

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Возна Наталія Ярославівна

УДК 681.325.36

**ФОРМУВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ РУХУ СТРУКТУРИЗОВАНИХ ДАНИХ
В БАГАТОРІВНЕВИХ РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ
СИСТЕМАХ**

05.13.05 - "Комп'ютерні системи та компоненти"

**АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Тернопіль - 2009

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Тернопільському національному економічному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор
Николайчук Ярослав Миколайович,
Тернопільський національний економічний
університет, професор кафедри спеціалізованих
комп'ютерних систем

Офіційні опоненти - доктор технічних наук, старший науковий
співробітник **Алішов Надір Ісмаїлович**,
Інститут кібернетики ім.В.М.Глушкова НАН України,
ведучий науковий співробітник;

доктор технічних наук, професор
Поморова Оксана Вікторівна,
Хмельницький національний університет,
професор кафедри системного програмування.

Захист відбудеться *"01" липня 2009 р.* о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 58.082.02 у Тернопільському національному економічному університеті (46020, м. Тернопіль, вул. Львівська, 11).

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Тернопільського національного економічного університету (46020, м. Тернопіль, вул. Львівська, 11)

Автореферат розісланий *"30" травня 2009 р.*

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради

Яцків В.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В умовах інтеграції України до світової економіки перед державою та науковцями стоять великі завдання розвитку інформаційних технологій та інформатизації всіх галузей промислового виробництва. Одним з недоліків інформаційного забезпечення сучасних комп'ютеризованих систем (КС) є просторова та часова роздільність інформаційних потоків, технологіко-економічних та собівартісних даних, а також практична відсутність інформаційної технології побудови багаторівневих моделей руху даних (БМРД) розподілених комп'ютеризованих систем (РКС).

Тому задача підвищення ефективності та оптимізації параметрів методів формування, перетворення та організації руху структуризованих даних (СД) в РКС є актуальною.

Перспективною науково-прикладною задачею при створенні та впровадженні комп'ютерних засобів формування СД є розвиток ефективних методів сумісного кодування технологіко-економічних даних на основі теоретико-числових перетворень. Успішне вирішення названого класу задач може бути досягнуто за рахунок раціонального використання математичного апарату та системних можливостей теоретико-числових базисів (ТЧБ), наприклад: Хаара, Крейга, Уолша, Крестенсона, Галуа.

Сучасні РКС реального часу базуються на широкому використанні програмно-апаратних засобів комп'ютерних систем та мереж. Аналіз світової практики застосування РКС показує, що в загальному об'ємі інформаційних потоків технологіко-економічні дані займають 20-40%. При цьому об'єм СД, які циркулюють в комп'ютерній мережі, на 1-2 порядки більший по відношенню до власної ентропії джерел інформації. Тому розробка теоретичних основ побудови формалізованих ідентифікаторів технологіко-економічних даних дозволить суттєво зменшити об'єми потоків даних на низових рівнях РКС.

Значний вклад у розвиток та вдосконалення теорії формування та цифрової обробки даних внесли відомі зарубіжні вчені: К. Шеннон, Б. Гоулд, Ч. Рейдер, В. Фрітч, Л. Рабінер, І. Уолш, Т. Харрісон, А.Н. Колмогоров, Дж. Мартін.

В останні роки ефективно почали реалізовуватися складні алгоритми формування та цифрового опрацювання повідомлень, а також діагностування РКС, розроблені науковими школами вчених України в галузі інформаційних технологій: А.А. Харкевича, В.М. Глушкова, О.В. Палагіна, В.П. Боюна, Б.М. Малиновського, В.М. Локазюка, Я.М. Николайчука.

Одним з перспективних напрямків розвитку теорії РКС є розробка ефективних засобів моделювання архітектур та процесів руху даних в РКС на основі багаторівневих матричних моделей руху даних (ММРД). Теоретичною основою для розвитку ефективного рішення такого класу задач є наукові дослідження В.К. Стеклова, М.П. Дивака, О.В. Поморової, І.Р. Пітуха.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами.

Представлені в дисертації дослідження виконані в рамках плану наукових досліджень, що проводились кафедрою спеціалізованих комп'ютерних систем

факультету комп'ютерних інформаційних технологій
Тернопільського національного економічного університету:

– за темою НДР “Розробка теорії, методології та побудови технічних засобів спеціалізованих комп'ютерних систем”, № 0102U00576A, СКС–63–02 “К” (2002-2006р.);

– Dynamically Reprogrammable Network Capable Application Processor with Internet Capability, №FSTMCRDF UKC2-005073-KV-07 (2007-2008p.)

Мета та завдання дослідження.

Метою роботи є вирішення актуальної науково-технічної задачі розвитку методів та засобів формування СД та моделювання руху даних в РКС реального часу на основі ТЧБ та багаторівневих матричних моделей руху даних.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

– проаналізувати методи формування СД та організації руху потоків даних у РКС, визначити перспективні методи їх структуризації у вигляді фреймів;

– розробити критерії оптимізації процесів формування алфавітно-цифрових, технологічно-економічних та структуризованих даних;

– розробити метод синтезованого формування алфавітно-цифрових та структуризованих даних;

– розробити метод побудови сукупності багаторівневих моделей руху даних розподілених комп'ютеризованих систем реального часу на основі подальшого вдосконалення принципів формалізації атрибутів граф-алгоритмічних моделей руху даних та ідентифікованих епюр руху даних;

– формалізувати закони доцільності вдосконалення РКС та ідентифікованих циклів руху даних;

– розробити критерії та дослідити інформативність сукупності моделей руху даних РКС;

– розробити мобільні апаратно-програмні засоби синтезованого вводу СД для низових рівнів РКС.

Об'єкт дослідження – процеси синтезованого формування, перетворення, моделювання та організації руху СД у РКС реального часу.

Предмет дослідження – методи та апаратно-програмні засоби формування, перетворення та організації руху СД в РКС.

Методи дослідження. Основні наукові результати і висновки отримані на основі теорії інформації, теорії кодування, теорії моделювання складних систем та теорії основ ТЧБ, методів формалізованого подання даних та законів доцільності вдосконалення комп'ютерних систем.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Розроблено новий метод формування структуризованих даних на основі фреймів у базисі Крестенсона, які об'єднують технологічні, алфавітно-цифрові дані та моделі об'єктів управління, що дозволило зменшити об'єми інформаційних потоків, покращити характеристики їх обробки та формалізації моделей руху даних в розподілених комп'ютеризованих системах.

2. Вперше запропонований метод побудови багаторівневих моделей руху даних РКС реального часу, який характеризується розширеними функціональними можливостями ідентифікації руху даних в активних вузлах

комп'ютерних систем, що дозволило покращити на 40% інформативність моделей руху даних проєктованих та діагностованих комп'ютерних систем.

3. Отримані аналітичні залежності та досліджена інформативність моделей руху даних багаторівневих РКС, що дозволило покращити ефективність проєктування та діагностування складних комп'ютерних систем.

4. Вперше розроблено метод синтезованого формування алфавітно-цифрових та структуризованих даних на основі критеріїв оптимізації характеристик засобів вводу даних, який дозволив підвищити ефективність формування даних більш, як в 2 рази на низових рівнях РКС та покращив параметри фреймів, які об'єднують технологічні та собівартісні показники технологічних процесів.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Розроблено апаратно-програмні засоби формування СД на основі запропонованої синтезованої клавіатури, що дозволило майже на порядок знизити габарити, вартість, забезпечити мобільність та підвищити ефективність засобів формування даних на низових рівнях РКС.

2. Реалізовані методи та програмне забезпечення побудови багаторівневих ММРД, граф-алгоритмічних моделей та ідентифікованих циклів руху даних КС, які дозволили покращити на 1-2 порядки оперативність та пришвидшити проєктування складних багаторівневих РКС.

