

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Воловщиків Валерій Юрійович

УДК 519.8:681.518

**МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ
РОЗВИТКОМ КОРПОРАТИВНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**

Спеціальність 05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2008

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Годлевський Михайло Дмитрович, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», завідувач кафедри автоматизованих систем управління.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Раскін Лев Григорович, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри економічної кібернетики та маркетингового менеджменту;

доктор технічних наук, професор
Безкорвайний Володимир Валентинович, Харківський національний університет радіоелектроніки, професор кафедри системотехніки.

Захист відбудеться «12» червня 2008 року о 14-30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.07 у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», за адресою: 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

Автореферат розісланий «8» травня 2008 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Гамаюн І.П.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У сучасних умовах господарювання однією з основних задач підприємств є проблема управління розвитком для різних горизонтів планування. Рішення цієї проблеми неможливо без впровадження сучасних інформаційно-управлінських комплексів (ІУК). Корпоративні інформаційно-обчислювальні системи (КІОС) сьогодні є основою того ІУК, що інтегрує різні автоматизовані системи управління (АСУ). Впровадження останнього забезпечує інформаційно-аналітичний супровід підприємств. Проектування, планування і прогнозування перспектив розвитку підприємства повинні пов'язуватися з розвитком КІОС. Ще однією особливістю сьогоднішнього дня є наявність різних факторів ризику, що впливають на формування рішень в умовах невизначеності.

Таким чином, виникає задача створення в рамках підприємства підсистеми, яка займалася би стратегією розвитку інформаційних ресурсів підприємства, що базуються на КІОС. В даний час у наукових дослідженнях Артамонова Г.Т., Борисова А.М., Додонова О.Г., Зайченко Ю.П., Кофмана А., Орловського С.О., Цвиркуна А.Д., Янбих Г.Ф. та інших вчених недостатньо уваги приділено проблемі розробки моделей, алгоритмів і інформаційних технологій, які погоджували б проблему розвитку КІОС із задачею прийняття рішень в умовах невизначеності вихідної інформації. Обмежена кількість робіт присвячена і динамічній постановці задачі структурно-топологічного синтезу (СТС) КІОС, які враховують тільки критерій вартості і відсутні роботи, у яких ставиться динамічна задача з декількома критеріями. В існуючих роботах розглядається єдиний принцип до розвитку КІОС – принцип успадкованості, який має ряд недоліків. Усе це говорить про актуальність досліджень, наведених у дисертаційній роботі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі автоматизованих систем управління Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ») у межах державних бюджетних тем МОН України: «Розвиток прикладних аспектів методології системного підходу до автоматизованого аналізу та синтезу складних систем з використанням прогресивних інформаційних технологій» (ДР № 0100U001670); «Розробка інформаційних моделей для реалізації процедур структурного синтезу в комп'ютерно-інтегрованих системах» (ДР № 0103U001543); «Розробка інформаційно-аналітичного забезпечення процедур підтримки прийняття рішень в комп'ютерно-інтегрованих системах» (ДР № 0106U001518), де здобувач брав участь як виконавець окремих розділів.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення

ефективності управління розвитком КІОС шляхом розробки та дослідження моделей та інформаційної технології системи підтримки прийняття рішень (СППР). У ході досягнення поставленої мети розв'язані наступні задачі:

- 1) поставлено задачу управління розвитком КІОС на основі принципу неуспадкованості структур за умов нечіткої вихідної інформації;
- 2) формалізовано статичну задачу СТС КІОС та проведено її аналіз;
- 3) розроблено модель управління розвитком КІОС;
- 4) розроблено технологію формування і оцінки ступені допустимості опор-них структур КІОС та підхід щодо пошуку раціональної траєкторії розвитку КІОС;
- 5) розроблено інформаційну технологію СППР управління розвитком КІОС;
- 6) проведено перевірку працездатності моделей і інформаційної технології СППР на прикладі КІОС НТУ «ХП».

Об'єктом дослідження є процес переробки інформації в КІОС.

Предмет дослідження – моделі управління розвитком КІОС.

Методи дослідження. Досягнення мети дисертаційної роботи базується на комплексному використанні теорії нечітких множин, теорії графів та системного аналізу, програмно-цільового планування, математичного програмування для вирішення задач багатокритеріальної оптимізації та прийняття рішень.

Наукова новизна одержаних результатів. У процесі досліджень одержано нові наукові результати:

- 1) одержала подальший розвиток постановка задачі СТС КІОС за рахунок її представлення у формі математичної моделі багатокритеріальної задачі булівого програмування з урахуванням можливості невизначеності вихідної інформації;
- 2) вперше запропоновано модель управління розвитком КІОС за умов нечіткої вихідної інформації, яка базується на принципі неуспадкованості топологічних структур і дозволяє виконувати пошук раціональної траєкторії розвитку КІОС шляхом пошуку опорних станів КІОС без врахування додаткових обмежень, пов'язаних з вимогою успадкованості топологічних структур;
- 3) вперше запропоновано технологію формування та оцінки ступені допустимості опорних структур КІОС, яка дозволяє досліджувати багатокритеріальну задачу з нечітко заданою функцією, формувати аналог множини Парето ефективних альтернатив та виконувати вибір альтернативи;
- 4) одержала подальший розвиток інформаційна технологія у рамках СППР для розв'язання задачі управління розвитком КІОС, яка дозволяє отримувати відносно кожного етапу планування найбільш раціональні структури КІОС в умовах невизначеності вихідної інформації.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено моделі статичної задачі СТС КІОС та управління розвитком КІОС, для яких запропоновано технологію побудови та оцінки опорних станів КІОС і підхід щодо пошуку раціональної траєкторії розвитку КІОС на основі принципу неуспадкованості структур, що реалізовані в рамках інформаційної технології управління розвитком КІОС.

