

Висновки

1. СМПП із РПМ мають істотні переваги порівняно зі схемами на базі РВПМ і КПМ за живучістю і НС пересилання ПО, і мають проміжні характеристики за протяжністю ПМ і необхідною кількістю ПА.

2. Застосування РПМ для магістральних перевезень пошти найдоцільніше на територіях компактного розташування ОЦ.

3. На відміну від СМПП із РВПМ і КПМ, в яких необхідна живучість забезпечується за рахунок уведення додаткових ПМ, у схемах із РПМ необхідна живучість досягається за рахунок структурної надмірності самих цих схем.

4. Маючи високу структурну надмірність, СМПП із РПМ продовжують функціонувати навіть у разі виходу з ладу $m - 1$ з m ВПМ або $n - 1$ з n ГПМ.

5. У СМПП із РПМ забезпечується пересилання ПО прямими маршрутами або маршрутами з одним перевантаженням.

Рецензент: доктор техн. наук, професор **О. В. Барабаш**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Л. Е. Ящук

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕШЕЧАТЫХ ПОЧТОВЫХ МАРШРУТОВ — ПУТЬ К РАДИКАЛЬНОМУ ПОВЫШЕНИЮ ЖИВУЧЕСТИ СЕТИ ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ УКРАИНЫ

Рассмотрены преимущества использования магистральных почтовых маршрутов (ПМ) в виде прямоугольных решеток, позволяющих существенно повысить живучесть сети почтовой связи (СПС), сократить общее количество и общую протяженность ПМ.

Ключевые слова: СПС, живучесть СПС; объекты почтовой связи (ОПС); ПМ; горизонтальные ПМ (ГПМ); вертикальные ПМ (ВПМ); схема магистральных перевозок почты (СМПП); почтовые единицы (ПЕ); почтовые потоки (ПП); транзитные узлы (ТУ); нормативные сроки (НС) пересылки ПЕ; показатели тонно-километров (ТКМ) пересылки ПЕ; пути пересылки почты (ППП); восстановление ОПС; восстановление РПМ; восстановление ППП.

L. O. Yashchuk

USE OF GRATING MAIL ROUTES — THE WAY TO A RADICAL INCREASE IN THE SURVIVABILITY OF THE UKRAINIAN POSTAL NETWORK

The problems of using the main postal routes (PR) in the form of rectangular, which allow to significantly increase the survivability of the postal communication network (PCN), reduce the total number and total length of the PR.

Keywords: PCN; survivability of PCN; PR; horizontal PR (HPR); vertical PR (VPR); main mail transport scheme (MMTS); postal units (PU); postal flows (PF); transit nodes (TN); normative terms (NT) of forwarding PU; indicators of tonna-kilometers (TKM) forwarding PU; mail forwarding routes (MFR); restoration of PCO; restoration of GPR; restoration of TPR.

УДК 004.055

Ю. В. МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник;

К. П. СТОРЧАК, канд. техн. наук, доцент,

Державний університет телекомунікацій, Київ

Побудова узагальненої нейромережної моделі ієрархічного управління мережею зв'язку

Визначено узагальнену математичну модель ієрархічного управління, а також модель об'єкта контролю і діагностики в разі нечітких умов щодо впливів і управління.

Ключові слова: критерії управління; модель управління; нечітка множина; система контролю; мережа зв'язку.

Вступ

Математичний аналіз реального явища, процесу чи системи починається з побудови відповідної математичної моделі. Дедалі зростаюча складність сучасних об'єктів дослідження та їх унікальність унеможливають явне відстеження причинно-наслідкових зв'язків у пізнавальному плані, що змушує дослідника при виборі або побудові математичної моделі діяти за умов невизначеності, яка виникає через неповноту вихідних даних (знань) [1].

Для усунення цих труднощів американський математик Л. А. Заде ввів нове математичне поняття — **нечітка множина** як узагальнення поняття звичайної множини [2; 3]. На відміну від традиційної математики та математичної логіки, що на кожному кроці моделювання вимагає точних і однознач-

© Ю. В. Мельник, К. П. Сторчак, 2017

них формулювань кожної з використовуваних закономірностей, нечітка логіка пропонує зовсім інший спосіб мислення, завдяки якому творчий процес моделювання відбувається на значно вищому рівні абстракції, за якого достатньо лише мінімального набору певних закономірностей.