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати дисертаційного дослідження отримано автором особисто. У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, автору належить: узагальнена архітектура низової обчислювальної мережі та таблиця взаємодії системних об'єктів з врахуванням середовища їх руху, а також атрибути моделей спеціалізованих комп'ютерних систем, які враховують їх моно- та поліфункціональність [3]; класифікація та методологія побудови інформаційних моделей руху даних у вигляді вкладених матричних моделей багаторівневих КС [2]; запропонований критерій ефективності руху даних, який по відношенню до відомої оцінки одиниці руху даних враховує ступінь використання ресурсів в активних вузлах комп'ютерної системи, розроблена система атрибутів модифікованих матричних моделей руху даних [4]; запропонована систематизація системних оптимізаційних характеристик у вузлах двомірної матричної моделі РКС [5]; формалізація законів доцільності вдосконалення законів РКС [6].

Апробація результатів дисертації.

Основні результати дисертаційної роботи доповідались на:

- міжнародній конференції Modern Problems of Telecommunications, Computer Science and Engineers Training. – Львів-Славське, 2002;
- міжнародній науково-практичній конференції „Автоматизація виробничих процесів” – Хмельницький, 2002;
- VII міжнародній науково-технічній конференції CADSM 2003 „Досвід розробки та застосування приладо-технологічних САПР в мікроелектроніці”, Львів-Славське, 2003;
- міжнародній конференції „Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та комп'ютерної інженерії” TSET 2004, Львів-Славське, 2004;
- VIII міжнародній науково-технічній конференції CADSM 2005 „Досвід розробки та застосування приладо-технологічних САПР в мікроелектроніці”,

Львів-Поляна, 2005;

- четвертій міжнародній науково-практичній конференції „Комп’ютерні системи в автоматизації виробничих процесів – Хмельницький, 2005;

- III International conference on Optoelectronic Information Technologies “PHOTONICS-ODS 2005”, Вінниця, 2005;

- міжнародній конференції “Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and applications” IDAACS 2005. – Sofia, Bulgaria, 2005;

- міжнародній конференції „Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікації та комп’ютерної інженерії” TSET 2006, Львів-Славське, 2006;

- п’ятій міжнародній науково-практичній конференції «Комп’ютерні системи в автоматизації виробничих процесів» МНПК КСАВІ-2007, Хмельницький, 2007;

- міжнародній науково-технічній конференції «Комп’ютерні системи та мережні технології», Київ, 2008;

- проблемно-науковій міжгалузевій конференції "Інформаційні проблеми комп’ютерних систем, юриспруденції, економіки та моделювання" ПНМК-2008, Бучач, 2008;

- дев’ятій міжнародній науково-технічній конференції "Штучний інтелект. Інтелектуальні системи - 2008", Кацівелі, АР Крим, Україна, 2008;

- міжнародній конференції "Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем" ТАAPSD’2008, Київ, Чернігів, 2008.

Публікації. Результати дисертаційної роботи в повному обсязі опубліковані в 21 друкованій праці автора, з них 9 статей, в тому числі - 4 статті одноосібні, у фахових виданнях, 1 патент України, 1 монографія у співавторстві та 10 матеріалів доповідей на науково-технічних конференціях.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 240 сторінок, з них 136 сторінок основного тексту, і включає 76 рисунків, 20 таблиць, 8 додатків, список використаних джерел із 161 найменування.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, визначено її зв’язок з науковими програмами, темами. Сформульовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, а також показана їх апробація і публікації.

У першому розділі проведений аналіз теоретичних основ та критеріїв ефективності методів та апаратних засобів аналого-цифрового перетворення технологічних даних на низових рівнях РКС.

Загальним недоліком існуючих типів багатоканальних аналого-цифрових перетворювачів (БАЦП), які випускаються відомими фірмами Analog Device, Fairchild Semiconductor, ST Microelectronic, ON Semiconductor, Burr Brown, Lineal Technologies, є використання базису Радемахера та відсутність захисту від помилок, що обмежує їх функціональні можливості та ефективне застосування на низових рівнях РКС.

На основі аналізу інформаційних характеристик аналітичних виразів техніко-економічних даних (ТЕД), які формуються на низових рівнях РКС, встановлено,

що середньостатистичні об'єми даних аналітичних виразів, їх алфавітно-цифрових ідентифікаторів та ідентифікаторів на мові високого рівня, складають відповідно 18,5%, 59,5%, 22%.

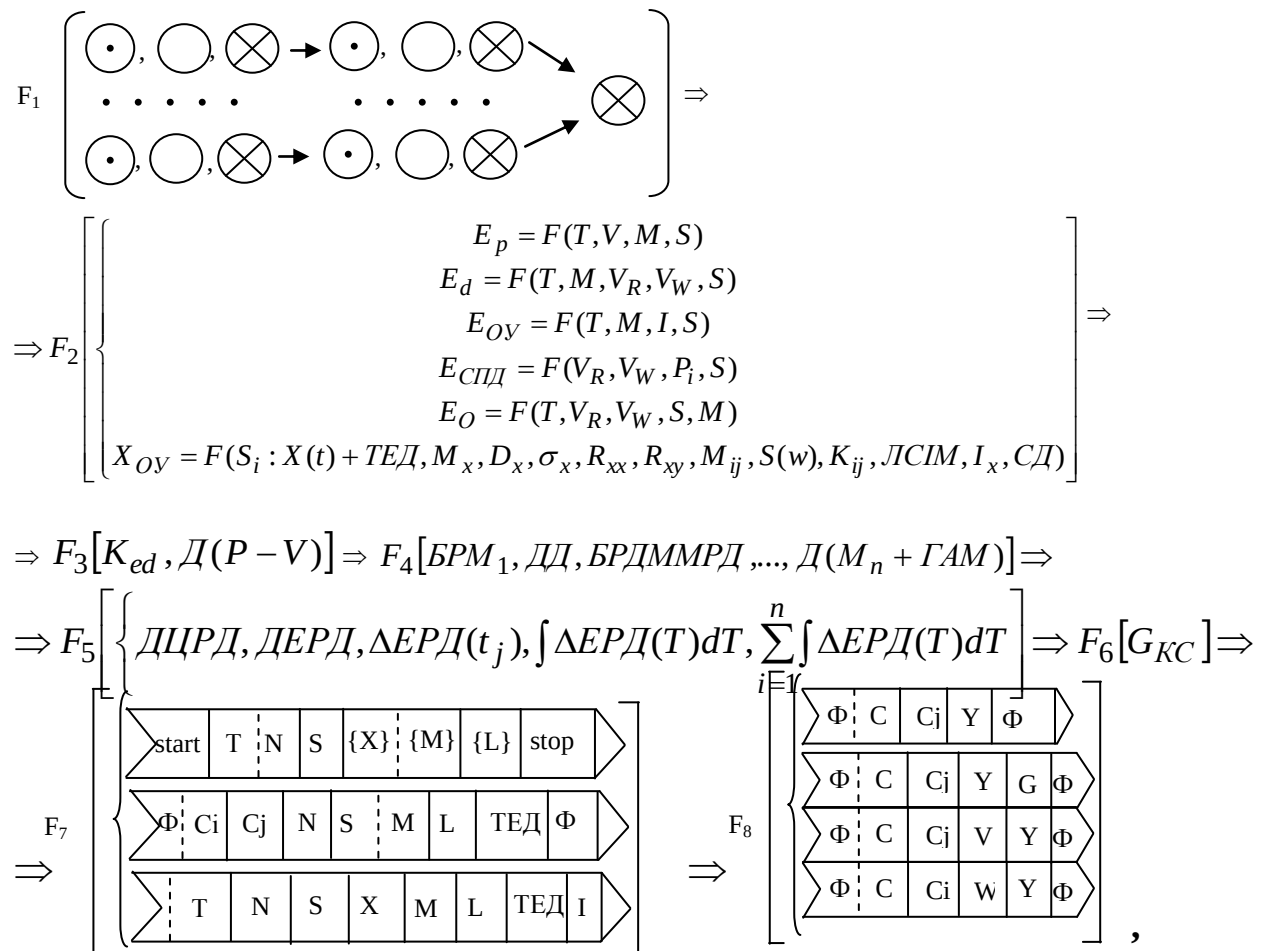
Таким чином, існуючі методи формування та кодування на основі СД показників ТЕД потребують вдосконалення, що є актуальною дослідницькою задачею.

