

УДК 519.17:628.17 (628.153)

І.М. Рябченко¹, В.В. Гагарін², Д.І. Рябченко³

¹ Міжнародна академія управління персоналом, Харківський інститут, Харків

² Харківський національний університет міського господарства, Харків

³ Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

УЗГОДЖЕННЯ КРИТЕРІЇВ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ ПОДАЧІ Й РОЗПОДІЛУ ВОДИ У ШТАТНИХ СИТУАЦІЯХ НА ТРИВАЛОМУ ІНТЕРВАЛІ ЧАСУ

В статті розглядається можливість «приведення» всієї множини критеріїв, що використовуються при оцінці оптимальності управління системами подачі й розподілу води в штатних ситуаціях на тривалому інтервалі часу, до єдиної одиниці вимірювання. Як одиниця вимірювання запропонована економічна одиниця розмірності. Продемонстровано, що подібне приведення до єдиної розмірності, дозволить значно спростити процедуру побудови математичної моделі досліджуваної задачі.

Ключові слова: системи подачі і розподілу води, критерії автоматизованого управління.

Вступ

Постановка проблеми в загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими або практичними задачами. При виборі раціональної стратегії управління потокорозподілом систем подачі й розподілу води (СПРВ) використовують безліч критеріїв [1], які умовно розділяють на три групи [2]: економічні, технологічні і критерії оцінки надійності. Всі вони вимірюються в різних одиницях – економічні критерії в грошовому еквіваленті, технологічні

у фізичних величинах (метри в секунду, метри, безрозмірні і т.д.), критерії оцінки надійності – за допомогою характеристик вірогідності (відсотки). Ця обставина призводить до того, що безліч критеріїв неможливо «скрутити» через різну їх природу і одиниці вимірювання. Тому математична модель управління СПРВ складна і представляється у вигляді задачі узагальненого математичного програмування [1 – 3] і як рішення цієї задачі використовується одна з модифікацій багатокрокової схеми з різними інформаційними структурами. По своїй суті

алгоритм вирішення дуже складений, має ознаки евристичного рішення і якість рішення задачі у великій мірі залежить від кваліфікації і досвіду особи, приймаючого рішення (ОПР) або групи ОПР, у випадку якщо алгоритм задачі припускає групову перевагу ОПР.

Узгодження критеріїв (приведення до єдиної системи вимірювання) дозволить, по-перше, значно спростити процедуру формування математичної моделі, по-друге, застосовувати стандартні алгоритми рішення задачі, а не розробляти складні евристичні процедури.

Ця проблема досліджується в рамках тематичного плану науково-дослідних робіт Міжрегіональної Академії управління персоналом з напрямку І.1.01.05 Інформатика та кібернетика. Код завдання І.1.01.05.02, І.1.01.05.04 «Розвиток методів та програмного забезпечення для розв'язання задач математичного моделювання та оптимального управління» і пов'язана з практичними задачами виробничих управлінь водопровідно-каналізаційних господарств (ПУВКХ) України.

Аналіз останніх досліджень. В даний час з'явилися цікаві розробки, пов'язані з ранжируванням критеріїв на основі інтервальної інформації про важливість критеріїв [4], в якій передбачається, що критерії є безрозмірними величинами. Цікавий підхід формування сценаріїв розвитку об'єкту методами імітаційного моделювання, запропонований в [5]. Отримали розвиток методи рішення задачі узагальненого математичного програмування [3], що базуються на парних бінарних порівняннях. Проте, проблема узгодження безлічі критеріїв, що описують фізичні процеси, що протікають в системах подачі і розподілу води [1,2], сьогодні «відкрита».

Мета статті і формулювання задачі дослідження. В статті пропонується підхід, що дозволяє погоджувати безліч критеріїв, що описують процес функціонування СПРВ на тривалому інтервалі часу, шляхом «приведення» одиниці вимірювання всієї безлічі критеріїв до єдиної одиниці вимірювання – економічної. Це дозволить використовувати відомі методи і алгоритми рішення багатокритеріальної задачі для вибору оптимальної стратегії управління СПРВ на тривалому інтервалі часу.

