

УДК 69.059

Розглянуто нечітку модель прийняття управлінських рішень при оперативному управлінні комунікаційними мережами як модель, що є одним з важливих аналітичних інструментів перевірки надійності мережі на будь-якому етапі життєвого циклу проекту розвитку.

Ключові слова: управляючий вплив, оптимальний рівень тиску у вузлах мережі, композиційне правило.

Rассмотрена нечеткая модель принятия решений при оперативном управлении коммуникационными сетями как модель, которая является одним из важных аналитических инструментов проверки надежности сети на любом этапе жизненного цикла проекта развития.

Ключевые слова: управляющее действие, оптимальный уровень давления в узлах сети, композиционное правило.

Considered fuzzy model of decision-making in projects of the water supply systems development as a model, which is an important analytical tool of the controlling and monitoring of the water supply system's reliability on every phase of the project's life cycle.

Keywords: managing the impact, nodes' pressure optimal level, compositional rules.

НЕЧІТКА МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ПРИ ОПЕРАТИВНОМУ УПРАВЛІННІ КОМУНІКАЦІЙНОЮ МЕРЕЖЕЮ

О. Л. Соловей

Магістр

Кафедра прикладної математики
Київський національний університет
будівництва і архітектури

Контактний тел.: 067-169-60-14

E-mail: soloveiolga@yandex.ru

Вступ

Розглянемо задачу оперативного управління потоками в комунікаційній мережі в умовах невизначеності, як задачу управління тисками в вузлах мережі. В напрямку математичного моделювання таких процесів управління запропонуємо побудову нечіткого логічного мережевого регулятора. Технологічні параметри мережі (q — витрати, p — тиск) визначають виходячи з вимог потреб споживачів з мінімальними затратами енергетичних, матеріальних та трудових ресурсів. В цих умовах АСУ ТП водопостачання перш за все призначено забезпечити економічну роботу СВМ, враховуючи вимоги споживачів щодо якості та надійності. Оперативне управління режимами СВМ здійснюється двома способами:

- зміна структури, тобто вмикання (вимикання) груп деяких елементів системи (наприклад, насоси на НС, засувки на мережі, тощо);
- зміна деяких параметрів режиму (наприклад тиск за допомогою насосів, засувки, тощо).

Перший шлях управління називають вибором раціонального складу елементів системи, другий — вибором параметрів режиму. З формальної точки зору, перший шлях є деяким випадком другого. Тому найчастіше розглядаються принципи управління СВМ, які здійснюються за рахунок управляючого впливу на параметри СВМ-засувки. Управління здійснюється згідно процедури:

В системі АСУ ТП на районні диспетчерські пункти (РДП) передаються показники в режимі телевідеювання:

- тиск на вході та виході НС;
- кількість НС, що працюють в даний момент часу;
- миттєві значення витрат води;

- електрична потужність, що споживається НС;
 - струм навантаження котодних станцій.
- Диспетчер з РДП здійснюють наступні операції телеуправління і телерегулювання:
- вмикання-вимикання НС;
 - завдання режимів перекачки (з насосу в насос, з перериванням);
 - перемикавання засувки на НС та лінійних ділянках трубопроводу;
 - установка датчиків регуляторів тиску;
 - кількість одночасно включених насосних установок.
- При цьому диспетчер використовує евристичні правила формування управлінських рішень, що обумовлює залежність їх ефективності від досвіду та професіоналізму диспетчера.

Метою роботи є розробка нечіткої моделі прийняття управлінських рішень при автоматизованому оперативному управлінні комунікаційною мережею, що проектно розвивається.

Аналіз досліджень. В роботі [1] була запропонована математична модель системи оперативного управління режимами комунікаційних систем за умов їх планового довгострокового розвитку і стохастичної дестабілізації. Управління режимами мережі, згідно розробленої моделі, передбачає пошук такого оператора F^{-1} , що перетворює вихідні змінні в вхідні:

$$X = F^{-1}(Y); \quad (1)$$

Але модель (1) непередбачає багатоальтернативності прийняття управлінських рішень диспетчером, а саме так диспетчер приймає рішення в умовах невизначеності [2].