Досвід експлуатації персональних мережевих та мобільних комп'ютерів визначив практику застосування на верхніх рівнях РКС багатьох модифікацій багатоклавішних засобів вводу алфавітно-цифрових даних.

Проведений аналіз світового досвіду розробки та проблемної орієнтації апаратно-програмних засобів вводу даних демонструє широкий спектр існуючих рішень, а також виражені тенденції до зменшення габаритів та числа функціональних клавіш клавіатур. При чому при реалізації повногабаритних та малогабаритних клавіатур практично не застосований принцип синтезованого формування символів, які вводяться в КС широкого класу.

На основі існуючого підходу, розробленого Пітухом І.Р організації руху даних в однорівневих РКС, автором запропонований метод та інформаційна технологія формування та організації руху структуризованих даних в багаторівневих РКС на основі функціоналів алгоритмів.

Суть запропонованого методу формування та організації структуризованих даних в багаторівневих РКС полягає у послідовному виконанні функцій наступних алгоритмів:



де $\odot$ $\bigcirc$ $\otimes$ - відповідно атрибути джерела, пункту оброблення та пункту затвердження даних; $E_p, E_d, E_{OU}, E_{СПД}, E_O$ - відповідно характеристики системних об'єктів РКС; T - час, V - швидкодія, M - об'єм використовуваної пам'яті, S - системні ресурси; $X(t)$ - технологічні параметри, M_x - математичне сподівання, D_x - дисперсія, σ_x - середньоквадратичне відхилення, R_{xx} , R_{xy} - автокореляційна та взаємкореляційна функції, M_{ij} - матриця коефіцієнтів взаємкореляції, $S(w)$ - спектральні моделі, K_{ij} - матриця імовірностей, $ЛСИМ$, I_x - логіко-статистична та ентропійна моделі; K_{ed} - коефіцієнт ефективності руху даних, $P - V$ - собівартість руху даних; M_1 - матрична модель руху даних, $ДД$ - диференційовані дані, M_n - похідні моделі; $ЕРД$, $\Delta EPД(t_j)$, $\int \Delta EPД(T) dT$, $\sum_{i=1}^n \int \Delta EPД(T) dT$, $G_{КС}$ - відповідно сигнальна, диференціальна, інтегральна, сумарна інтегральна та глобальна епюри ефективності КС.

Новизна запропонованого методу формування та організації руху потоків даних в багаторівневих РКС полягає у розширенні та вдосконаленні функцій організації руху даних на основі:

- побудови багаторівневої матричної моделі руху даних;
- розширення функцій формування СД шляхом сумісного кодування технологічних даних $x(t)$ та ТЕД при заданих квазістаціонарних станах ОУ (S_i), а також реалізація апаратно-програмних засобів синтезованого вводу алфавітно-цифрових даних;
- формування мінімально надлишкових та захищених від помилок фреймів СД у базисі Крестенсона, які формуються, передаються та обробляються в реальному часі в РКС;
- диференціація собівартісних характеристик руху даних в активних вузлах

ММРД $D(P - V) = \sum_{i=1}^m P_i - \sum_{j=1}^n V_j$, де m, n - відповідно число компонентів прибутків

та витрат в активному вузлі МРД;

- розширення класу моделей руху даних (МРД) до рівня багаторівневих МРД (БМРД);
- розширення сукупності похідних моделей руху даних шляхом включення в їх склад важливого класу граф-алгоритмічних моделей (ГАМ).

Теоретичне обґрунтування реалізації функціоналів, їх моделювання та аналіз, а також оцінка ефективності запропонованих методів формування та організації руху структуризованих даних в РКС є постановкою задачі та предметом дослідження даної дисертації.

У другому розділі проведені теоретичні та експериментальні дослідження методу та критеріїв ефективності формування СД в комп'ютеризованих системах на основі методології синтезу комп'ютеризованої системи згідно системи обмежень показників якості $K_1, \dots, K_i, \dots, K_m$, що задовольняють умови:

$$K_i \geq 0 \ (i = 1, 2, \dots, m), \quad \sum_{i=1}^m K_i = \min, \quad \sum_{i=1}^m K_i = 0; \quad \sum_{i=1}^m \alpha_i \cdot K_i = \min, \quad \text{коефіцієнти}$$

α_i визначають значимості числових векторних оцінок якості системи.

Для реалізації функціоналу, який описує характеристики об'єкта управління $X_{OU} = F(S_i : X(t) + TEД, M_x, D_x, \sigma_x, R_{xx}, R_{xy}, M_{ij}, S(w), K_{ij}, ЛСИМ, I_x, СД)$,

в роботі проведена систематизація моделей об'єктів управління КС, які включають математичні та продукційні моделі статистичних та кореляційних характеристик об'єктів, а також досліджені характеристики квазістаціонарних об'єктів управління (ОУ), які відповідають умові $(M_x, D_x, \delta x, R_{xx}, S_{(\omega)}, I_x) \Rightarrow \text{var}(t)$.

Для обґрунтування алгоритмів та реалізації відповідних спецпроцесорів формування СД на низових рівнях РКС проведено дослідження кодових матриць теоретико-числових базисів Крестенсона та Галуа. В результаті запропоновані структури алгоритмів формування СД на основі цілочисельного та досконалого нормалізованого перетворення залишкових класів, дослідження складності яких приведені на рис.1.

$$\left. \begin{array}{l} x_1(t) \rightarrow x_{i1} \rightarrow p_1 \rightarrow b_1 \\ x_2(t) \rightarrow x_{i2} \rightarrow p_2 \rightarrow b_2 \\ \dots \\ x_j(t) \rightarrow x_{ij} \rightarrow p_j \rightarrow b_j \\ \dots \\ x_m(t) \rightarrow x_{im} \rightarrow p_{k-1} \rightarrow b_{k-1} \\ D_i \rightarrow p_k \rightarrow b_k \end{array} \right\} N_k = \text{res} \sum_{j=1}^k b_j B_j (\text{mod } P);$$

$$\left. \begin{array}{l} x_1(t) \rightarrow x_{i1} \rightarrow p_1 \rightarrow [b_1]_0 \\ x_2(t) \rightarrow x_{i2} \rightarrow p_2 \rightarrow [b_2]_0 \\ \dots \\ x_j(t) \rightarrow x_{ij} \rightarrow p_j \rightarrow [b_j]_0 \\ \dots \\ x_m(t) \rightarrow x_{im} \rightarrow p_{k-1} \rightarrow [b_{k-1}]_0 \\ D_i \rightarrow p_k \rightarrow [b_k]_0 \end{array} \right\} \{N_k\}_0 = \text{res} \sum_{i=1}^k [b_i]_0 (\text{mod } 1)$$

$$B_j = \frac{P}{p_j} m_j = 1 (\text{mod } P_j), \quad b_i = \text{int } \text{res}[N_k]_0 (\text{mod } 1) \cdot P,$$

де $x_j(t)$ - аналогові дані телеметрії; x_{ij} - цифрові дані телеметрії; D_i - ТЕД;

$p_1, p_2 \dots p_k$ - система взаємно простих модулів; $b_1, b_2 \dots b_j \dots b_k$ - набір найменших невід'ємних залишків; B_j - система ортогональних базисів системи залишкових класів (СЗК), $[N_k]_0$ - код - фрейм СД низового рівня РКС.

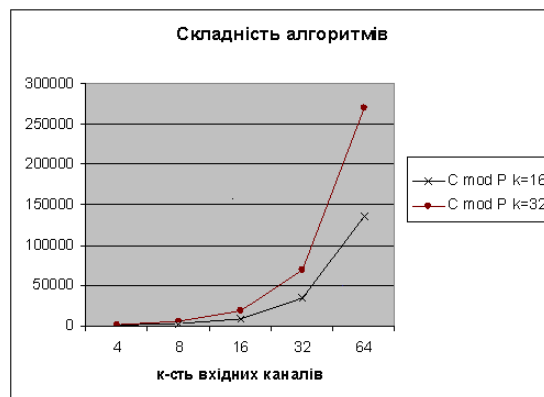


Рис.1. Складність алгоритмів методів формування СД у базисі Крестенсона.