Основна частина

Згідно з рекомендаціями МСЕ управління телекомунікаційними мережами здійснюється за чотирирівневою схемою, що включає в себе рівень управління елементами мережі; рівень управління мережею; рівень управління послугами; рівень управління бізнесом.

Критеріями рівня управління бізнесом можуть бути, наприклад, прибутковість Π мережі та її інвестування I за певний проміжок часу [4].

Критеріями рівня управління послугами можуть бути, скажімо, обсяг V_S використання послуг і якість Q_S наданих за час ΔT послуг.

Критеріями рівня управління мережею можуть бути ступінь продуктивності ρ мережі в цілому і продуктивності її ρT по трактах, рівень завантаження Y (трафіку) мережі, ступеня K_Γ її готовності, ремонтпридатності K_P і контролепридатності K_K , ступінь (обсяг) поновлення таблиць маршрутизації V_M , час ΔT_R зміни конфігурації мережі з моменту зміни мережної ситуаційної обстановки S_N , ступінь S_e безпеки щодо несанкціонованого доступу та достовірність D передавання даних у мережі.

Критеріями рівня управління елементами мережі (канал, тракт, лінія зв'язку, вузол комутації, маршрутизатор, склад та стан їх програмного забезпечення тощо) є міри роботоздатності O_P (залежно від стану W_E зазначених елементів), які формуються на основі вимірюваних характеристик e_q (атрибутивів, параметрів), притаманних конкретним елементам, ступеня K_K їх контролепридатності, що залежить від вектора \vec{e} контрольованих параметрів елементів мережі (NE_j). При цьому розглядувані стани можна розбити на три класи: W_P — роботоздатні, W_{PB} — передвідмовні, W_B — відмовні.

Останні два класи можуть виникати через блокування, зумовлене різким підвищенням навантаження, випадковими порушеннями та uszkodженнями d , що виникають у платах, блоках і складових частинах елементів мережі.

Вочевидь, із погляду управління, щоб досягти правильного функціонування мережі, необхідно своєчасно знати точний її стан і своєчасно усувати передвідмовні W_{PB} і відмовні W_B стани, маючи на меті мінімізувати втрати якості Q_S послуг і досягти максимуму щодо утримання обсягу V_S обслуговування послуг.

Таким чином, ефективність і якість управління мережею істотно залежать від ефективності функціонування рівня управління елементами. З огляду на це побудуємо формальні залежності критеріїв рівнів управління від чинників впливу [5].

На 1-му рівні:

$$O_{P_j} = f(W_{E_j}), j = \overline{1, m}; \quad (1)$$

$$K_{K_j} = f(\vec{e}), K_{K_j} \in [0, 1], \quad (2)$$

де m — кількість елементів мережі, K_{K_j} — коефіцієнт контролепридатності елемента мережі, залежний від кількості контрольованих параметрів та їх інформативності.

На 2-му рівні

$$S_N = f(O_{P_1}, O_{P_2}, \dots, O_{P_m}); K_P = f(\vec{O}_P, K_K); K_\Gamma = f(K_P, K_K); \rho = f(\vec{O}_P, Y, K_\Gamma); \quad (3)$$

$$\Delta T_R = f(S_N, K_\Gamma); V_M = f(S_N, \Delta T_R, K_\Gamma); S_e = f(O_P, K_K); D = f(S_N, K_\Gamma, S_e). \quad (4)$$

На 3-му рівні

$$V_S = f(\rho, V_M, K_\Gamma); Q_S = f(\rho, S_e, Y, D, K_\Gamma). \quad (5)$$

На 4-му рівні

$$\Pi = f(V_S, Q_S); I = f(\Pi, Q_S). \quad (6)$$

Узагальнену модель управління з урахуванням (1)–(6) подано на рис. 1.

