аналізу статистичних даних про функціонування системи	Забезпечується виконанням продуктивних правил і вибраним методом обробки функцій приналежності	Забезпечується за рахунок зміни системи правил, форми й відносного розміщення ФП на базових осях	Може бути забезпечено за рахунок аналізу застосованих правил	Програмний і апаратний, високе й низьке, відповідно
Нейромережевих структур	У неявному виді в архітектурі мережі, параметрах нейронів і зв'язків	На прикладі навчальної вибірки за допомогою алгоритмічних процедур налаштування в автоматичному режимі	Забезпечується логікою роботи мережі	Забезпечується шляхом зміни топології, структури й параметрів мережі	Може бути забезпечено за рахунок введення додаткової пояснюючої нейромережі	Апаратний, високе
Асоціативної пам'яті	У неявному виді й у формі гіперповерхні в багатомірному просторі ознак в архітектурі асоціативної пам'яті	Шляхом автоматичного формування асоціативних зв'язків по заданому алгоритму	Забезпечується проектуванням робочої крапки гіперповерхні на осі обраної системи координат	Забезпечується шляхом зміни простору параметрів і форми гіперповерхні	Може бути забезпечено введенням додаткової координати з поясненнями	Програмний і апаратний, високе

У той же час для збільшення швидкодії асоціативної пам'яті пропонуються нейромережові засоби її реалізації. Сполучення технологій експертних систем і нечіткої логіки дозволяє не тільки підвищити швидкість інтелектуальної системи, але й скоротити обсяг бази знань. Інший підхід до проблем оптимізації інтелектуальних систем і їхнього навчання пов'язаний з розробкою комбінованих технологій нечітких нейромережових структур [4].

Висновок. Розглянуті інтелектуальні інформаційні технології та досліджені їх загальні властивості для управління телекомунікаційними мережами. Розроблена схема узагальненої структури системи інтелектуального управління та визначені основні зв'язки між її складовими. Проведення подальших досліджень в області інтелектуального управління мережами нового покоління забезпечить можливість створення принципово нового покоління систем управління, призначеної для автономного функціонування в умовах неповноти й невизначеності інформації при наявності випадкових впливів зовнішнього середовища.

Список використаної літератури

1. Толюпа С. В. Дослідження функціонування інфокомунікаційних мереж нового покоління на основі інтелектуальних технологій. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. – Київ, 2011. – 40 с.
2. Стеклов В. К. Проектування інтелектуальних мереж / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман, Ю. О. Лев // Зв'язок. – 1997. – № 3. – С. 36 – 38.
3. Селюков О. В. Застосування інтелектуальних технологій для підвищення якості роботи телекомунікаційних мереж при невизначеності / О. В. Селюков, Ю. В. Хмельницький, І. В. Обертюк, Л. В. Солодєєва // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2017. – Вип. 56. – С. 146-153.
4. Недаїбіда Ю. П. Особливості толерантності до невизначеності при прийнятті рішень під впливом випадкових факторів / Ю. П. Недаїбіда, Ю. І. Хлапонін, М. С. Молодець, Ю. В. Котова // Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2015). Міжнародна наук.-техн. конф. НАУ, 18-19 травня 2015 р.: тези доп. – Київ: НАУ, 2015. – С.87.

References

1. Toliupa S. V. "Investigation of the functioning of the infocommunication new generation networks on the basis of intelligent technologies. The dissertation tethes for the degree Doctor of sciences (technic). " *Kyiv* (2011): 40.
2. Steklov V. K., Berkman L. N., Lev Yu. O. "Designing intelligent networks" *Zviazok* 3 (1997): 36-38.
3. Seliukov O. V., Khmelnytskyi Yu. V., Obertiuk I. V., Solodieieva L. V. "Application of intelligent technologies for improving the quality of telecommunication networks in uncertainty." *Proceedings of the Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv* 56 (2017): 146-153.
4. Nedaibida Yu. P., Khlaponin Yu.I., Molodets M. S., Kotova Yu. V. "Features of tolerance to uncertainty when making decisions under the influence of random factors." *Integrated intelligent robotic complexes (IRITK-2015). International science-technigal confrence, NAU, Kyiv* (May 18-19 2015): 87.

Автори статті

Мельник Юрій Віталійович – кандидат технічних наук, старший дослідник, завідувач кафедри телекомунікаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, м. Київ. Тел +380 (99) 376 46 94. E-mail: melnik_yur@ukr.net.

Мельник Віталій Юрійович – магістрант, Державний університет телекомунікацій, м. Київ. Тел +380 (99) 358 40 45. E-mail: melnik_yur@ukr.net.

The authors of the article

Melnyk Yuri Vitaliiovich – candidate of sciences (technical), senior researcher, head of the telecommunication technologies department, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel +380 (99) 376 46 94. E-mail: melnik_yur@ukr.net

Melnyk Vitalii Yuriiovich – student, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel +380 (99) 358 40 45. E-mail: melnik_yur@ukr.net

Дата надходження
в редакцію: 09.09.2017 р.

Рецензент:
доктор технічних наук, доцент В. Ф. Заїка
Державний університет телекомунікацій, м. Київ,