З рис.1 видно, що алгоритм обчислення залишку $\text{res} (\text{mod } 1)$ у базисі Крестенсона характеризується суттєвими перевагами по швидкодії та апаратно-програмній складності по відношенню до алгоритму $\text{res} (\text{mod } P)$, що є важливою

перевагою його застосування на низових рівнях РКС шляхом використання спеціалізованих процесорів та контролерів, які призначені для роботи в промислових умовах при дії впливів вібрації, широкого діапазону температур, вибухонебезпечності, мобільного виконання та ін. факторів.

З метою оптимізації характеристик вдосконалення РКС проведений аналіз, формалізація та побудова продукційних моделей законів доцільності, в тому числі: фрактальності, Гроша, тах прибутку, якості та собівартості.

Розроблені критерії ефективності та досліджені системні характеристики клавіатур для вводу алфавітно-цифрових даних згідно параметрів: число символічних клавіш – N_s ; число функціонально-регістрових клавіш – N_f ; відносні габарити по вертикалі та горизонталі – l, L ; число генерованих символів – N_0 ; число біт на один символ – b ; число символів на одній клавіші – S ; число натискань клавіші при формуванні одного символу – n (рис.2, рис.3, де 1 – калькулятори, 2 – мобільні телефони, 3 – комп'ютери, 4 – синтезована клавіатура).

В якості критеріїв ефективності клавіатури використані мультиплікативно-адитивні вирази: $k = \frac{N_s \cdot 8 + N_f \cdot \alpha}{l \cdot L \cdot S \cdot n}$, $K_i = \frac{N_0}{N_j}$, $P_k = \frac{1}{S} \cdot N_0 \cdot K_i$, де α - коефіцієнт інформативності функціональних клавіш $1/N_f \leq \alpha \leq 1$, $N_j = N_s + N_f$.

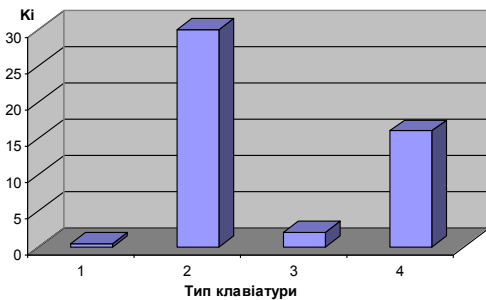


Рис.2. Коефіцієнт навантаження на одну клавішу.

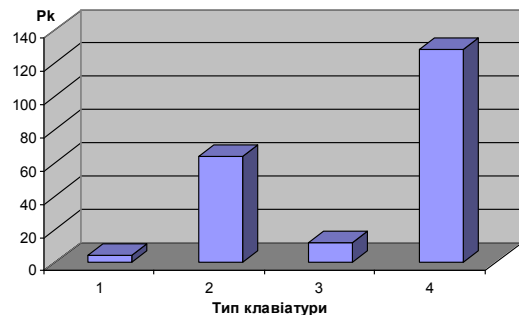


Рис.3. Коефіцієнт ефективності клавіатури.

З рис.2 видно, що найбільше інформаційне навантаження на одну клавішу реалізовано в мобільних телефонах, близька до оптимальної характеристика запропонованої синтезованої клавіатури, низька - для калькуляторів та стандартних клавіатур комп'ютерів.

З метою зменшення габаритів, підвищення швидкодії вводу алфавітно-цифрових даних та оптимізації характеристик клавіатури розроблений метод синтезованого формування символів.

Суть методу полягає в тому, що синтезована клавіатура реалізується з допомогою обмеженого числа клавіш, які при введенні окремих символів даних натискаються не більше 2-х разів, а сигнали клавіш символів сегментних елементів g_1, g_2 обробляються логічною схемою АБО ($g_1 \vee g_2$), які разом з іншими сигналами сегментів a, b, c, d, e, f, k є вихідними сигналами клавіш пристрою (рис.4).

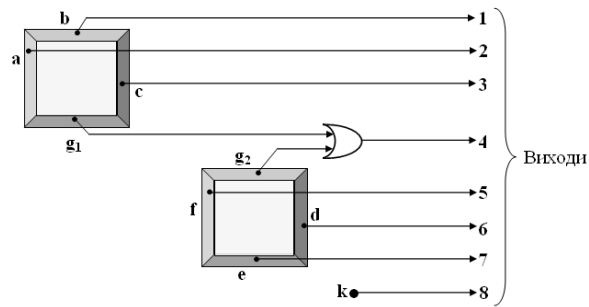


Рис.4. Структурна схема пристрою логічної обробки сегментних символів.

У третьому розділі розроблена математична формалізація та технологія побудови матричних моделей руху даних багаторівневих РКС.

Формалізація опису та реалізація сукупності моделей на прикладі трирівневої РКС приведені на рис.5 - рис.12. Запропонована формалізація багаторівневої модифікованої матричної моделі руху даних:

$$R.Z_k = R.D_i O_j . a . b . C_k . M_k . d_k (P_k - V_k), \quad (2)$$

де R – номер підсистеми; $D_i O_j$ – ідентифікатор активного вузла ММ підсистеми КС; $a.b.$ – часові параметри початку та тривалості виконання операції; C_k – тип носія, операції та каналу передавання даних; M_k – тип моделі джерела інформації, документа, алгоритму обробки даних; d_k – час передавання інформації; $P_k - V_k$ – відповідна диференційована собівартість руху даних.

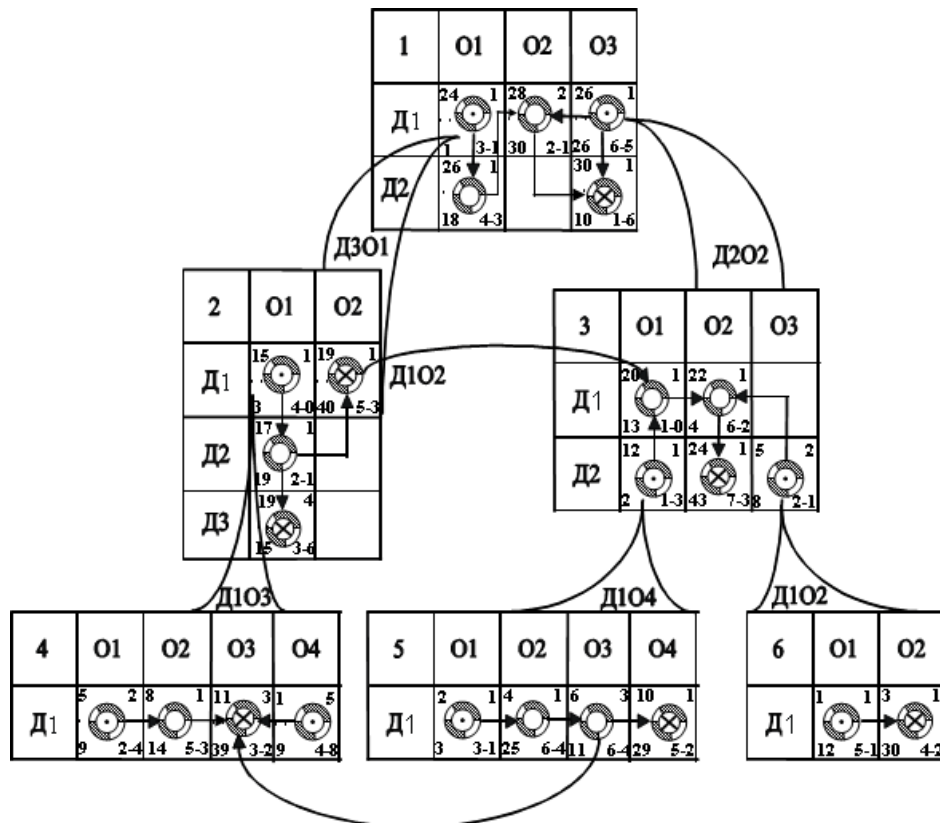


Рис.5. Багаторівнева матрична МРД.

