

О. О. Ковалюк

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УПРАВЛІННІ РОЗПОДІЛЕНИМИ ДИНАМІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

Запропоновано інформаційну технологію прийняття рішень в управлінні розподіленими динамічними системами, яка дозволяє підвищити якість рішень шляхом врахування взаємодії між елементами системи та невизначеності вхідних даних.

Ключові слова: інформаційна технологія, прийняття рішень, розподілена система.

Вступ

Задача управління розподіленими динамічними системами (РДС) не втрачає своєї актуальності протягом тривалого часу. Розподілені динамічні системи – це широкий клас систем, елементи яких розподілені у просторі і виконують частину функцій, що забезпечують досягнення загальної мети існування розподіленої системи.

Основними характеристиками РДС є:

- наявність власних критеріїв прийняття рішень у елементів системи;
- затримки при передаванні інформаційних і управляючих впливів між елементами системи;
- невизначеність параметрів системи, яка може описуватись за допомогою різних підходів залежно від способу отримання інформації (вимірювання, експертна оцінка) [1];
- ієрархічна структура системи.

До таких систем можна віднести мережі газо-, водо-,теплопостачання, транспортні мережі, технологічні процеси зберігання продукції тощо.

Враховуючи зазначені особливості розподілених динамічних систем, стає очевидною складність прийняття рішень для керування такими системами.

Аналіз підходів до розв'язання проблеми прийняття рішень при управлінні РДС

Один із перших фундаментальних результатів дослідження розподілених систем належить Месаровичу та його колегам [2]. В зазначених роботах запропоновано математичний апарат для опису складних розподілених систем. Значна увага приділена формалізації систем та координації їх підсистем. Проте, незважаючи на ґрунтовність цих робіт, вони носять досить загальний характер, а тому ряд питань залишилась поза увагою дослідників. Зокрема недостатньо розглянуто способи врахування невизначеності, що пов'язана з функціонуванням системи, а також оцінку зміни впливів між підсистемами.

Ще один поширений підхід в прийнятті рішень в розподілених системах полягає у використанні теорії ігор [3]. Проте використання теорії ігор для прийняття рішень РДС знайшло обмежене використання через складність врахування динаміки систем.

Останнім часом інтенсивно розвивається теорія активних систем, головна ідея якої полягає у представленні системи у вигляді ієрархічних агентів, що взаємодіють між собою [4]. Ця теорія знаходить застосування в управлінні соціально-економічними системами: проектами, організаціями, адміністративними одиницями. Проте формалізація взаємодії між елементами системи в системах керування може бути досить складним процесом, що накладає обмеження на застосування теорії активних систем для прийняття рішення в РДС.

Отже, проблема прийняття рішень при управлінні РДС є актуальною і вимагає створення інформаційної технології прийняття рішень, яка б враховувала невизначеність та динаміку розподілених систем.

Розв'язання задачі підвищення якості рішень при управлінні РДС

Для підвищення ефективності управляючих рішень побудуємо інформаційну технологію (ІТ) прийняття рішень при керуванні РДС.

Архітектура інформаційної технології прийняття рішень при керуванні розподіленими динамічними системами

Відповідно до ГОСТу інформаційна технологія – це прийоми, способи і методи використання засобів обчислювальної техніки при виконанні функцій збору, зберігання, обробки, передавання та використання даних.

Архітектура ІТ прийняття рішень в РДС представлена на рис. 1.



Рис. 1. Архітектура інформаційної технології прийняття рішень при керуванні РДС

Основними елементами запропонованої архітектури є критерії, моделі, алгоритми, методи прийняття рішень, а також їх реалізація у вигляді програмного забезпечення та бази даних. Розглянемо окремі елементи ІТ.

Моделі інформаційної технології

ІТ прийняття рішень в керуванні РДС передбачає комплекс моделей, зв'язок між якими наведений на рис. 2. В ІТ прийняття рішень використовуються дві групи моделей: модель розподіленої системи та моделі прийняття рішень.

Модель розподіленої системи складається з моделей, що описують структуру системи, поведінку та взаємодію її елементів. Другій групі моделей відповідають моделі, які використовуються в алгоритмах прийняття рішень.

Функціональні моделі елементів в операторному вигляді описують поведінку елемента в умовах невизначеності його параметрів. Вигляд операторних перетворень визначається моделлю невизначеності, яка задає спосіб виконання математичних операцій для даних, представлених у різному вигляді.

Структурна модель характеризує наявність зв'язків між елементами системи. Для значної кількості розподілених систем структурна модель будується на основі графових моделей і подається у матричному вигляді.