Практичне значення результатів роботи підтверджується довідкою НТУ «ХПІ» про використання розробленої СППР для управління розвитком КІОС НТУ «ХПІ». Результати досліджень, проведених у дисертаційній роботі, використовуються у навчальному процесі кафедри АСУ НТУ «ХПІ» у дисциплінах: «Математичні основи автоматизованого управління», «Теорія прийняття рішень» та «Комп'ютерні мережі».

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати, що виносяться на захист, одержані особисто здобувачем. У роботах, виконаних у співавторстві, автору належать: модель багатокритеріальної статичної задачі СТС КІОС та її аналіз; концепція СППР для СТС КІОС за умов нечіткої вихідної інформації; архітектура СППР для вирішення задачі управління розвитком КІОС; принципи формування нечіткої моделі СТС КІОС; підхід до вирішення задачі управління розвитком КІОС на основі принципу неуспадкованих структур; підхід щодо формування узагальненого нечіткого рішення, який дозволяє зменшити рівень складності аналізу рішень.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень доповідалися на: XIII, XIV, XV Міжнародних науково-практичних конференціях «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (м.Харків 2005, 2006, 2007); VII та VIII Міжнародних науково-практичних конференціях «Современные информационные и электронные технологии» (м.Одеса 2006, 2007); XIII Міжнародній науково-технічній конференції з автоматичного управління «Автоматика 2006» (м.Вінниця 2006); IX Міжнародній науково-технічній конференції «Системний аналіз та інформаційні технології» (м.Київ 2007) та наукових семінарах кафедри АСУ і кафедри системного аналізу і управління НТУ «ХПІ» (2000-2007 рр.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 13 робіт, з них 6 статей у фахових виданнях ВАК України.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків і додатків. Повний обсяг дисертації складає 201 сторінку. Робота містить 23 ілюстрації за текстом; 14 таблиць за текстом; 4 ілюстрації на 4 сторінках; 1 таблицю на 1 сторінці; 6 додатків на 39 сторінках; 163 найменування використаних джерел на 16 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано основну мету та задачі дослідження, охарактеризовано наукову новизну, наукове та практичне значення одержаних результатів, наведено інформацію про впровадження результатів роботи, їхню апробацію та публікації.

У **першому розділі** проведено аналіз проблем управління розвитком КІОС: вибір типу структурно-топологічної реалізації КІОС, вибір критеріїв оптимальності при управлінні розвитком КІОС, проблема динамічного вирішення задачі розвитку КІОС, недоліки принципу успадкованості і вплив зовнішнього середовища на формування вихідних даних та на процес прийняття рішень.

Проаналізовано існуючі моделі та алгоритми управління розвитком КІОС. Також увага приділена класичним підходам до управління розвитком складних систем і підходам до СТС КІОС.

Розглянуто підходи до формалізації невизначеності вихідних даних та виділені: стохастична, статистична, інтервальна і нечітка форми її опису.

Поставлена задача управління розвитком КІОС при нечіткій вихідній інформації для випадку неуспадкованості структур.

Другий розділ присвячено питанням вихідних передумов побудови моделей СТС при управлінні розвитком КІОС. До ключових елементів мережевої інфраструктури КІОС віднесені абонентські пункти (АП), обчислювальні центри (ОЦ), комутатори даних (КД) та канали зв'язку (КЗ). Увага приділена вибору показників ефективності функціонування та розвитку КІОС до яких віднесені: 1) витрати на КІОС, в яких виділені витрати на організацію та експлуатацію КІОС, а також штрафні виплати, пов'язані з втратою прибутку за рахунок невиконання запланованих обсягів інформаційно-обчислювальних робіт (ІОР); 2) оперативність КІОС, яка виражена у виді середнього часу затримки в передачі повідомлень між довільними вузлами КІОС; 3) структурна живучість КІОС обумовлена середньою імовірністю того, що АП залишиться підключеним до ОЦ при заданих імовірнос-тях відмовлення кожного елемента системи. Показано, що перший показник має носити динамічний характер, а два інші – статичний. Також акцентовано увагу, що для задачі дослідження доцільно враховувати, як умови визначеності, так і умови невизначеності вихідної інформації. До параметрів, які можуть носити нечіткий характер, віднесені витрати на організацію та експлуатацію КІОС. У зв'язку з цим при формуванні критерію витрат була виділена як чітка, так і нечітка складова. З урахуванням наявності нечітко визначеного показника витрат введено у розгляд його функцію належності (ФН) та розширено класичне (чітке) уявлення про оцінку ефективності функціонування і розвитку КІОС. Зокрема, увага зосереджена на новому підході, який пропонується до вирішення

задачі управління розвитком КІОС – принцип неуспадкованості структур, для якого запропоновано ввести три властивості: вкладення, часткове вкладення і повна невикладеність.