Виклад основного матеріалу досліджень

Як показано в [1, 2] при вирішенні задач раціонального управління системами подачі й розподілу води в штатних режимах роботи на різних інтервалах часу, використовують різну безліч критеріїв. Ця множина визначається шляхом використання різних формальних процедур [1] – когнітивних карт, експертних (мини експертних) систем, сценаріїв, заснованих на формальних граматиках.

Так, при управлінні СПРВ в штатних ситуаціях на тривалому інтервалі часу цю множину можна представити такою групою критеріїв:

1. Енергетичні витрати в СПРВ, вимірюється в метрах на літри в секунду

$$Z_1(x) = \sum_{i \in L} h_i^{(a)} * q_i^{(a)}. \quad (1)$$

2. Сумарна непродуктивна витрата в мережі, вимірюється в літрах в секунду

$$Z_2(x) = \sum_{i \in N} 0,0065 * (h_i - h_i^+) * q_i. \quad (2)$$

3. Сумарні капітальні і експлуатаційні витрати, вимірюється в грошовому еквіваленті (гривня, умовні одиниці)

$$Z_3(x) = \sum_{i \in M} A_{li} * D_i^a + \sum_{i \in L} B_i * h_i^{(a)} * q_i. \quad (3)$$

4. Критерій надійного функціонування водорозподільних мереж, який обчислюється на деякому інтервалі часу Δt і вимірюється у відсотках

$$Z_4(x) = \frac{1}{T * h_i} + \sum_{t=1}^T \varphi_i[h_{ti}] * (h_i^+ - h_{ti}) * \Delta t. \quad (4)$$

5. Критерій, що визначає ефективність функціонування системи водопостачання на деякому відрізьку часу – $[0, T]$ і вимірюється у відсотках

$$Z_5(x) = \frac{1}{N} * \sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{T * h_i} + \sum_{t=1}^T \varphi_i[h_{ti}] * (h_i^+ - h_{ti}) * \Delta t \right). \quad (5)$$

Таким чином, як основа механізму вибору якнайкращого рішення, можна розглядати мінімізацію критеріїв, які обчислюються в дискретні моменти часу і оптимізацію інтегральних критеріїв, обчислюваних на деякому проміжку часу $[0, T]$.

Як відомо, незалежно від способу формування, набір критеріїв в багатокритеріальній задачі повинен задовольняти вимогам повноти, операційності, розкладності, ненадмірності, мінімальності.

Ці критерії мають різні одиниці вимірювання, проте, шляхом введення функції штрафу (або штрафних санкцій за відхилення від нормативних показників) їх можна привести до єдиної одиниці вимірювання – грошового еквіваленту.

Розглянемо технологію введення штрафів. Перший показник має технологічний характер і є скалярним твором сумарного тиску на насосних станціях на сумарну витрату на насосних станціях. Існують нормативні значення економічних режимів роботи насосних станцій, обслуговуючих СПРВ, тому відхилення від цих нормативних значень повинне бути оцінено штрафними або преміальними показниками, вираженими в грошовому еквіваленті.

Другий показник – витоки або непродуктивна витрата в мережі є важливим економічним і технологічним показником, що характеризує якість управління СПРВ. Витоки є сумою витрат на воду, яка відпущена споживачу понад потреби (вилита в систему каналізації) за рахунок нераціональної роботи насос-

них подаючих станцій (перевищення тисків на насосних станціях), на витрати води, втрачені унаслідок неякісних з'єднань водоводів і труб і на непродуктивні витрати унаслідок вибору нераціональної стратегії локалізації і усунення аварійних ситуацій. Тому цей показник може бути оцінений як інтегральний (відхилення від середніх нормативів) так і диференціальне (відхилення по кожному з показників).

Четвертий і п'ятий показники визначають миттєві і інтегральні показники постачання споживачів цільовим продуктом (водою). Оскільки кожний споживач оплачує послуги з кінцевого результату – наявності води в будинку в потрібній кількості і під необхідним тиском, то ці показники необхідно привести до грошового еквівалента шляхом введення штрафів (або пільг) за відхилення від встановлених норм.

Таким чином, узгодження критеріїв, за допомогою яких описана модель управління СПРВ на тривалому інтервалі часу, можливо шляхом їх виразу через єдині грошові еквіваленти (гривня, умовні одиниці), які визначають або ціну заходу, або ціну штрафу не оптимально реалізовану стратегію управління.