Модель взаємодії елементів призначена для оцінки впливу між елементами системи з метою точного визначення їх стану на момент прийняття рішень.

Використання вказаних моделей на відповідних етапах процесу прийняття рішень дозволяє отримати вхідні дані для моделі наступного етапу.

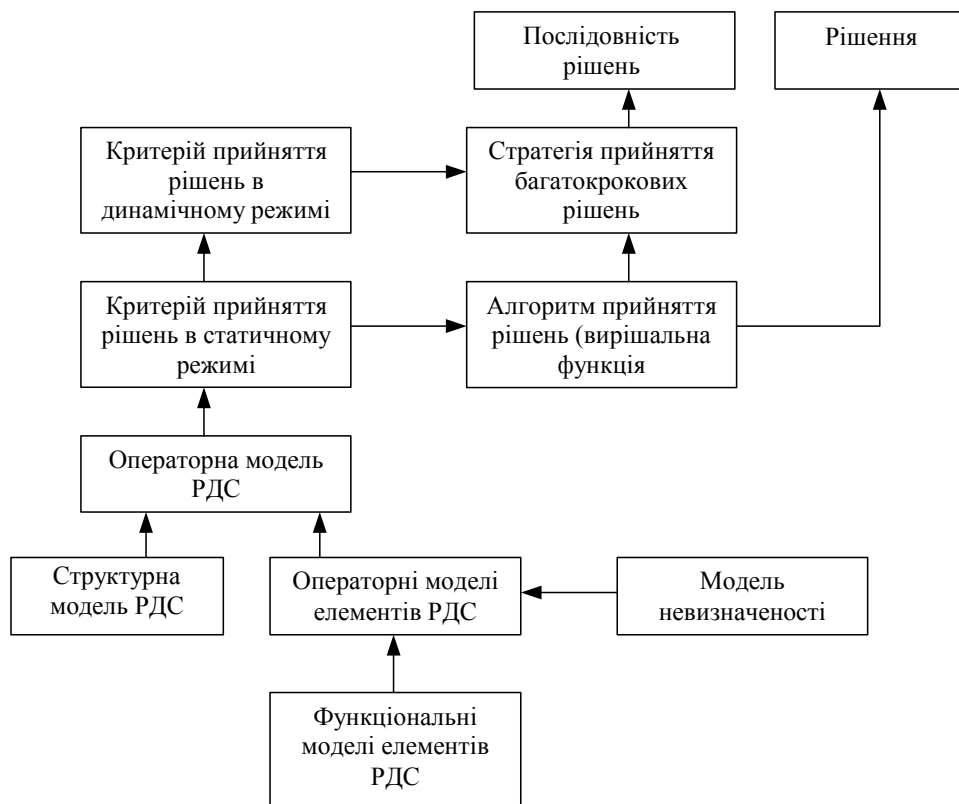


Рис. 2. Ієрархія моделей прийняття рішень

Узагальнений алгоритм прийняття рішень при керуванні РДС

Запропонована ІТ включає алгоритмічне забезпечення процесу прийняття рішень. Узагальнений алгоритм прийняття рішень в керуванні РДС складається з таких кроків:

1. Визначення переліку параметрів, що суттєві для забезпечення заданої якості рішень.
2. Визначення параметрів стану розподіленої системи, які піддаються спостереженню.
3. Визначення частоти контролю кожної величини.
4. Отримання експертних даних про частину параметрів стану, які не піддаються спостереженню.
5. Подання отриманих даних у вигляді узагальнюючих функцій невизначеності [5].
6. Розв'язання задачі оцінювання параметрів стану, щодо яких немає ні експериментальних, ні експертних даних, на основі моделі розподіленої системи.
7. Визначення множини можливих рішень шляхом розв'язання задачі аналізу стійкості розподіленої системи.
8. Отримання функції втрат для множини можливих рішень.
9. Пошук оптимального рішення, яке забезпечує мінімум втрат.
10. Корекція узагальнюючих функцій на основі даних спостереження.

Реалізація узагальненого алгоритму з використанням подійного підходу показана на рис. 3.