Виходячи з того, що процес прийняття рішень для задачі управління розвитком КІОС є багатоетапним, у другому підрозділі сформульована модель статичної задачі СТС КІОС щодо деякого заданого етапу планування t з тим припущенням, що вихідна інформація визначена чітко. В моделі статичної задачі введені вектора управляючих змінних, які визначають структуру КІОС з погляду наявності в ній АП, ОЦ і КД. Компоненти цих векторів представляються, як $x_{is}^t = \{0,1\}$, $y_{jq}^t = \{0,1\}$ і $z_{km}^t = \{0,1\}$. Якщо ОЦ колективного користування формують множину \hat{J}^t , то топологія мережі визначиться векторами управляючих змінних. Компоненти цих векторів представляються, як $\alpha_{ki}^{tl} = \{0,1\}$, $\beta_{kj}^{tl} = \{0,1\}$, $\gamma_{jk}^{tl} = \{0,1\}$ і $\xi_{kn}^{tl} = \{0,1\}$. Четвірка векторів задає можливість існування КЗ l -х характеристик між k -м КД на *link* і i -м АП, між k -м КД на *link* і j -м ОЦ, між j -м ОЦ і k -м КД на *uplink*, а також між k -м КД на *link* і n -м КД на *uplink*.

Тоді оперативність КІОС представлено, як

$$F_{\tau}^t = \left(\tau_{IK}^t + \tau_{JK}^t + \tau_{JK}^t + \tau_{KK}^t + \sum_{k \in K^t} \tau_k^t \right) / \left(\sum_{i \in I^t} \left(\sum_{j \in J_i^t} (h_{ij}^t - \theta_{ij}^t) + \sum_{j \in J_i^t} k_{ij}^t (h_{ij}^t - \theta_{ij}^t) \right) \right), \quad (1)$$

Витрати на організацію та експлуатацію КІОС визначено в формі

$$F_c^t = \sum_{i \in I^t} \sum_{s \in S_i^t} (a_{is}^t + \hat{a}_{is}^t) x_{is}^t + \sum_{j \in J^t} \sum_{q \in Q_j^t} (c_{jq}^t + \hat{c}_{jq}^t) y_{jq}^t + \sum_{k \in K^t} \sum_{m \in M_k^t} r_{km}^t z_{km}^t + \Phi^t \sum_{i \in I^t} \sum_{j \in J_i^t} \theta_{ij}^t + \sum_{l \in L^t} \left[w_l^t \left(\sum_{k \in K^t} \sum_{i \in I_k^t} \alpha_{ki}^{tl} d_{ki}^t + \sum_{k \in K^t} \sum_{j \in J_k^t \setminus \hat{J}^t} \beta_{kj}^{tl} d_{kj}^t + \sum_{j \in J^t} \sum_{k \in K_j^t} \gamma_{jk}^{tl} d_{jk}^t + \sum_{k \in K^t} \sum_{n \in K_k^t} \xi_{kn}^{tl} d_{kn}^t \right) \right], \quad (2)$$

Структурну живучість КІОС представлено у вигляді

$$F_p^t = \frac{1}{m(I^t)} \sum_{i \in I^t} \left(\prod_{j \in N_i^t} P_{tj}^N \cdot \prod_{l \in L_i^t} P_{tl}^L \right), \quad (3)$$

Обмеження на СТС КІОС, що визначають допустимість реалізації кожного її елемента (АП, ОЦ, КД і КЗ), представлено як (4)-(7):

$$\sum_{s \in S_i^t} x_{is}^t = 1, i \in I^t, \quad \sum_{q \in Q_j^t} y_{jq}^t = 1, j \in J^t, \quad (4)$$

$$\sum_{m \in M_k^t} z_{km}^t = 1, k \in K^t, \quad \sum_{l \in L^t} \alpha_{ki}^{tl} = 1, k \in K^t, i \in I_k^t, \quad (5)$$

$$\sum_{l \in L^t} \beta_{kj}^{tl} = 1, k \in K^t, j \in J_k^t \setminus \hat{J}^t, \quad \sum_{l \in L^t} \gamma_{jk}^{tl} = 1, j \in J^t, k \in K_j^t, \quad (6)$$

$$0 \leq \sum_{l \in L^t} \xi_{kn}^{tl} \leq 1, k \in K^t, n \in K_k^t. \quad (7)$$

Вимоги до реалізації ОЦ виражено у вигляді (8)

$$\sum_{q \in Q_j^t} y_{jq}^t \delta_{jq}^t \geq \sum_{k \in K_j^t} \sum_{l \in L^t} \gamma_{jk}^{tl}, j \in J^t, \quad (8)$$