БММРД дозволяє формалізовано отримати сукупність похідних моделей руху даних (рис.6 – рис.11):

1. Цикли руху даних багаторівневої РКС:

$$K.D_iO_j \Rightarrow K.D_iO_j \Rightarrow \dots K.D_iO_j.$$

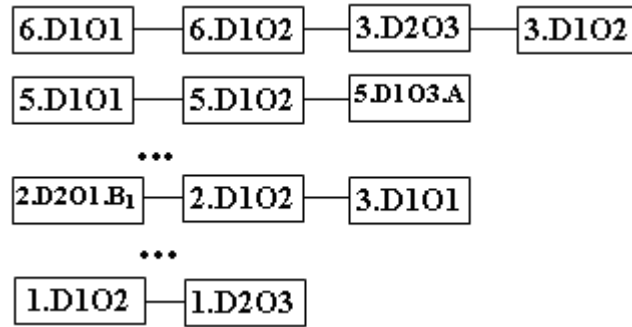


Рис.6. Цикли руху даних.

2. Модель "Граф – розгалужене дерево":

$$6.D1O1 \in 6.D1O2$$

$$5.D1O1 : D1O2 : D1O3 \in 5.D1O4$$

$$\left. \begin{array}{l} 4.D1O1 : D1O2 \\ 4.D1O4 \\ 5.D1O1 : D1O2 \end{array} \right\} \in 4.D1O3;$$

$$\left. \begin{array}{l} 2.D3O1 : 1.D1O1 : D2O1 : D1O2 \\ 3.D2O2 : 1.D1O3 \\ 3.D2O2 : 1.D1O3 : D1O2 \end{array} \right\} \in 1.D2O3;$$

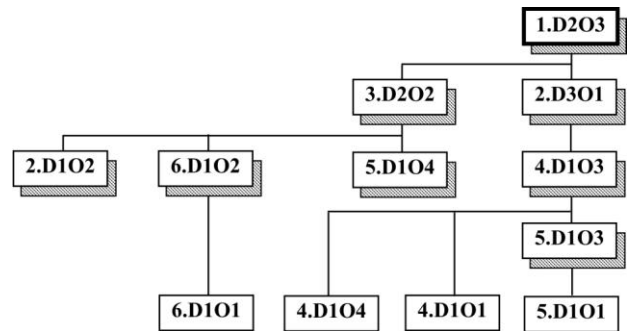


Рис.7. Багаторівнева модель "Граф – розгалужене дерево".

3. Багаторівнева параметрична часова модель:

$$K.D_iO_j.d.b_{ij}.$$

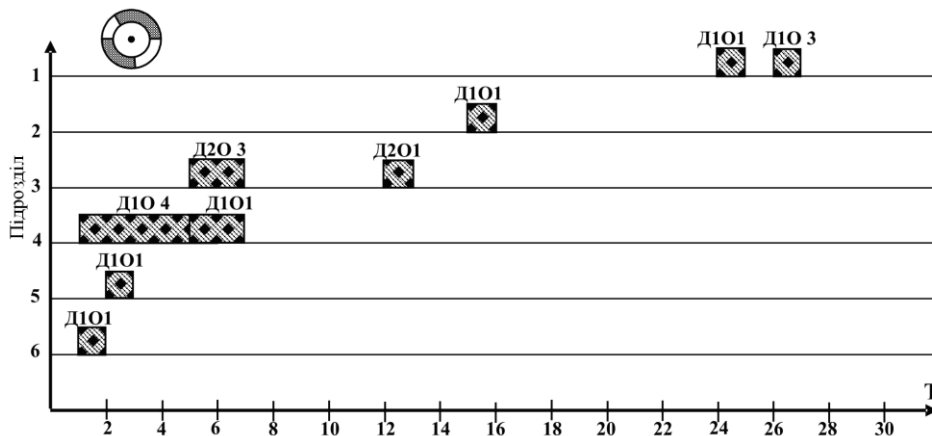


Рис.8. Багаторівнева параметрична часова модель для джерел інформації.

4. Структурно-часова модель:

$$D_iO_j.1 : D_iO_j.2 \wedge (D_iO_j.1 \wedge \dots D_iO_j.2 : D_iO_j.2) : D_iO_j.3 : D_iO_j.3.$$

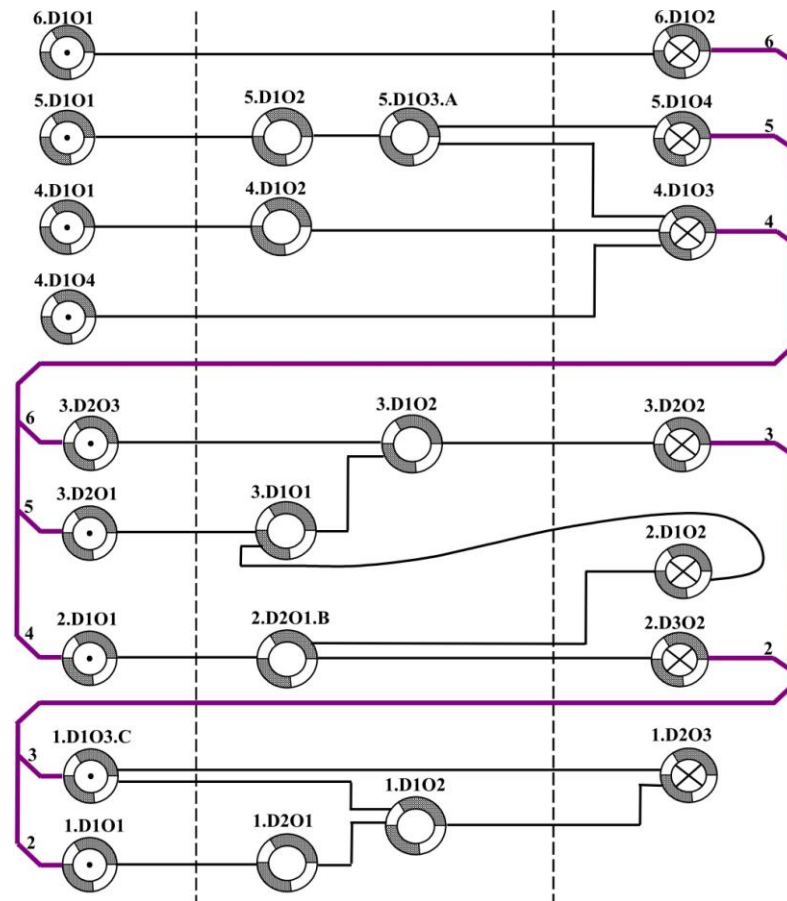


Рис.9. Структурно-часова модель.