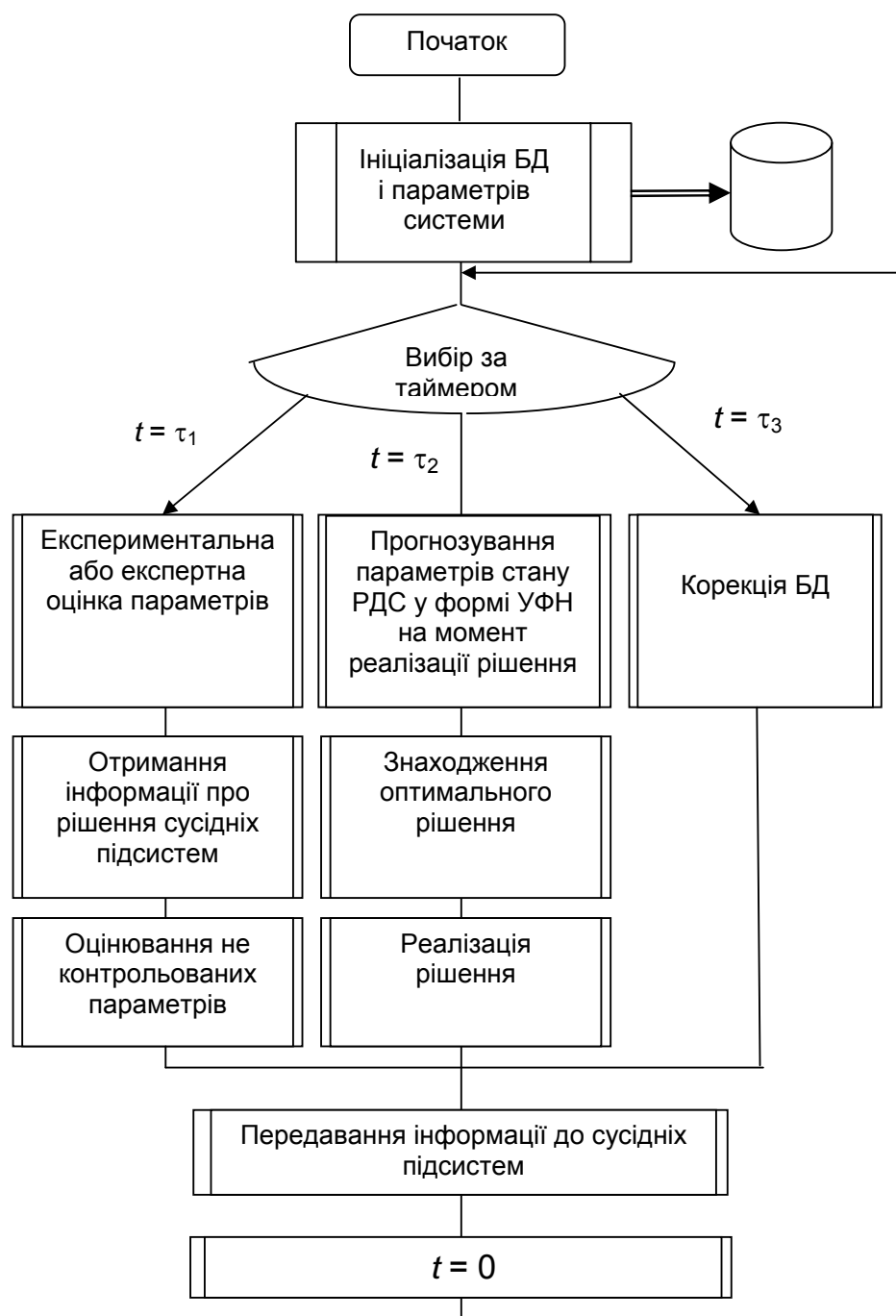


Рис. 3. Схема алгоритму ПР при процесному підході до керування РДС

На першому (ініціальному) кроці алгоритму визначається множина можливих рішень D , здійснюється оцінка чутливості вирішальної функції F до параметрів РДС X на основі моделі розповсюдження впливів. Визначається перелік параметрів Y , які суттєві для забезпечення заданої якості рішень R . Визначається оптимальна періодичність здійснення основних процедур алгоритму: контролю стану РДС τ_1 , прийняття і реалізації рішень τ_2 , навчання системи (корекції бази даних і знань) τ_3 . Задаються початкові (проектні або експертні) значення параметрів РДС у базі даних і в алгоритмі.

На другому етапі визначається кількість нечітких параметрів, які використовуються для

прийняття рішення. Даний етап передбачає побудову функцій належності нечіткої величини на основі експертних даних, а також її перетворення на УФ. Після перетворення всіх нечітких даних відбувається обробка стохастичної інформації. На цьому етапі задається кількість стохастичних даних, що впливають на процес ПР. Далі визначається тип закону розподілу кожного вхідного даного і його перетворення на УФ.