Вимоги до реалізації КД з точки зору максимально припустимій кількості з'єднань з ним АП, ОЦ і КД на *link* представлено у формі (9)

$$\sum_{i \in I_k^t} \sum_{l \in L^t} \alpha_{ki}^{tl} + \sum_{j \in J_k^t \setminus \hat{J}^t} \sum_{l \in L^t} \beta_{kj}^{tl} + \sum_{n \in K_k^t} \sum_{l \in L^t} \xi_{kn}^{tl} \leq \sum_{m \in M_k^t} z_{km}^t \bar{u}_{km}^t, k \in K^t, \quad (9)$$

Обмеження, які визначають вимоги до КЗ, описані у формі (10)-(12):

$$\sum_{i \in N_k^t} f_{ik}^t < \sum_{m \in M_k^t} z_{km}^t \bar{u}_{km}^t, k \in K^t, \quad f_{ki}^t < \sum_{l \in L^t} \alpha_{ki}^{tl} b_{ki}^{tl}, k \in K^t, i \in I_k^t, \quad (10)$$

$$f_{kj}^t < \sum_{l \in L^t} \beta_{kj}^{tl} b_{kj}^{tl}, k \in K^t, j \in J_k^t \setminus \hat{J}^t, \quad f_{jk}^t < \sum_{l \in L^t} \gamma_{jk}^{tl} b_{jk}^{tl}, j \in J^t, k \in K_j^t, \quad (11)$$

$$f_{kn}^t < \sum_{l \in L^t} \xi_{kn}^{tl} b_{kn}^{tl}, k \in K^t, n \in K_k^t, \text{ якщо } \sum_{l \in L^t} \xi_{kn}^l = 1, k \in K, n \in K_k, \quad (12)$$

Тоді задача СТС КЮС формулюється наступним чином. Знайти ефективні альтернативи $(x^t, y^t, z^t, \alpha^t, \beta^t, \gamma^t, \xi^t, \theta^t)$, які мінімізують (1)-(2), максимізують (3) при обмеженнях (4)-(12).

В третьому підрозділі розглянуто параметри моделі (1)-(12) і проаналізовано джерела нечіткості на прикладі a_{is}^t . Для опису \tilde{a}_{is}^t в роботі пропонується використовувати ФН « \tilde{a}_{is}^t знаходиться приблизно інтервалі від $^1 a_{is}^t$ до $^2 a_{is}^t$ » та « \tilde{a}_{is}^t приблизно дорівнює $^* a_{is}^t$ ».

Третій розділ присвячено питанням розробки моделі управління розвитком КЮС за умов нечіткої вихідної інформації та технологіям її дослідження.

В основу побудови моделі покладена модель статичної задачі СТС КЮС і її аналіз. Показник витрат для t -го етапу представлено у вигляді (13), а інтегральний показник витрат у формі (14):

$$F_{\bar{c}}^t = \bar{F}_c^t + \tilde{F}_c^t + \Phi^t \sum_{i \in I^t} \sum_{j \in J_i^t} \theta_{ij}^t, \quad (13)$$

$$F_c = \sum_{t \in [1, T]} \left(\bar{F}_c^t + \tilde{F}_c^t + \Phi^t \sum_{i \in I^t} \sum_{j \in J_i^t} \theta_{ij}^t \right), \quad (14)$$

Згідно передумовам оперативність і структурна живучість представлена як:

$$F_{\tau} \left(\left\{ F_{\tau}^t, t \in [1, T] \right\} \right), \quad (15)$$

$$F_p \left(\left\{ F_p^t, t \in [1, T] \right\} \right). \quad (16)$$

Тоді задача розвитку КІОС має наступний вид. Знайти множину ефективних альтернатив $\left\{ \left(x^t, y^t, z^t, \alpha^t, \beta^t, \gamma^t, \xi^t, \theta^t \right), t \in [1, T] \right\}$, яка мінімізує (14)-(15), максимізує (16) при обмеженнях (4)-(12) відносно кожного етапу планування.

Для вирішення поставленої задачі пропонується модель управління розвитком КІОС, згідно якої треба знайти максимум (17) при обмеженнях (18):

$$\Psi(\psi) = \sum_{t \in [1, T]} \Psi^t(\psi^{t-1}, \psi^t), \quad (17)$$

$$\psi^t \in \left\{ \nu_{\pi}^t, \pi \in \Pi^t, t \in [1, T] \right\}. \quad (18)$$

Для формування опорної структури КІОС ν_{π}^t та оцінки ступені її допустимості в другому підрозділі запропоновано технологію з наступних етапів.