5. Багаторівнева модель "мережевий графік":

$$K.D_iO_j.d.A_{ij}.$$

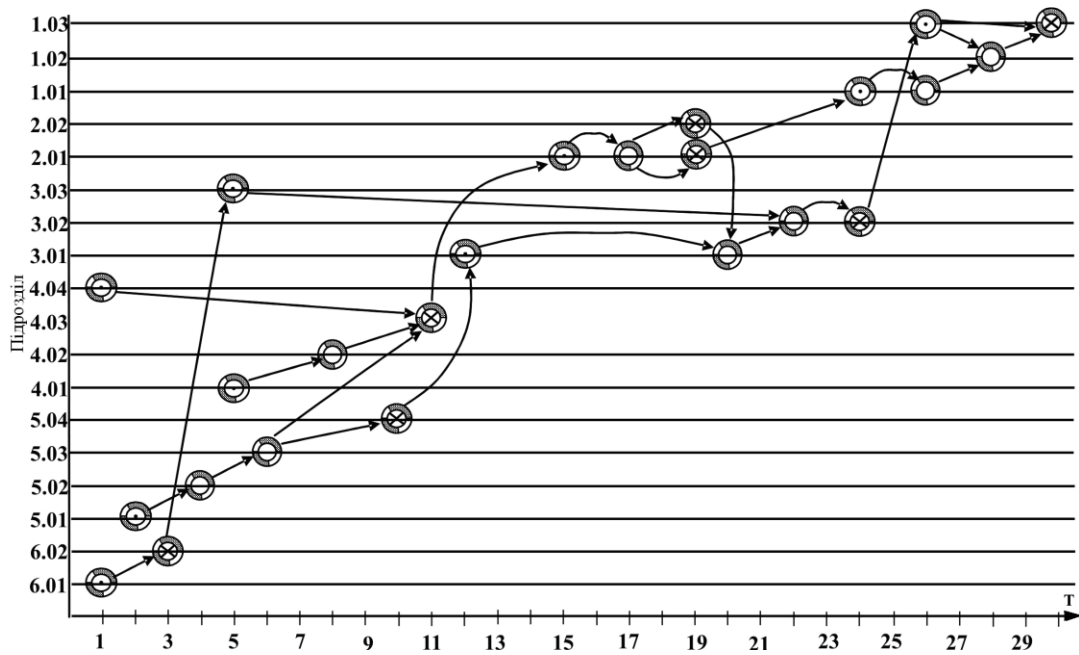


Рис.10. Модель "мережевий графік".

6. Модель "суміщений часовий граф" багаторівневої КС:

$$f_i = K.D_iO_j.d.(a_{ij} + b_{ij}).$$

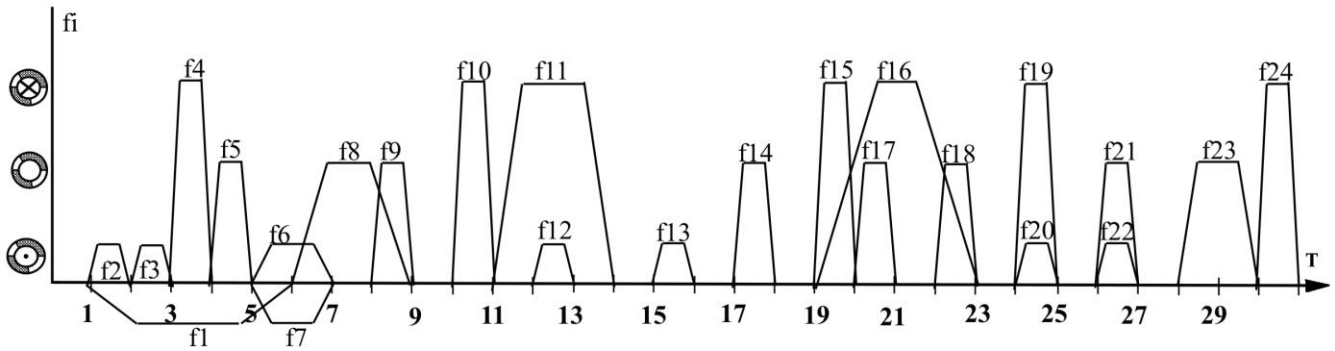


Рис.11 – Суміщений часовий граф: f_1 - f_{24} – функції опрацювання інформаційних потоків в активних вузлах ММРД.

7. Модель "блок-схема алгоритму" руху даних багаторівневої РКС.

$$f_{i,1} = \begin{cases} f_{1,1} < T < 6; \\ f_{2,1} < T < 2; \\ \dots \\ f_{22,26} < T < 27; \end{cases} \quad f_{i,2} = \begin{cases} f_{5,4} < T < 5; \\ f_{8,6} < T < 9; \\ \dots \\ f_{23,28} < T < 30; \end{cases} \quad f_{i,3} = \begin{cases} f_{4,3} < T < 4; \\ f_{10,10} < T < 11; \\ \dots \\ f_{24,30} < T < 31. \end{cases}$$

Побудова моделі "блок-схеми алгоритму" для систем реального часу виконується по типовій технології побудови блок-схем розгалужених програм.

Даний клас існуючих похідних моделей, які вдосконалені на основі запропонованої диференціації інформаційних потоків, достатньо повно описує інформаційні процеси в багаторівневих РКС, але в той же час не відображає параметрів (C_k та M_k), які несуть інформацію про типи виконуваних операцій, фізичні носії даних, моделі джерел інформації та типи використовуваних каналів зв'язку в РКС. Тому в роботі запропоновано розширення сукупності існуючих похідних моделей руху даних в складних багаторівневих РКС на основі побудови важливого класу граф-алгоритмічних моделей.

Крім того, вдосконалена інформаційна технологія побудови граф-алгоритмічних моделей (рис. 12) багаторівневих РКС у складі функціоналу

$$F_4[БРМ_1, ДД, БРДММРД, \dots, Д(M_n + ГАМ)].$$

Для побудови даної моделі запропоновано розширення системи атрибутів по відношенню до існуючих стандартів, яка враховує сучасний рівень компонентів пам'яті, програмно-апаратних засобів вводу-виводу даних та стандартних типів каналів зв'язку комп'ютерних мереж.

Вперше розроблений критерій ефективності та інформаційна технологія побудови епюр ступеня використання ресурсів (ЕСВР) в активних вузлах багаторівневої РКС (рис.13).

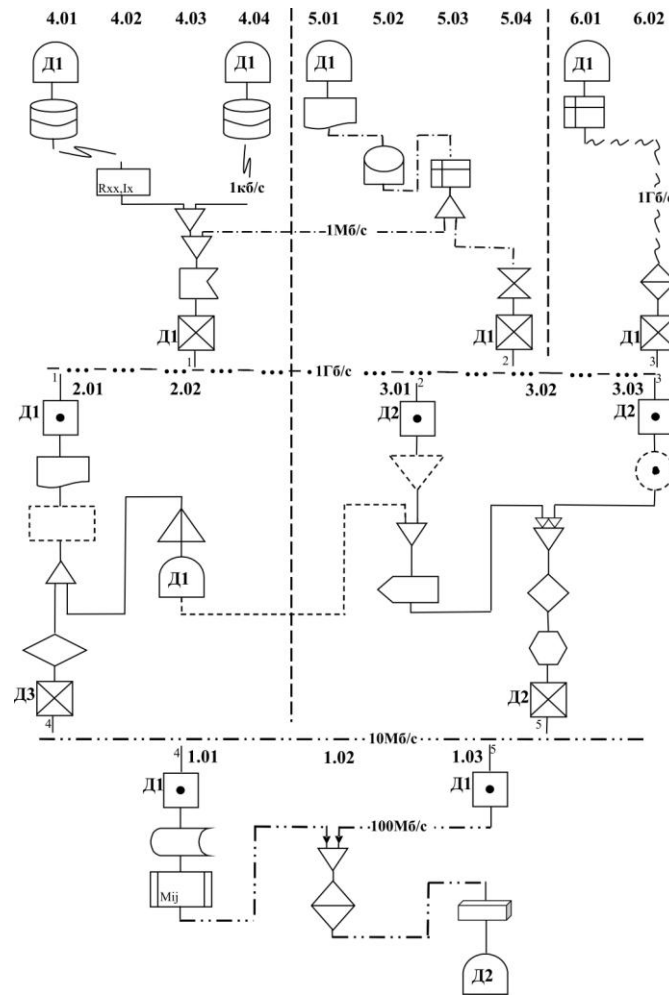
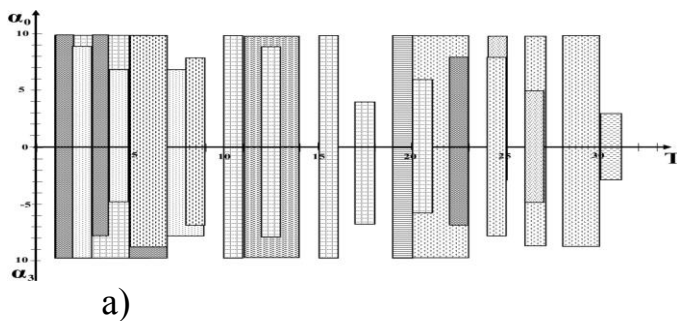


Рис.12. Граф-алгоритмічна модель багаторівневої РКС.