Узагальнену математичну модель управління подамо у вигляді такої впорядкованої множини:

$$M_{y\Pi} = \langle T, X, Y, U, Q, Z, L, F, \phi, P, C, A, B \rangle, \quad (7)$$

де $T = \{t\}$ — множина моментів управління (керування);

$X = \{x\}$ — множина вхідних впливів на КТС;

$Y = \{y\}$ — множина вихідних відгуків КТС;

$U = \{u\}$ — множина керуючих впливів на КТС;

$Q = \{q\}$ — множина внутрішніх станів;

$Z = \{z\}$ — множина цілей;

L, F — оператори переходу відповідно станів і виходів:

$$L: T \times X \times Q \rightarrow Q, \quad F: T \times X \times Q \rightarrow Y;$$

ϕ — оператор алгоритму керування;

$P = \{p(q)\}$ — множина ймовірнісних мір;

$C = \{c(u)\}$ — множина складових вартості управління;

$A = \{\alpha(u)\}, B = \{\beta(u)\}$ — множина помилок управління відповідно першого і другого роду.

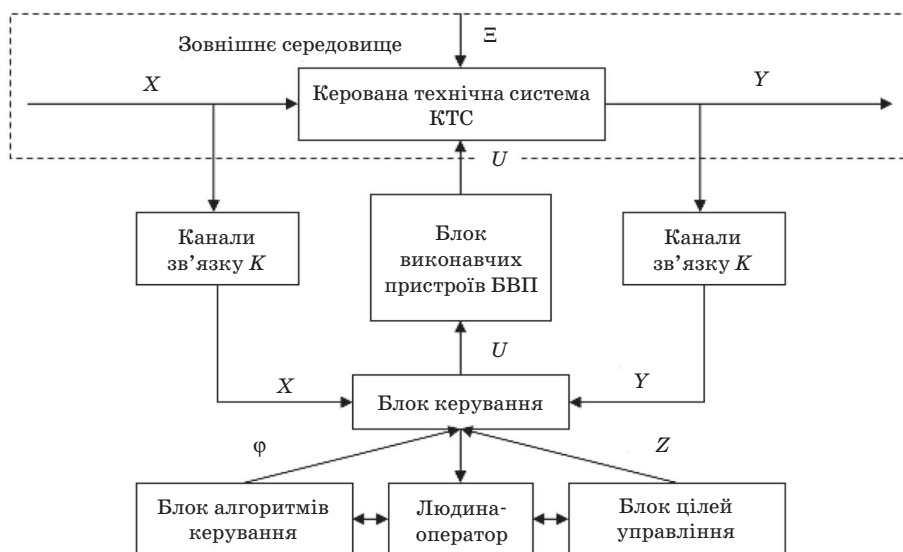


Рис. 1. Узагальнена модель управління телекомунікаційною системою

В основу будь-якого управління покладено інформацію, яку можна подати впорядкованою парою множин $In = \langle X_K, Y_K \rangle$, тоді саме управління являє собою деяку залежність від алгоритму $U = \phi(In, Z)$, де Z — підмножина вибраних цілей управління, а ϕ — оператор, який формує керування U , $\phi: In \times Z \rightarrow U$.

Згідно з викладеним модель управління можна подати у вигляді такої залежності:

$$Y = F(T, X, U, \Xi), \tag{8}$$

де Ξ — зовнішній неконтрольований вплив.

Оператор F визначається як $F = St, b$, де St — структура КТС; b — вектор досліджуваних параметрів. Нехай, наприклад, $Y = b_0 + b_1T + b_2X + b_3U + b_4\Xi$.

Згідно з рекомендаціями МСЕ та концепцією TMN чотирирівневе управління мережею зв'язку з урахуванням елементів мережі та елементів корекції нижче розташованого рівня управління з боку верхніх рівнів маємо ієрархічну схему управління, зображену на рис. 2.