Основна частина

Таблиця 1

Функції належності вхідних змінних p'_i і p''_i

Лінгвістичні значення	Функції належності
Велике Додатне	$1 - \exp\left(-\left(\frac{0,5}{\text{abs}(1 - p_i^{\text{nop}})}\right)^{2,5}\right)$ при $0,7 \leq p_i^{\text{nop}} < 1$
Середнє Додатне	$1 - \exp\left(-\left(\frac{0,25}{\text{abs}(0,7 - p_i^{\text{nop}})}\right)^{2,5}\right)$ при $0,4 \leq p_i^{\text{nop}} < 0,7$
Мале Додатне	$1 - \exp\left(-\left(\frac{0,25}{\text{abs}(0,4 - p_i^{\text{nop}})}\right)^{2,5}\right)$ при $0,05 \leq p_i^{\text{nop}} < 0,4$
Близьке до нуля Додатне	$\exp(-5\text{abs}(p_i^{\text{nop}} - 0,05))$ при $0 \leq p_i^{\text{nop}} < 0,05$
Близьке до нуля Від'ємне	$\exp(-5\text{abs}(p_i^{\text{nop}} + 0,05))$ при $-0,05 < p_i^{\text{nop}} \leq 0$
Мале Від'ємне	$1 - \exp\left(-\left(\frac{0,25}{\text{abs}(-0,4 - p_i^{\text{nop}})}\right)^{2,5}\right)$ при $-0,4 < p_i^{\text{nop}} \leq -0,05$
Середнє Від'ємне	$1 - \exp\left(-\left(\frac{0,25}{\text{abs}(-0,7 - p_i^{\text{nop}})}\right)^{2,5}\right)$ при $-0,7 < p_i^{\text{nop}} \leq -0,4$
Велике Від'ємне	$1 - \exp\left(-\left(\frac{0,5}{\text{abs}(-1 - p_i^{\text{nop}})}\right)^{2,5}\right)$ при $-1 < p_i^{\text{nop}} \leq -0,7$

Слідуючи основної мети оперативного управління режимами СВМ — метою методу регулювання тисків у вузлах мережі, будемо вважати забезпечення оптимального рівня тиску в вузлових точках системи, шляхом визначення управляючого впливу на пасивні регулюючи органи мережі — засувки, при цьому оптимальний рівень тиску визначається на основі даних щодо технологічних вимог та вимог надійності мережі. Загальна схема процесу управління тиском в вузлах мережі зображена на рис. 1.

Вхідними змінними є тиск у вузлах мережі p ; чітке значення управляючого впливу U є величина на яку треба збільшити або зменшити тиск у вузлах, шляхом пересування клапану відповідної засувки, для приведення останнього до деякого оптимального значення.

Для перетворення вхідної величини тиску p у відповідний управляючий вплив визначимо наступні кроки нечіткого алгоритму (рис. 1):

1. Визначення чітких значень відхилень тиску у кожному вузлі p'_i від прийнятого оптимального значення p_v^{opt} і різницю між відхиленням тиску у кожному вузлі p''_i на момент часу t і відхиленням тиску у тому ж вузлі на момент часу $t-1$.

2. Перехід до нечітких значень змінних p'_i і p''_i тобто перехід до лінгвістичних значень здійснюється на основі визначених функції належності (фазифікація).

3. Визначення нечітких значень управляючого впливу U на основі композиційних правил.

4. Знаходження чітких значень управляючого впливу U , необхідних для приведення тиску p_i у вузлах до оптимального значення p_i^{opt} (дефазифікація).

Розглянемо реалізацію кожного кроку алгоритму більш детально. Будемо вважати що чіткі значення вхідних змінних нормовані на проміжку $[-1...1]$.