Етап 1. Багатокритеріальна нечітка задача (13), (1), (3)-(12) перетворюється у однокритеріальний еквівалент (13), (4)-(12), (19) за методом головного критерію:

$$F_{\tau}^t \leq \bar{F}_{\tau}^t, \bar{F}_{\tau}^t \in \left[F_{\tau}^{\min}, F_{\tau}^{\max} \right], \quad F_p^t \geq \bar{F}_p^t, \bar{F}_p^t \in \left[F_p^{\min}, F_p^{\max} \right]. \quad (19)$$

Етап 2. Нечітка задача (13), (4)-(12), (19) перетворюється до (2P-1) детермінованих еквівалентів шляхом розкладення нечітких параметрів за рівнями належності та побудови (2P-1) критеріїв (20):

$$F_{c_{\delta_p}^{\varepsilon}}^t = \bar{F}_c^t + \tilde{F}_{c_{\delta_p}^{\varepsilon}}^t + \Phi^t \sum_{i \in I^t} \sum_{j \in J_i^t} \theta_{ij}^t, \quad \varepsilon = \{1, 2, 3\}, p = \bar{1}, \bar{P}, \quad (20)$$

Етап 3. Вирішити $(2P-1)$ задач (19)-(20), (4)-(12) та сформуванати множину рішень $\left\{ \left(x_{p\varepsilon}^t, y_{p\varepsilon}^t, z_{p\varepsilon}^t, \alpha_{p\varepsilon}^t, \beta_{p\varepsilon}^t, \gamma_{p\varepsilon}^t, \xi_{p\varepsilon}^t, \theta_{p\varepsilon}^t \right), p = \overline{1, P}; \varepsilon = \{1, 2, 3\} \right\}$. Кожній з альтернатив поставити в відповідність реалізацію нечіткої функції (13) на δ_p -рівні.

Етап 4. Сформуванати аналог множини Парето ефективних альтернатив на основі множини рішень (етап 3), ґрунтуючись на різних реалізаціях (13) і відповідних δ_p -рівнях. До аналога множини Парето віднесені альтернативи, що відповідають монотонно зростаючим ділянкам ФН реалізацій нечітких параметрів.

Етап 5. Виконати вибір ефективної альтернативи з аналогу множини Парето для чого розрахувати ступінь допустимості π -ї опорної структури КІОС відносно δ_p -рівня. Під ступінню допустимості розуміється узагальнена оцінка, що деяким чином характеризує ефективну альтернативу задачі (19)-(20), (4)-(12) з погляду чисельного значення критерію (20) і відповідного йому δ_p -рівня.

Для формування узагальненої оцінки $\Lambda_{\varepsilon p}^t$ ступені допустимості альтернатив аналога множини Парето використано мультиплікативне перетворення

$$\Lambda_{\varepsilon p}^t = \left(1 - \omega_{\delta_p}^{t\varepsilon} \left(F_{c_{\delta_p}^\varepsilon}^t \right) \right) \cdot \delta_p. \quad (21)$$

Якщо визначити такі ε' і p' , що забезпечують максимум $\Lambda_{\varepsilon' p'}^t$

$$\Lambda_{\varepsilon' p'}^t = \max_{p=\overline{1, P}; \varepsilon=\{1, 3\}} \left\{ \Lambda_{\varepsilon p}^t \right\}, \quad (22)$$

то $\left(x_{p'\varepsilon'}^t, y_{p'\varepsilon'}^t, z_{p'\varepsilon'}^t, \alpha_{p'\varepsilon'}^t, \beta_{p'\varepsilon'}^t, \gamma_{p'\varepsilon'}^t, \xi_{p'\varepsilon'}^t, \theta_{p'\varepsilon'}^t \right)$ - альтернатива, рекомендована до прийняття рішень з аналога множини Парето.

В третьому підрозділі розглянуто підхід щодо пошуку раціональної траєкторії розвитку КІОС з використанням принципу неуспадкованості структур.

Етап 1. Сформуванати множину опорних структур для всіх етапів планування.

Етап 2. Для кожної пари опорних структур сусідніх етапів планування оцінити можливість прояву однієї з властивостей принципу неуспадкованості.

Етап 3. Скорегувати розмір витрат на організацію та експлуатацію КІОС відповідно положенню, що законсервовані елементи попередніх етапів можуть використовуватися на наступних. Скорегованим витратам поставити у відповідність ступінь допустимості, для корекції якого скористатися (22).

Етап 4. Побудувати інтегральну оцінку φ -го шляху розвитку КІОС. Тоді шлях, якому можна поставити у відповідність найбільше значення інтегральної оцінки, визначить номер опорних структур, які відповідають раціональній траєкторії розвитку КІОС на періоді планування $[1, T]$.

Четвертий розділ присвячено питанням розробки інформаційної технології СППР при управлінні розвитком КІОС. При реалізації інформаційної технології СППР використано середовище Borland C++ Builder 6.0, технологія HTML Help та система управління базами даних MS SQL Server 2000. Підсистема статичного синтезу (СС) призначена для формування та оцінки опорних станів КІОС для кожного етапу планування. При цьому використовується генетичний алгоритм, на окремих кроках якого реалізовано такі алгоритми, як: Прима, хвильовий, RST та інші. Оцінка опорних станів виконується на основі технології оцінки ступені допустимості опорної структури. Підсистема управління розвитком використовує результати підсистеми СС для пошуку раціональної траєкторії розвитку КІОС.

Перевірку працездатності СППР проведено на вихідній інформації для КІОС НТУ «ХПІ». Задача управління розвитком КІОС розглядається на плановому періоді 5 років (2008-2012 рр.). На теперішній час до КІОС підключено більш ніж 1000 комп'ютерів, які були об'єднані у 121 логічну групу. Прогнозовано ріст кількості комп'ютерів по рокам, у результаті чого обсяг ІОР зросте у 3.85 рази.