Висновки дослідження і перспективи подальших досліджень в даному напрямі

В статті продемонстровано, що безліч критеріїв, що використовуються при управлінні СПРВ на тривалому інтервалі часу, які носять різний характер і описуються різними одиницями вимірювання, можуть бути згаданими, тобто зведеними до єдиної одиниці вимірювання – грошового еквіваленту (гривня, умовні одиниці). Для цього необхідно розробити нормативи штрафних санкцій:

- за неякісну структурно-параметричну модель мережі (неоптимальне розташування запірної арматури на мережі, яке не дозволяє провести «якісне розбиття елементів мережі на локалізуючі компоненти (локалізуючий гіперграф) і замикаючу множину);

- за не оптимальне управління, що призвело до збільшення (вище нормативного) часу локалізації і ліквідації аварійних ситуацій;

- за вибір нераціональної стратегії управління, що призвела до збільшення (вище нормативного) тиску в мережі, що спричинило за собою збільшення непродуктивної витрати (витоків в мережі) або неякісне обслуговування споживачів водорозподільної мережі.

До перспектив досліджень слід віднести можливість розповсюдження запропонованого підходу для широкого кола об'єктів.

Список літератури

1. Рябченко І.М. Автоматизоване управління потокорозподілом систем подачі й розподілу води у штатних та аварійних режимах роботи: Автореф. дис. д-ра техн. наук (05.13.06) / Рябченко І.М. – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2003. – 35 с.
2. Рябченко И.Н. Моделирование процессов потокораспределения в системах подачи и распределения воды с использованием ПЭВМ / И.Н. Рябченко. – Х.: ДСВ Основа при Харьковском ун-те, 1998. – 188 с.
3. Юдин Д.Б. Вычислительные методы теории принятия решений / Д.Б. Юдин. – М.: Наука: Гл. ред. физ.-мат.лит., 1989. – 317 с.
4. Петров Э.Г. Ранжирование альтернативных решений на основе интервальной информации о важности характеристик / Э.Г. Петров, И.В. Гребенник, Л.В. Колесник // Вестник Херсонского государственного технического университета. – Херсон: ХГТУ, 2005. – №1(21). – С. 42-47.
5. Петров Э.Г. Методы и средства принятия решений в социально-экономических и технических системах: учебное пособие / Э.Г. Петров, М.В. Новожилова, И.В. Гребенник, Н.А. Соколова; Под общ. ред. Э.Г. Петрова. – Херсон: ОЛДИ-плюс, 2003. – 380 с.

Надійшла до редколегії 25.04.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Х.В. Раковський, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

СОГЛАСОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ В ШТАТНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ДЛИТЕЛЬНОМ ИНТЕРВАЛЕ ВРЕМЕНИ

И.М. Рябченко, В.В. Гагарин, Д.И. Рябченко

В статье рассматривается возможность «приведения» всего множества критериев, используемых при оценке оптимальности управления системами подачи и распределения воды в штатных ситуациях на продолжительном интервале времени, к единой единице измерения. В качестве единицы измерения предложена экономическая единица размерности. Продемонстрировано, что подобное приведение к единой размерности, позволит значительно упростить процедуру построения математической модели исследуемой задачи.

Ключевые слова: системы подачи и распределения воды, критерии автоматизированного управления.

CONCORDANCE OF CRITERIA OF THE AUTOMATED MANAGEMENT OF THE SYSTEMS OF SERVE AND DISTRIBUTING OF WATER IN REGULAR SITUATIONS ON THE PROTRACTED TIME DOMAIN

I.M. Ryabchenko, V.V. Gagarin, D.I. Ryabchenko

In the article the possibility of «adduction» of all great number of the criteria used for estimation of optimum of management by the systems of serve and distributing of water in the state situations on a long time domain is considered, to single unit of measuring. As unit of measuring economic unit of dimension is offered. It is shown, that a similar adduction to the single dimension, will allow considerably to simplify procedure of construction of mathematical model of the explored task.

Keywords: systems of serve and distributing of water, criteria of the automated management.