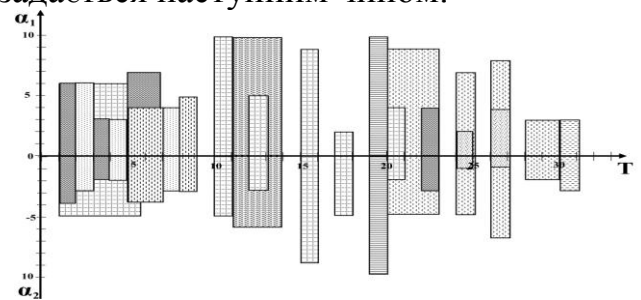
Формалізований опис параметрів ЕСВР задається наступним чином:

$$f_i - K.D_i.O_j.\alpha_0.\alpha_1.\alpha_2.\alpha_3;$$

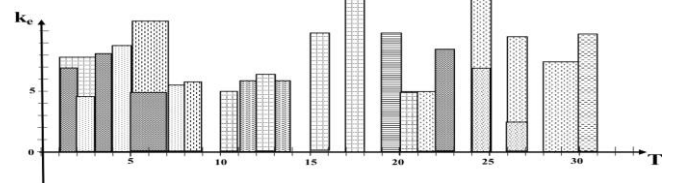
$$k_c = \frac{\alpha_2 \cdot \alpha_0}{\alpha_3 \cdot \alpha_1}.$$



а)



б)



в)

Рис.13. Епюри ступеня використання ресурсів в активних вузлах ММ багаторівневої РКС: а) - зчитування та запису даних (α_0, α_3); б) – використання ресурсів (α_1, α_2); в) – коефіцієнт ефективності використання ресурсів (k_c).

Оцінку структурної складності представлення багаторівневих МРД (рис.14)

виконано на основі адитивно-мультиплікативного критерію:

$$k_e = K \cdot \frac{\sum_{j=1}^m f_j}{\sum_{i=1}^n \alpha_i P_i} \Rightarrow \max ,$$

де $P_i \in (l, P, x, d, r, h, z, b, c, i, n, a, f)$ - параметри атрибутів МРД: l - лінія, P - поворот, x - пересічення, d - дотик, r - розгалуження, h - штрихування, z - направлений зв'язок, b - літера, c - цифра, i - індекс, n - знак; K - ідентифікатор рівня МРД ($K=1,2,\dots$ - відповідно для однорівневих та багаторівневих МРД); f_j - функціонально-інформаційна характеристика МРД; α_i - вагові коефіцієнти експертних оцінок інформаційності компонентів атрибутів МРД.

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 – матрична модель; | 13 – сумарна диференціальна ЕРД; |
| 2 – модифікована матрична модель; | 14 – епюри ступеня використання ресурсів; |
| 3 – граф-розгалужене дерево; | 15 – інтегрально-глобальна модель. |
| 4 – параметрично-часова модель; | |
| 5 – структурно-часова модель; | |
| 6 – модель "мережевий графік"; | |
| 7 – суміщений часовий граф; | |
| 8 – блок-схема алгоритму; | |
| 9 – граф-алгоритмічна модель; | |
| 10 – цикли руху даних; | |
| 11 – епюри руху даних; | |
| 12 – сигнальна ЕРД; | |

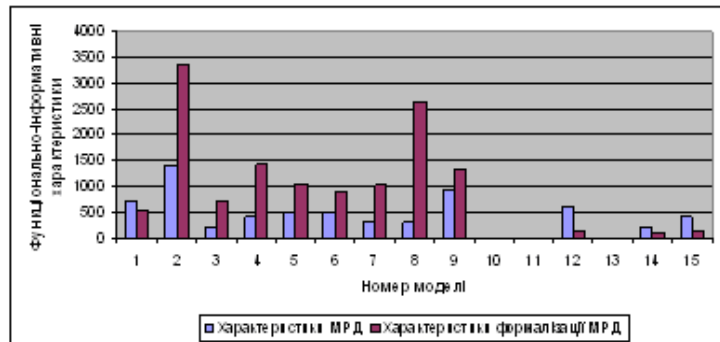


Рис.14. Функціонально-інформативні характеристики МРД.

З рис.14 видно, що найвищі показники інформативності мають модифікована матрична, блок-схема алгоритму та граф-алгоритмічна моделі РКС.

Аналіз інформативності сукупності багаторівневих МРД показує, що вдосконалення атрибутів та технології побудови багаторівневих моделей по відношенню до однорівневих складають більше 40% (рис.14).

В четвертому розділі приведені результати розробки мобільного адаптера вводу структуризованих даних низових рівнів РКС, який реалізований на мікропроцесорній платформі (рис.15).

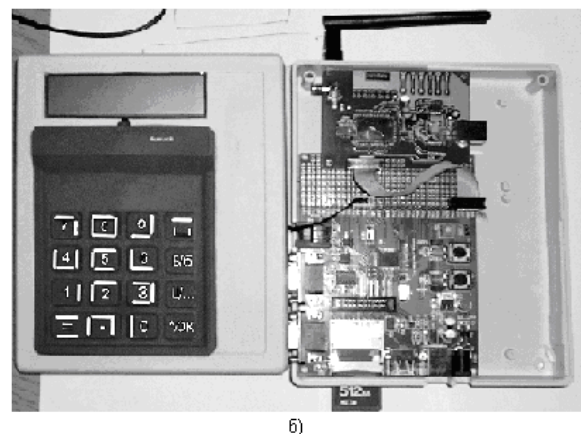
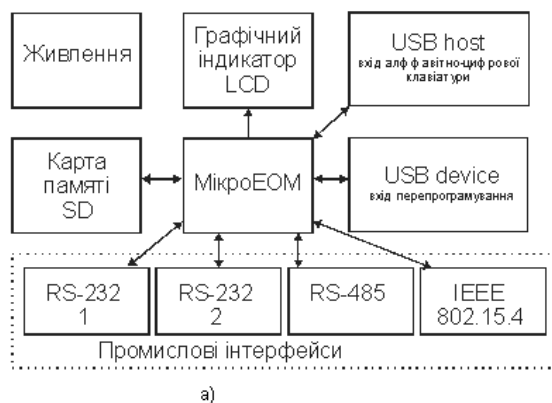


Рис. 15. Мобільний адаптер формування СД: а- структура, б – дослідний зріз (Патент України №25291).

Застосування мобільного адаптера в АСУ нафтопереробного заводу показано на рис.16.

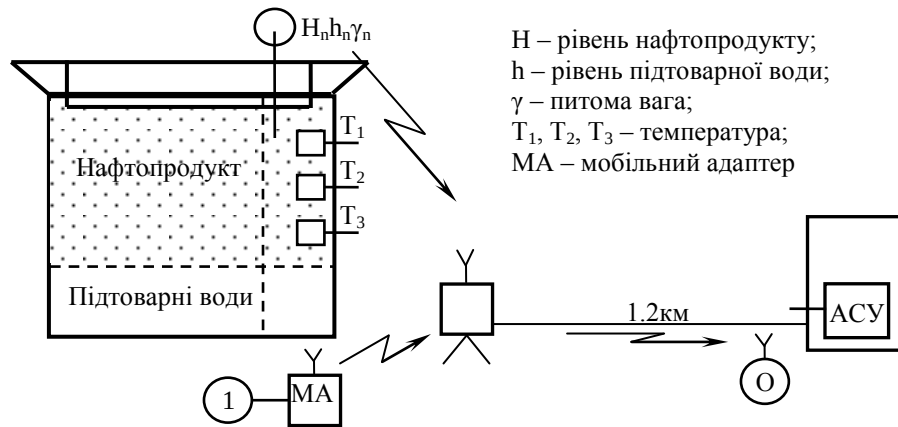


Рис.16. Структура взаємодії оператора з об'єктами ТСП.