На основі технології формування та оцінки ступені допустимості опорних структур КІОС для кожного етапу планування сформовано по три опорних структури. При пошуку кожної структури сформовано три альтернативних її варіанта, які ввійшли до складу аналога множини Парето. Кожному з трьох варіантів поставлено у відповідність три рівня належності нечітких параметрів – 0.2, 0.6 та 1. На основі (22) виконано вибір альтернативи, пов'язаної з опорним станом КІОС. З використанням підходу до пошуку раціональної траєкторії розвитку КІОС знайдені опорні структури, які сформували траєкторію розвитку. Для кожної опорної структури виділено нові, успадковані та законсервовані елементи. Витрати на нові елементи за етапами планування зменшуються внаслідок збільшення ступені нечіткості нечітких параметрів. З ростом кількості логічних груп витрати на успадковані елементи збільшуються. За рахунок переформатування вихідної структури КІОС витрати на законсервовані елементи зростають на першому етапі, на другому етапі використовуються раніш

законсервовані елементи і витрати зменшуються, на всіх наступних етапах витрати збільшуються – менш потужні КЗ та КД замінюються більш потужними.

Рациональній траєкторії розвитку КІОС відповідає найбільше значення (17), яке формується на основі (22) та інтегральної оцінки шляху. На першому етапі ступінь допустимості дорівнює одиниці (всі параметри чіткі), на другому етапі – знижується внаслідок збільшення витрат, з третього до останнього етапу – зростає за рахунок збільшення ступені нечіткості нечітких параметрів.

Перебудова вихідної структури КІОС НТУ «ХПІ» покращила її оперативність на першому етапі планування. На наступних трьох етапах оперативність погіршується, що пояснюється постійним зростанням обсягів ІОР і повільною змінністю КЗ і КД. Покращення оперативності на останньому етапі пов'язується з введенням до експлуатації більш потужних КЗ та КД. Зменшення рівня структурної живучості на першому етапі планування пов'язано з заміною вихідної структури КІОС з одним рівнем комутації даних на реалізацію з довільною кількістю їх рівнів. Подальший ріст структурної живучості пояснюється перебудовою структури КІОС і введенням більш надійних елементів.

На перших трьох етапах відхилення від запланованих обсягів ІОР дорівнює нулю, так як для цих етапів були задані відносно великі штрафні коефіцієнти. На четвертому та п'ятому етапах штрафні коефіцієнти зменшено, що призвело до відхилення від запланованої траєкторії обсягів ІОР і до штрафів.

Розрахунки на реальній вихідній інформації підтвердили працездатність розроблених у дисертаційній роботі моделей, що дозволяють використовувати розроблену СППР для вирішення задач управління розвитком КІОС для соціально- та техніко-економічних систем різного призначення.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-практична задача розробки моделей та інформаційної технології для задачі управління розвитком КІОС. Основні результати роботи полягають у наступному:

1. Проведено аналіз проблем управління розвитком КІОС, виділено існуючі моделі та алгоритми. Розглянуто підходи до формалізації невизначеності вихідних даних. Поставлена задача управління розвитком КІОС за умов нечіткої вихідної інформації на основі принципу неуспадкованості.

2. Виділено критерії, що характеризують якість функціонування і управління розвитком КІОС за умов нечіткої вихідної інформації.

3. Формалізовано статичну задачу СТС КІОС для окремого етапу планового періоду у вигляді багатокритеріальної задачі.

4. Проведено аналіз джерел нечіткості в задачі СТС КІОС, виділено параметри, які не можуть бути описані чітко. Для формалізації останніх використано елементи теорії нечітких множин, у тому числі запропоновано два варіанти опису нечітко визначених параметрів.

5. Розроблено модель управління розвитком КІОС з урахуванням нечіткої вихідної інформації, основаної на принципі неуспадкованості структур.

6. Запропоновано формальні засоби, які дозволяють формувати опорні стани КІОС для кожного етапу планового періоду, що є основою для рішення задачі управління розвитком, та знаходити раціональну траєкторію розвитку КІОС, пошук якої заснований на принципі неуспадкованості.

7. Розроблено інформаційну технологію СППР, яка дозволяє: 1) формувати опорні структури КІОС для кожного етапу планового періоду шляхом рішення статичних задач СТС КІОС за умов нечіткої вихідної інформації; 2) виконувати оцінку ступені допустимості опорних структур КІОС на основі реалізації функції витрат і рівня належності, що відповідає її реалізації; 3) вирішувати задачу управління розвитком КІОС із використанням принципу неуспадкованості структур, на основі якої визначається раціональна траєкторія розвитку КІОС і відповідні їй опорні структури КІОС.

8. Працездатність інформаційної технології перевірено на реальній інформації, яка відображає вихідне становище КІОС НТУ «ХПІ», прогнози обсягів робіт на плановому періоді 5 років, а також прогнози впливу зовнішнього середовища на характеристики нечітких параметрів витрат.