Після ініціального кроку починається циклічний процес керування РДС, який складається з трьох потоків процедур:

- контролю стану РДС з періодом τ_1 ,
- прийняття і реалізації рішень з періодом τ_2 ,
- навчання системи (корекції бази даних і знань) з періодом τ_3 .

Дослідження ефективності інформаційної технології

Для дослідження ефективності запропонованої ІТ проведено імітаційне моделювання, в ході якого моделювався рух транспортних засобів у транспортній мережі міста. Алгоритм моделювання складається з таких етапів:

- Представлення транспортної мережі міста у вигляді графа.
- Ініціалізація параметрів світлофорів.
- Генерування початкових точок руху транспортних засобів.
- Генерування кінцевих точок руху транспортних засобів.
- Визначення оптимальних маршрутів руху транспортних засобів за алгоритмом Дейкстри.
- Моделювання руху транспортних засобів та роботи світлофорів.

Критерієм моделювання обрано сумарний час руху транспортних засобів у мережі.

Використання ІТ порівнювалося з моделями прийняття рішень на перехрестях, побудованих на основі теорії статистичних рішень (ТСР), теорії статистичних рішень (ТСР) та нечіткої логіки (НЛ). Результати моделювання наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Результати імітаційного моделювання

Кількість елементів	Теорія статистичних рішень, с.	Теорія масового обслуговування, с.	Нечітка логіка, с.	Запропонована ІТ, с.
1	65	78	67	70
5	352	383	371	365
10	683	674	681	652
15	1015	1047	1056	974
20	1428	1484	1490	1309
25	1907	1853	1945	1712
30	2615	2536	2581	2156

Графічне представлення результатів моделювання показано на рис. 4.

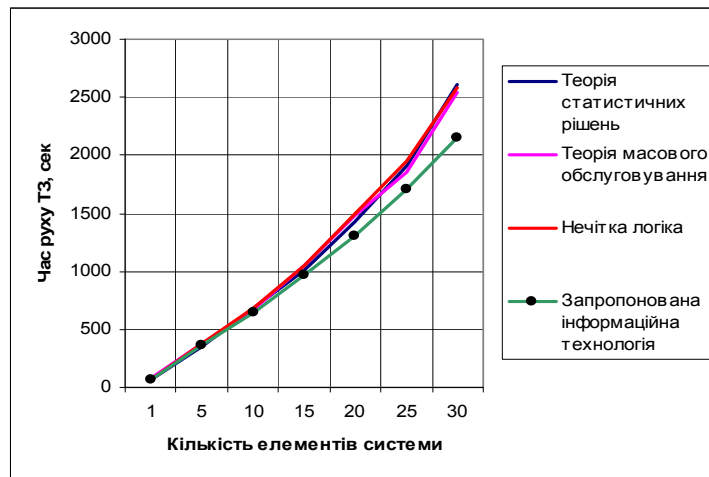


Рис. 4. Результати моделювання

З проведених досліджень випливає, що результати методів прийняття рішень для одного елемента системи відрізняються несуттєво. Разом з тим використання моделей та алгоритмів ІТ дозволяє підвищити оптимальність рішень в межах групи підсистем та системи в цілому.

Результати моделювання керування транспортною мережею міста продемонстрували ефективність використання розроблених моделей та алгоритмів інформаційної технології прийняття рішень.

Висновки

Запропонована інформаційна технологія дозволяє підвищити якість рішень в РДС до 15% за рахунок врахування взаємодії елементів, динаміки системи та невизначеності стохастичного та нечіткого характеру.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Блюмин С. Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С. Л. Блюмин, И. А. Шуйкова. – Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
2. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такаха. – М.: Мир, 1973. – 332 с.
3. Kelly A. Decision Making Using Game Theory: An Introduction for Managers / A. Kelly. – Cambridge University Press, 2003. – 204.
4. Новиков Д.А. Сетевые структуры и организационные системы. М.: ИПУ РАН (научное издание), 2003. – 102 с.
5. Глонь О. В. Моделювання систем керування в умовах невизначеності. Монографія / О. В. Глонь, В. М. Дубовой. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 170 с.
6. Ковалюк О.О. Моделі прийняття рішень в управлінні розподіленими динамічними системами. Монографія / В. М. Дубовой, О.О. Ковалюк– Віниция: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 185 с.

Ковалюк Олег Олександрович – старший викладач кафедри комп'ютерних систем управління, e-mail: Oleh.Kovalyuk@mail.ru.

Вінницький національний технічний університет.