Для формалізації змінних p'_i і p''_i прийемо, що кожна може приймати наступні лінгвістичні значення «Велике Додатне» (ВД); «Середнє Додатне» (СД); «Мале Додатне» (МД); «Близьке до нуля Додатне» (БнД); «Близьке до нуля Від'ємне» (БнВ); «Мале Від'ємне» (МВ); «Середнє Від'ємне» (СВ); «Велике Від'ємне» (ВВ). На основі аналітичних даних щодо управління реальними СВМ визначимо наступні функції належності, що відповідають прийнятим лінгвістичним значенням змінних p'_i і p''_i (табл. 1).

Використовуючи отримані нечіткі значення вхідних змінних p'_i і p''_i зформуємо лінгвістичні композиційні правила, що мають реалізувати стратегію управління нечіткого логічного мережевого регулятора тисків у вузлах СВМ. Правила не включатимуть числової інформації, а втілюватимуть евристичний підхід таким чином формалізуя досвід диспетчерів та експертів з оперативного управління режимами СВМ. Композиційні правила W для прийняття рішення щодо отримання тиску на НС, складуть вирази:

- якщо $p'_i = \text{ВВ}$, тоді (якщо $p''_i = \text{ні}$ (ВВ або СВ), тоді $U = \text{ВВ}$;
- якщо $p'_i = (\text{ВВ або СВ})$, тоді (якщо $p''_i = \text{МД}$, тоді $U = \text{МВ}$;
- якщо $p'_i = (\text{ВВ або СВ})$, тоді (якщо $p''_i = (\text{ВВ або СВ або МВ})$, тоді $U = \text{ВД}$;
- якщо $p'_i = (\text{ВВ або СВ})$, тоді (якщо $p''_i = \text{ВД}$, тоді $U = \text{МД}$;
- якщо $p'_i = \text{МВ}$, тоді (якщо $p''_i = (\text{МД або БнВ})$, тоді $U = \text{БнВ}$;
- якщо $p'_i = \text{МВ}$, тоді (якщо $p''_i = (\text{СВ або ВВ})$, тоді $U = \text{СД}$;
- якщо $p'_i = \text{БнВ}$, тоді (якщо $p''_i = (\text{ВД або СД})$, тоді $U = \text{СД}$;
- якщо $p'_i = \text{БнВ}$, тоді (якщо $p''_i = (\text{ВВ або СВ})$, тоді $U = \text{МД}$;
- якщо $p'_i = (\text{БнД або БнВ})$, тоді (якщо $p''_i = \text{БнВ}$, тоді $U = \text{БнВ}$;
- якщо $p'_i = \text{БнД}$, тоді (якщо $p''_i = (\text{ВВ або СВ})$, тоді $U = \text{СД}$;
- якщо $p'_i = \text{БнД}$, тоді (якщо $p''_i = (\text{ВД або СД})$, тоді $U = \text{МВ}$;

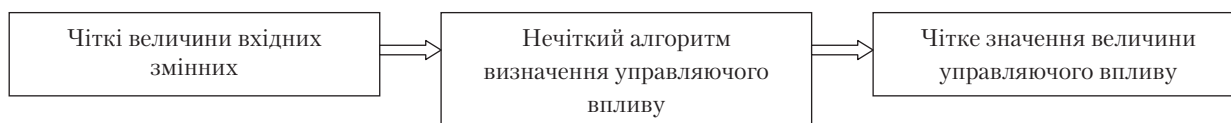


Рис. 1. Загальна схема процесу управління тиском в вузлах мережі

- якщо $p'_i = \text{МД}$, тоді (якщо $p''_i = (\text{МД або БнВ})$, тоді $U = \text{БнД}$;
- якщо $p'_i = \text{МД}$, тоді (якщо $p''_i = (\text{МВ або БнД})$, тоді $U = \text{БнВ}$;
- якщо $p'_i = (\text{ВД або СД})$, тоді (якщо $p''_i = \text{ВВ або СВ}$), тоді $U = \text{МВ}$;
- якщо $p'_i = (\text{ВД або СД})$, тоді (якщо $p''_i = \text{МВ}$, тоді $U = \text{СВ}$;
- якщо $p'_i = \text{ВД}$, тоді (якщо $p''_i = \text{ні (ВВ або СВ)}$), тоді $U = \text{ВВ}$;
- якщо $p'_i = \text{БнВ}$, тоді (якщо $p''_i = \text{МД}$, тоді $U = \text{МД}$;
- якщо $p'_i = \text{БнВ}$, тоді (якщо $p''_i = \text{МВ}$, тоді $U = \text{МВ}$;
- якщо $p'_i = \text{БнД}$, тоді (якщо $p''_i = \text{МВ}$, тоді $U = \text{МД}$;
- якщо $p'_i = \text{БнД}$, тоді (якщо $p''_i = \text{МД}$, тоді $U = \text{МВ}$.