9. Можливість застосування СППР для управління розвитком КІОС у соціально- і техніко-економічних системах різного призначення підтверджено довідкою про використання розробленої СППР для управління розвитком КІОС НТУ «ХПІ». Результати досліджень використовуються у курсах лекцій кафедри АСУ НТУ «ХПІ»: «Математичні основи автоматизованого управління», «Теорія прийняття рішень» та «Комп'ютерні мережі».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Воловщиков В.Ю. Постановка задачи нечеткой системной оптимизации с учетом доверительных интервалов значений функций принадлежности // Вісник Харківського державного політехнічного університету. – Харків: ХДПУ. - 2000. - Вип.99. - С. 23-25.

2. Воловщиков В.Ю. Подходы к решению задач системной оптимизации в условиях неопределенности исходной информации // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – Харків: Нац. Аерокосмічний ун-т “Харк. авіац. ін-т”. - 2002. – Вип.29. - С. 199-203.

3. Воловщиков В.Ю. Принципы формирования решений задач системной оптимизации при нечеткой информации с учетом специфики объекта исследования // *Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”*. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2005. - №18. – С. 33-38.

4. Годлевский М.Д., Воловщиков В.Ю. Модель статической задачи структурного синтеза корпоративной информационно-вычислительной системы // *Східно-європейський журнал передових технологій*. – Харків, 2006. -№2/2 (20). - С. 110-113.

Здобувачем запропонована математична багатокритеріальна модель статичної задачі СТС КІОС та проведено її аналіз.

5. Бабакин С.А., Воловщиков В.Ю. Система поддержки принятия решений для синтеза структуры корпоративной информационно-вычислительной системы // *Вісник Національного технічного університету “ХПІ”*. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2007. - №5. – С. 3-10.

Здобувачем запропонована концепція СППР для СТС КІОС за умов нечіткої вихідної інформації.

6. Воловщиков В.Ю. СППР управления развитием корпоративной информационно-вычислительной системы при нечеткой исходной информации // *Східно-європейський журнал передових технологій*. – Харків, 2007. -№2/2 (26). - С. 3-6.

7. Воловщиков В.Ю. Принципы формирования решений задач системной оптимизации при нечеткой информации с учетом специфики объекта исследования // *Анотації доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»*.- Харків: НТУ «ХПІ». - 2005.- С. 6.

8. Воловщиков В.Ю. Управление развитием КИВС на основе динамического программирования и принципа невложенных структур при нечетких параметрах // *Анотації доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»*.- Харків: НТУ «ХПІ». - 2006. - С. 6.

9. Годлевский М.Д., Воловщиков В.Ю. Об одном подходе к решению задачи развития КИВС на основе принципа ненаследуемых структур // *Тези доповідей XIII Міжнародної науково-технічної конференції з автоматичного управління (Автоматика-2006)*. - Вінниця: УНІВЕРУСМ-Вінниця, 2006. - С. 336.

Здобувачем запропоновано підхід до вирішення задачі управління розвитком КІОС з використанням принципу неуспадкованих структур.

10. Годлевский М.Д., Воловщиков В.Ю. Принципы построения модели структурного синтеза корпоративной информационно-вычислительной системы при нечеткой исходной информации // Труды VII Международной научно-практической конференции “Современные информационные и электронные технологии”, Том 1. – Одесса: Изд-во ОНПУ. 2006.-С. 105.

Здобувачем запропоновано принципи побудови нечіткої моделі СТС КІОС.

11. Бабакин С.А., Воловщиков В.Ю. Система поддержки принятия решений синтеза структуры информационно-вычислительной системы при нечеткой исходной информации // Анотації доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я».- Харків: НТУ «ХПИ». - 2007. - С. 6.

12. Годлевский М.Д., Воловщиков В.Ю. Архитектура системы поддержки принятия решений управления развитием корпоративной информационно-вычислительной системы // Труды VIII Международной научно-практической конференции «Современные информационные и электронные технологии». – Одесса: Изд-во ОНПУ. 2007. - С. 665.

Здобувачем запропонована архітектура СППР для вирішення задачі управління розвитком КІОС та розкрито призначення кожної введеної підсистеми.

13. Годлевский М.Д., Воловщиков В.Ю. Обобщенное нечеткое решение в задачах нечеткого математического программирования // Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції “Системний аналіз та інформаційні технології”. – К.: НТУУ “КПІ”. - 2007. - С. 98.

Здобувачем запропоновано підхід щодо формування узагальненого нечіткого рішення, який дозволяє зменшити рівень складності аналізу рішень.

АНОТАЦІЇ

Воловщиков В.Ю. Моделі та інформаційна технологія управління розвитком корпоративної інформаційно-обчислювальної системи. – Рукопис.

Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Харків. – 2008.

У дисертаційній роботі вирішена актуальна наукова задача розробки моделей і інформаційної технології (ІТ) управління розвитком корпоративної інформаційно-обчислювальної системи (КІОС) при нечіткій вихідній інформації.

Введені в розгляд критерії, що характеризують ефективність функціонування і розвитку КІОС: критерій витрат, оперативність і структурна живучість. Розроблено модель статичної задачі структурно-топологічного синтезу КІОС та проведений аналіз джерел її нечіткості.