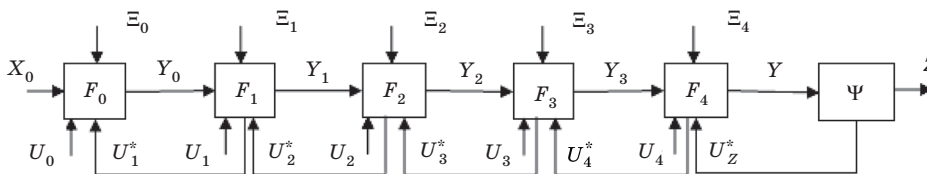


Рис. 2. Конверсно-адаптивне управління: F_i — оператор елемента мережі; X_0 — відомі впливи навколишнього середовища; U_i^* — управління з вищого рівня; U_Z^* — корекція значення Y виходу 4-го рівня; Ξ — зовнішній неконтрольований вплив

Узагальнена математична модель для даної схеми управління набирає вигляду

$$Y = F_4(F_3(F_2(F_1(F_0(X_0, U_0, U_1^*, \Xi_0)U_1, U_2^*, \Xi_1)U_2, U_3^*, \Xi_2)U_3, U_4^*, \Xi_3)U_4, U_Z^*, \Xi_4), \tag{9}$$

де Ξ_i — невідомий вектор впливу на кожному рівні управління.

З огляду на те, що телекомунікаційна мережа є складною розподіленою структурою, її модель управління можна подати у вигляді графа, зображеного на рис. 3.

Узагальнена математична модель ієрархічного управління має вигляд:

$$Y = F_4 \left(F_{3q\Sigma k} \left(F_{2k\Sigma j} \left(F_{1j\Sigma i} \left(F_{0i}^{(j)} \left(X_{0i}^{(j)}, U_{0i}^{(j)}, U_{1i}^{(j)*}, \Xi_{0j}^{(j)} \right), U_{1j}, U_{2j}^*, \Xi_{1j} \right), U_{2k}, U_{3k}^*, \Xi_{2k} \right), U_3, U_4^*, \Xi_3 \right), U_4, U_Z^*, \Xi_4 \right),$$

$$i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m; k = 1, \dots, q,$$

де $F_{0i}^{(j)}$ — оператор мережного елемента NE_i підмережі j ; $F_{1j\Sigma i}$ — оператор агрегування за i 1-го рівня управління мережею; $F_{2k\Sigma j}$ — оператор агрегування за k 2-го рівня управління мережею; $F_{3q\Sigma k}$ — опе-