Для приведення лінгвістичного значення управляючого впливу до його чіткого нормованого значення використовуємо метод центру тяжіння [3]:

$$U_i^{\text{нор}} = \frac{\sum_i \mu(u_i) u_i}{\sum_i \mu(u_i)}; \tag{2}$$

Центри тяжіння функцій належності (табл. 1) представлено в табл. 2, знак «-» перед числом визначає «зменшення» тиску у вузлі, знак «+» відповідно збільшення.

Таблиця 2

Чітке значення управляючого впливу, нормоване на проміжку [-1; 1]

Нечіткий значення змінних p'_i і p''_i	Чітке значення управляючого впливу, нормоване на проміжку [-1; 1]
«Велике додатне»	0,84
«Середнє додатне»	0,56
«Мале додатне»	0,2
«Близький до нуля додатній»	0,04
«Близький до нуля від'ємний»	-0,04
«Мале від'ємне»	-0,19
«Середнє від'ємне»	-0,6
«Велике від'ємне»	-0,85

Для наочності роботи нечіткого логічного мережевого регулятора тисків у вузлах мережі розглянемо деяку тестову мережу водопостачання, що включає насосну станцію (НС), водовід від НС до вежі, вежу і водовід від вежі до початку мережі (рис. 2). НС працює цілодобово і рівномірно протягом доби.

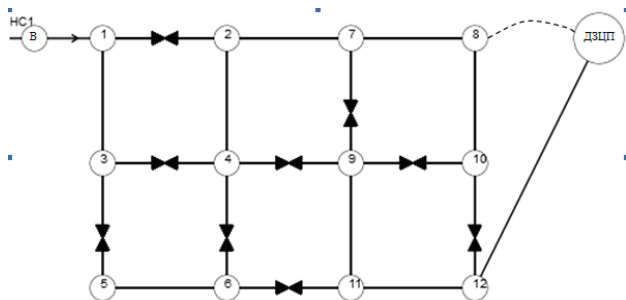


Рис. 2. Шести кільцева тестова водопровідна мережа

Нехай на момент часу t значення змінних p'_i і p''_i дорівнює:

Вузол №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
p'_i	12	-6	9	-4	-11	9	-6	3	1	2	-2	-1
p''_i	2	7	-4	-3	11	-6	-12	0	-4	12	-5	-8

Мінімальні і максимальні значення змінних p'_i і p''_i прийемо такі, що дорівнюють -12 і 15 тоді нормовані значення $p_i^{\text{нор}}$ і $p_i^{\prime\prime\text{нор}}$:

Вузол №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$p_i^{\text{нор}}$	0,78	-0,56	0,56	-0,41	-0,92	0,56	-0,56	0,11	-0,038	0,038	-0,26	-0,19
$p_i^{\prime\prime\text{нор}}$	0,037	0,41	-0,41	-0,33	0,7	-0,56	-1	-0,11	-0,41	0,78	-0,48	-0,7

Лінгвістичні значення (ЛЗ) змінних $p_i^{\text{нор}}$ і $p_i^{\prime\prime\text{нор}}$ визначимо на основі функцій належності (табл. 1) і застосувавши композиційні правила W отримаємо ЛЗ управляючого впливу U :