У моделі управління розвитком КІОС у критерії витрат виділена чітка і нечітка складові. Введений у розгляд інтегральний показник функціонування КІОС. Запропоновано технологію формування опорних станів КІОС. Розроблено підхід до формування раціональної траєкторії розвитку КІОС, заснований на принципі неуспадкованості структур.

Розроблена ІТ системи підтримки прийняття рішень при управлінні розвитком КІОС. ІТ перевірена на реальній інформації КІОС Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Ключові слова: структурно-топологічний синтез, нечітка вихідна інформація, модель управління розвитком, принцип неуспадкованості, інформаційна технологія, система підтримки прийняття рішень.

Воловщиков В.Ю. Модели и информационная технология управления развитием корпоративной информационно-вычислительной системы. – Рукопись.

Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – информационные технологии. – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт». Харьков.– 2008.

В диссертационной работе решена актуальная научная задача разработки моделей и информационной технологии управления развитием корпоративной информационно-вычислительной системы (КИВС). Проведен анализ основных проблем управления развитием КИВС: выбор типа структурно-топологической реализации, выбор критериев оптимальности, проблема динамического решения задачи развития, недостатки принципа преемственности, существенное влияние внешней среды. Проанализированы модели и алгоритмы управления развитием КИВС, выделены подходы к управлению развитием сложных систем и подходы к структурно-топологическому синтезу (СТС) КИВС. Поставлена задача управления развитием КИВС с учетом нечеткой информации и принципа ненаследуемости.

Введены в рассмотрение критерии эффективности функционирования и развития КИВС: 1) затраты, в которых выделены затраты на организацию и эксплуатацию КИВС и штрафные выплаты, связанные с потерей прибыли из-за не-выполнения планируемых объемов информационно-вычислительных работ (ИВР); 2) оперативность КИВС, выраженная в виде среднего времени задержки в передаче сообщений между произвольными узлами КИВС; 3) структурная живучесть

КИВС, определяемая средней вероятностью того, что некоторый абонентский пункт останется подключенным к информационно-вычислительному ресурсу КИВС при заданных вероятностях отказа элементов системы. Модель статической задачи СТС КИВС сформулирована как модель многокритериальной задачи с булевыми переменными. Анализ источников ее нечеткости выделил параметры затрат, которые могут быть нечеткими. Предложены варианты их описания.

Модель управления развитием КИВС при нечеткой исходной информации рассмотрена, как обобщение модели статической задачи, для которой расширено представление критерия затрат путем выделения четкой и нечетко определенных составляющих. Показано, что критерий затрат является динамическим, а критерии оперативности и структурной живучести – статическими. Введен в рассмотрение интегральный показатель функционирования КИВС. С целью формирования опорных состояний, являющихся основой построения рациональной траектории развития КИВС, предложена технология исследования многокритериальной статической нечеткой задачи СТС КИВС. В ее основу положено понятие аналога множества Парето эффективных альтернатив, раскрыт принцип его формирования, предложена схема выбора альтернативы, которая связывается с искомым опорным состоянием КИВС. Разработан подход к формированию рациональной траектории развития КИВС, основанный на принципе ненаследуемых структур и введенных свойств вложение, частичное вложение и полная невложенность. Для последних определен механизм выделения унаследованных и законсервированных элементов.

Разработана информационная технология (ИТ) системы поддержки принятия решений (СППР) для задачи управления развитием КИВС. ИТ позволяет: 1) формировать опорные состояния КИВС; 2) проводить оценку степени допустимости опорных состояний; 3) выполнять поиск рациональной траектории развития КИВС и соответствующих ей опорных состояний КИВС. ИТ проверена на полноразмерной тестовой информации, отражающей исходное состояние КИВС Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», прогнозы изменения объемов ИВР на плановом периоде 5 лет и влияния внешней среды на характеристики нечетких параметров. В итоге подтверждена ее работоспособность, что позволяет рекомендовать СППР для внедрения в системах различного назначения, реализующих в своей структуре КИВС.

Ключевые слова: структурно-топологический синтез, нечеткая исходная информация, модель управления развитием, принцип ненаследуемости, информационная технология, система поддержки принятия решений.

Volovshchykov V.Y. Models and Information Technology of Development Management of Enterprise Information System. – Manuscript.

Thesis for a candidate's degree by speciality 05.13.06 - information technologies. - National Technical University «Kharkiv Polytechnical Institute». Kharkiv. – 2008.

An urgent scientific task of models elaborating and information technology (IT) of management enterprise information system (EIS) development at the fuzzy initial information is solved.

The criteria describing efficiency of functioning and development EIS: criterion of expenses, efficiency and structural survivability into consideration are entered. The model of a static task of structural-topological synthesis EIS is developed and the analysis of its fuzzy sources is lead.

A precise and fuzzy expenses's component into model of development management of EIS is allocated. The integrated parameter of functioning EIS into consideration is entered. The technology of formation of basic conditions EIS is offered. The approach to formation of a rational trajectory of development EIS, based on a principle of nonheritable structures is developed.

The IT of decision-making support system at management of development EIS is developed. The IT at real information of the EIS of National Technical University «Kharkiv Polytechnical Institute» is checked.

Key words: structural-topological synthesis, fuzzy initial information, a principle of nonheritable, information technology, decision-making support system.