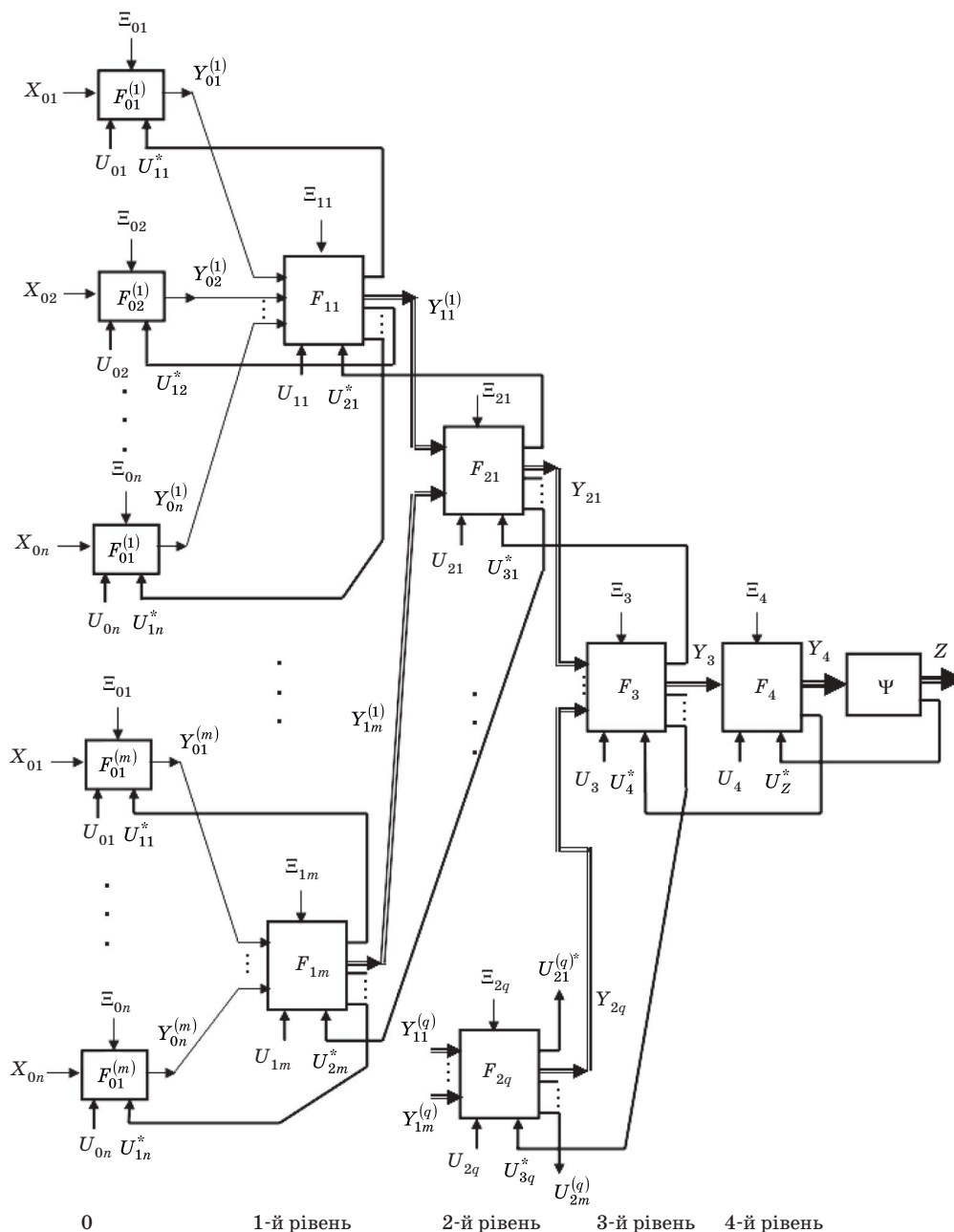


Рис 3. Ієрархічна модель управління телекомунікаційною мережею: F_{1m}, F_{2q}, F_3 — агрегуючі оператори відповідних рівнів; Y_{ij} — вихідні вектори значень відповідних рівнів; U_i — вектори управлінь

атор агрегування за q 3-го рівня управління мережею; F_4 — оператор 4-го рівня управління мережею; n — кількість мережних елементів NE в підмережі j ; m — кількість підмереж NE в мережі k ; q — кількість мереж, обслуговуваних реальною ТМН.

Складовою будь-якої складної системи управління є контроль і діагностика (КД) або моніторинг стану об'єкта управління (ОУ). Система контролю і діагностики ОУ забезпечує спеціальний вид управління з підтримання регламентованого технічного стану об'єкта спостереження. Агреговану модель системи КД можна подати як упорядковану систему множин:

$$M_{\text{КД}} = \langle T^*, E, \Theta, \Pi, \Phi, P, C, A, B \rangle,$$

де $E = \{\bar{e}_i\}_{i=1}^m$ — множина технічних станів об'єкта управління, $E \subset Q$; $\bar{e} = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in})$, e_{ij} — узагальнена ознака i -го агрегованого стану, $j = 1, \dots, n$; $\Theta = \{e_{ij}\}$, $i = 1, \dots, m$ — множина ознак усіх технічних станів; $\Pi = \{\pi_j\}_{j=1}^n$ — множина перевірок для відповідної ознаки j , $\Pi \subset U$; $T^* = \{t\}$ — множина моментів контролю t , $T^* \subset T$; Φ — оператор виходу, $\Phi: T^* \times E \times \Pi \rightarrow \Theta$; $P = \{p(e_i)\}_{i=1}^m$ — множина ймовірнісних мір; $C = \{c(\pi_j)\}_{j=1}^n$ — множина цін перевірок; $A = \{\alpha_j\}_{j=1}^n$, $B = \{\beta_j\}_{j=1}^n$ — множина помилок першого α_j і β_j другого роду перевірок π_j .