Вузол №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ЛЗ $p_i^{\text{нор}}$	ВВ	СВ	СД	СВ	ВВ	СД	СВ	МД	БнВ	БнД	МВ	МВ
ЛЗ $p_i^{\prime\prime\text{нор}}$	БнД	СД	СВ	МВ	ВД	СВ	ВВ	МВ	СВ	ВД	СВ	ВВ
ЛЗ U	ВВ	БнД	ВВ	СВ	МД	МВ	ВД	БнВ	МД	МВ	СД	СД

Після дефазифікації нечіткого значення управляючого впливу U (2) отримаємо нормовану величина управляючого впливу $U_i^{\text{нор}}$ і шляхом перерахунку відносно величина U_i на яку треба збільшити або зменшити тиск в вузлах, шляхом пересування клапану засувки:

Вузол №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U_i^{\text{нор}}$	0,85	0,04	0,85	0,57	0,21	0,19	0,85	0,04	0,2	0,19	0,56	0,56
U_i	9,97	-1,01	9,97	6,17	1,25	1,01	9,91	-1	1,25	1,01	6,08	6,08

Таким чином, тиск в вузлах мережі потрібно змінити шляхом пересування клапану засувки на величини, що дорівнюють U_i .

Висновки

Використання побудованої нечіткої моделі надає можливість реалізувати задачу експертної оцінки ефективності проектних рішень щодо надійності опе-

ративного управління комунікаційними мережами за умов їх невизначеності (за умов нештатних аварійних ситуацій).

Література

1. Кошарна Ю. В. Математична модель системи оперативного управління режимами комунікаційних систем за умови здійснення задачі управління проектом їх довгострокового розвитку [Текст] / Ю. В. Кошарна // Вестник ХНТУ. — 2006. — № 2(25). — С. 257–262.
2. Соловей О. Л. Прийняття оптимальних рішень розвитку системи водопостачання міста в умовах її невизначеності і ризику [Текст] / О. Л. Соловей // Управління розвитком складних систем. — 2011. — № 6.
3. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений [Текст] / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьев и др. — М.: Радио и связь, 1989.

Стаття присвячена аналізу результатів моделювання прогнозних характеристик транспортної системи.

Ключові слова: транспортні системи, прогнозні характеристики.

Статья посвящена анализу результатов моделирования прогнозных характеристик транспортной системы.

Ключевые слова: транспортные системы, прогнозные характеристики.

The article is devoted the analysis of modeling results of the transport systems prognosis descriptions.

Keywords: transport systems, prognosis descriptions.

УДК 656.078

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГНОЗНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ «ЛАС»

Є. В. Нагорний

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*

О. М. Шептура

Кандидат технічних наук, доцент*

А. В. Потапенко

Асистент*

* Кафедра транспортних технологій,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002

1. Вступ

В результаті розробки моделі розвитку транспортної системи «ЛАС» на прикладі автотранспортних підприємств України та програмного забезпечення до цієї моделі, виявлення закономірностей зміни коефіцієнтів приросту досліджуваних характеристик даної системи в залежності від періоду розвитку було розроблено прогноз обсягів перевезення пасажирів, розмірів парку рухомого складу, середньомісячної заробітної плати працівників автотранспортних підприємств, шкідливих викидів в атмосферу та необхідної кількості інженерних кадрів на період до 2016 року.

2. Аналіз публікацій

Питаннями технологічного прогнозування займався ряд зарубіжних та вітчизняних авторів [1–4]. Згідно

з методом еволюційно-імовірнісного прогнозування були отримані прогнозні значення швидкостей руху для замкнутого стану системи [2], розрахункових навантажень на автомобільних дорогах для розімкнутого стану системи [3]. Але при цьому не було враховано змінність компонентів транспортної системи.

3. Аналіз результатів моделювання прогнозних характеристик транспортної системи «ЛАС»

За допомогою розробленої програми прогнозування було визначено вірогідності переходу досліджуваних характеристик системи з фактичного в заданий стан, з урахуванням змінності цих компонентів, та побудовано прогноз зміни обсягів перевезень пасажирів, розміру парку рухомого складу, заробітної плати, кількості інженерних кадрів, шкідливих викидів в атмосферу для 3-го замкнутого періоду розвитку транспортної системи