Модель об'єкта контролю і діагностики включає в себе математичні моделі справного і несправного стану технічного об'єкта:

$$Y = F_0(X, Q, T),$$

$$Y_i = F_i(X, Q, T), i \in Def,$$

де F_0, F_i — оператори відповідно справного і несправного стану ОУ; $Def = \{d_i\}$ — множина несправностей, причому $Def = \Psi(E_d)$, де E_d — множина несправних станів, $E_d \subset E$.

Як відомо контроль і діагностика в структурі управління складною системою розв'язують три основні завдання.

1. Перевірка роботоздатності об'єкта управління. За результатом цієї перевірки відбувається перехід або до застосування ОУ за прямим призначенням, або до аналізу його стану.

2. Пошук дефектних елементів в ОУ. Ідеться про встановлення первинної причини відмови або відшукування дефектних елементів.

3. Прогнозування технічного стану ОУ.

За результатами контролю та діагностики розв'язуються завдання управління. При цьому основними факторами будь-якого управління виступають

- мета управління Z^* ;
- інформація In про стан об'єкта і навколишнього середовища;
- вплив на об'єкт U ;
- алгоритм управління $\varphi, U = \varphi(In, Z^*)$.

Проте в реальних умовах ефективно та в повному обсязі знаходити розв'язання завдань управління об'єктом через їх складності, а також неповноту інформації про навколишнє середовище і стан об'єкта, неточно сформульовану мету управління, обмеженість ресурсів, дефіцит часу на ухвалення рішення та з інших причин неможливо. Саме тому складові моделі управління можуть бути сформульовані в концепціях теорії нечітких множин. Тоді залежно від конкретної ситуації модель управління можна подати як систему множин:

$$M_{УП} = \langle T, X, Y, U, \tilde{Q}, Z, L, F, \varphi, G, C, A, B \rangle, \quad (10)$$

де $\tilde{Q} = \{q/\mu(q)\}$ — нечітка множина станів; $\mu(q)$ — нечітка функція належності, $\mu(q) \in [0, 1]$; $G\{g(q)\}$ — множина нечітких мір, $g(q) \in [0, 1]$,

або

$$M_{УП} = \langle T, X, Y, \tilde{U}, \tilde{Q}, \tilde{Z}, L, F, \varphi, G, C, A, B \rangle, \quad (11)$$

де $\tilde{U} = \{u/\mu(u)\}$ — нечітка множина управляючих впливів; $\tilde{Z} = \{z/\mu(z)\}$ — нечітка множина цілей,

або

$$M_{УП} = \langle T, X, Y, \tilde{U}, \tilde{Q}, \tilde{Z}, L, F, \varphi, G, \tilde{C}, A, B \rangle, \quad (12)$$

де $\tilde{C} = \{c/\mu(c)\}$ — нечітка множина витрат.

Ієрархічна модель об'єкта управління з нечіткими складовими набирає вигляду

$$Y = F_4(F_3(F_2(F_1(X_1, \tilde{U}_1, \Xi_1), \tilde{U}_2, \Xi_2), \tilde{U}_3, \Xi_3), \tilde{U}_4, \Xi_4). \quad (13)$$

Узагальнена математична модель системи контролю і діагностики у складі системи управління за нечітких умов подається як упорядкована множина:

$$M_{КД} = \langle T^*, \tilde{E}, \Theta, \Pi, \Phi, G, \tilde{C}, A, B \rangle,$$

де \tilde{E} — множина нечітких станів об'єкта управління; \tilde{C} — множина нечітких цін перевірок або обмежень; \tilde{G} — множина нечітких мір.

Висновки

◆ З огляду на те, що контрольовані та неконтрольовані впливи й стани телекомунікаційної мережі можна, як правило, описати лише в термінах нечітких множин, уперше визначено узагальнену математичну модель ієрархічного управління та модель об'єкта контролю і діагностики за нечітких умов щодо впливів і управління.

◆ Сучасна телекомунікаційна мережа включає в себе величезну кількість пасивних та активних мережних елементів. Тому наступним кроком дослідження буде визначення підходів до побудови узагальнених моделей управління мережними елементами.

Список використаної літератури

1. *Нечеткие множества в моделях управления искусственного интеллекта* / [А. Н. Аверкин, И. З. Батыршин, А. Ф. Блишун, В. Б. Силов, В. Б. Тарасов]; под ред. Д. А. Поспелова. — М.: Наука, 1986. — 312 с.

2. *Zade, L. A. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений / Л. А. Заде // Математика сегодня.— М.: Знание, 1974.— С. 5–49.*

3. *Zadeh, L. A. Fuzzy sets / L. A. Zadeh // Information and Control.— 1965.— P. 338–353.*

4. *Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком «Телекомунікації» з дисциплін СП, ТОТСМ, ТЕСЗ.-К ДУТ 2014-700с з. іл. Бібліогр. в кінці розд. ISDN 966-575-039-9 [Електронний ресурс].— Режим доступу:*

<http://www.dut.edu.ua/ua/lib/1/category/1116/view/684>

5. *Narendra, K. S. Vek propagation in dynamical systems containing neural networks [Електронний ресурс] / K. S. Narendra, K. Parthasarathy.— Режим доступу:*

https://ac.els-cdn.com/0888613X9290014Q/1-s2.0-0888613X9290014Q-main.pdf?_tid=7c90fedc-f5d8-11e7-b7aa-0000aabb0f6c&acdnat=1515569761_83620b6a11dd5631dff6b78324e61b2e

Рецензент: доктор техн. наук, професор **В. В. Вишнівський**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Ю. В. Мельник, К. П. Сторчак

ПОСТРОЕНИЕ ОБОБЩЕННОЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ИЕРАРХИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ СВЯЗИ

Определена математическая модель иерархического управления, а также представлена модель объекта контроля и диагностики при нечетких условиях воздействий и управления.

Ключевые слова: критерии управления; модель управления; нечеткое множество; система контроля; сеть связи.

Yu. V. Melnik, K. P. Storchak

CONSTRUCTION OF A GENERALIZED NEURAL NETWORK MODEL OF HIERARCHICAL CONTROL OF A COMMUNICATION NETWORK

The article defines a mathematical model of hierarchical control and a model of the object of control and diagnostics under fuzzy conditions of impacts and control.

Keywords: management criteria; management model; fuzzy set; control system; communication network.

УДК 004.8+65.05+681.5

В. В. ВИШНІВСЬКИЙ, доктор техн. наук, професор;

Ю. І. КАТКОВ, канд. техн. наук, доцент;

С. О. СЕРИХ, канд. техн. наук, доцент,

Державний університет телекомунікацій, Київ

Роль і місце інформаційної інфраструктури під час виникнення явища критичності організаційної системи

Розглянуто загальні положення щодо організаційних систем із критичною інфраструктурою та умови реорганізації як напрямку дослідження невідповідності інфраструктури організаційної системи в результаті впливу можливих викликів або загроз, які можуть призвести до критичного стану будь-який важливий елемент цієї системи або інших систем. Виконано аналіз термінів для опису впливу на організаційну систему з критичною інфраструктурою, що викликають необхідність її реорганізації. Подано математичну модель оцінювання рівня критичності організаційної системи з критичною інфраструктурою.

Ключові слова: організаційні системи з критичною інфраструктурою; інфраструктура організаційної системи; виклики; загрози; реорганізація.

Вступ

Уся історія розвитку людського суспільства є процес удосконалення організаційних форм його діяльності, ускладнення структури організації людей і засобів виробництва внаслідок розвитку поділу суспільної праці, забезпечення органами управління взаємодії елементів складних організаційних (організаційно-технічних або організаційно-соціальних) систем через обмін ресурсами та інформацією між ними.

Початок ХХІ сторіччя характеризується новим явищем у розвитку організаційних систем — революційним упровадженням засобів телекомунікації, автоматизації та інтелектуалізації в усі процеси управління. Природно, що за умов інформатизації та інтелектуалізації суспільства виникають виклики та загрози безпосередньо для інформаційної інфраструктури будь-яких організаційних систем. Виклики та загрози стосуються деяких уразливих об'єктів (елементів організаційної системи), наслідком чого є її нестійкий стан у вигляді кризових ситуацій її функціонування. Так, для систем управління

© В. В. Вишнівський, Ю. І. Катков, С. О. Сєрих, 2017