У додатках до дисертації приведено інтерфейс користувача в середовищі Delphi та програмне забезпечення формалізованої побудови сукупності моделей руху даних багаторівневих РКС, використання яких дозволяє на 1-2 порядки пришвидшити процеси проектування та діагностики ефективності функціонування складних багаторівневих РКС. Додатки також містять робочі таблиці інформаційних даних, які використані в матеріалах досліджень.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ТА ВИСНОВКИ.

1. Розроблено новий метод синтезованого формування алфавітно-цифрових та структуризованих даних на основі досконалого нормалізованого перетворення системи залишкових класів базису Крестенсона, який дозволив підвищити ефективність формування даних на низових рівнях КС та покращити параметри фреймів, які об'єднують технологічні та собівартісні показники технологічних процесів.

2. Вперше виконана формалізація та розроблена інформаційна технологія побудови багаторівневих матричних моделей РКС, що дозволило удосконалити відповідну формалізацію похідних моделей багаторівневих РКС типу: граф-розгалужене дерево, параметрична часова модель, структурно-часова модель, модель "мережевий графік", суміщений часовий графік, блок-схема алгоритму обробки інформації, граф-алгоритмічна модель та епюри руху даних.

3. Запропонований метод розрахунку ефективності використання ресурсів РКС у вигляді епюр, що дозволило підвищити ефективність діагностування діючих та проектування створюваних складних багаторівневих комп'ютерних систем.

4. Отримала подальший розвиток технологія побудови граф-алгоритмічних моделей багаторівневих РКС на основі запропонованого розширення символіки таблиці атрибутів з врахуванням новітніх засобів вводу, реєстрації, передавання та опрацювання даних, що дозволило підвищити інформативність даного класу моделей та ефективність їх використання при проектуванні багаторівневих РКС.

5. Обґрунтовані критерії та досліджена ефективність представлення сукупності моделей руху даних, що дозволило вперше оцінити функціонально-інформативні характеристики різних типів моделей багаторівневих РКС, в результаті чого

встановлено, що розроблені моделі на 40% є більш інформативними по відношенню до існуючих.

6. Розроблено апаратно-програмні засоби формування СД на основі запропонованої синтезованої клавіатури, що дозволило значно знизити габарити, вартість, забезпечити мобільність та підвищити ефективність формування даних на низових рівнях КС.

7. Розроблено програмне забезпечення побудови багаторівневих ММРД, які дозволили покращити на 1-2 порядки оперативність проектування та діагностування характеристик складних багаторівневих РКС.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Николайчук Я.М. Теорія моделей руху даних розподілених комп'ютерних систем / Я.М. Николайчук, І.Р. Пітух, Н.Я. Возна - Тернопіль: ТзОВ "Терно-граф", 2008 – 216 с.

2. Сегін А.І. Методології побудови інформаційних моделей руху даних / Сегін А.І., Возна Н.Я. // Вісник Технологічного університету Поділля. - 2002. - Т1. - №3. - С.128-135.

3. Николайчук Я.М. Теорія проектування спеціалізованих комп'ютерних систем на базі аналогії системних об'єктів енергетики / Николайчук Я.М., Сегін А.І., Круцкевич Н.Д., Возна Н.Я. // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика". – 2003. - №470. - С.48-54.

4. Пітух І. Принципи побудови комп'ютерних мереж з глибоким розпаралелюванням інформаційних потоків на основі матричних моделей руху даних / Пітух І., Николайчук Я., Возна Н. // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Радіoeлектроніка та телекомунікації". - 2004 - №508. - С.263-268.

5. Пітух І. Моделювання руху даних та методологія проектування комп'ютерної мережі з паралельними інформаційними потоками / Пітух І., Николайчук Я., Возна Н. // Вісник Технологічного університету Поділля. - 2004.- Ч1, Т2. - №2. - С.33-35.

6. Возна Н. Проблеми юриспруденції та інформаційна технологія проектування комп'ютерних мереж на основі законів економічної доцільності / Возна Н., Шандровська-Николайчук Л. // Збірник наукових праць інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. - Випуск 26. - Київ. - 2004. - С. 33-40.

7. Возна Н.Я. Методологія та техніка формування техніко-економічних даних в автоматизованих системах управління / Возна Н.Я. // Вісник Хмельницького національного університету. - 2005. - Ч1, Т2. - №4. - С.131-133.

8. Возна Н.Я. Методи кодування техніко-економічної інформації та інформаційні технології побудови моделей руху даних в АСУ / Возна Н.Я. // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Радіoeлектроніка та телекомунікації". - 2005 - №534. - С.152-158.

9. Возна Н.Я. Інформаційна технологія побудови граф-алгоритмічної моделі руху техніко-економічних даних / Возна Н.Я. // Збірник наукових праць інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є.Пухова НАН України. – Випуск 39. –

Київ. – 2006. – С.44-51.

10. Возна Н.Я. Моделювання законів доцільності зміни системних характеристик руху техніко-економічних даних в розподілених комп'ютерних мережах / Возна Н.Я. // Вісник Хмельницького національного університету. - 2007. – №3. - Т.1. - С.71-76.

11. Патент України на корисну модель. Пристрій для введення алфавітно-цифрових даних // Николайчук Я.М., Возна Н.Я. (Україна); Заявл. 13.12.2006. № 25291; Видано 10.08.2007.

12. Возна Н.Я. Дослідження ефективності розподілених інформаційних систем на основі епюр собівартості циклів руху даних / Возна Н.Я. // Наукові вісті інституту менеджменту та економіки «Галицька академія». – Івано-Франківськ. – 2006. – №2(10). – С.74-78.

13. Возна Н.Я. Методи і засоби формування та перетворення структуризованих даних квазістаціонарних об'єктів комп'ютерних систем / Возна Н.Я. // Поступ в науку. Збірник наукових праць Буцацького інституту менеджменту і аудиту. – 2008. - №4. - Т1. – С.42-43.

14. Возна Н.Я. Організація руху даних в розподілених комп'ютеризованих системах на основі сукупності багаторівневих інформаційних моделей / Возна Н.Я. // Поступ в науку. Збірник наукових праць Буцацького інституту менеджменту і аудиту. – Бучач. – 2008. - №4. Т1. – С.202-209.

15. Nykolaychuk Y. The theory of designing specialized computer systems on the basis of analogy objects of power system / Y. Nykolaychuk, A. Segin, N. Krutckevych, N. Vozna // Досвід розробки та застосування приладо-технологічних САПР в мікроелектроніці. Матеріали VII Міжнар. наук.-техн. конференції CADSM'2003. – Львів-Славсько. - 2003.- С. 241-243.

16. Pitukh I. Principles of computer networks construction with deep paralleling of information flows on the basis of matrix models of data movement / I. Pitukh, Y. Nykolaychuk, N. Vozna // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії. Матеріали міжнародної конференції TCSET'2004. - Львів-Славсько. – 2004. – С.417-419.

17. Vozna N. Problems of jurisprudence and information tecnology of designing of computer networks on the basis of the laws of an economic feasibility / N.Vozna, L.Shandrovska-Nykolaychuk // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії. Матеріали міжнародної конференції TCSET'2004. - Львів-Славсько. – 2004. – С.416.

18. Pitukh I. Information technologies of models data movement construction in the automatic management systems / I.Pitukh, Y.Nykolaychuk, N.Vozna // Досвід розробки та застосування приладо-технологічних САПР в мікроелектроніці. Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції CADSM'2005. - Львів-Поляна. – 2005. – С. 427-428.

19. Возна Н.Я. Перспективні принципи кодування техніко-економічних даних в АСУ / Возна Н.Я., Давлетова А.Я. // Збірник тез доповідей третьої міжнародної науково-технічної конференції. - Вінниця: “УНІВЕРСУМ-Вінниця”.- 2005.- С. 99-100.

20. Nykolaychuk Yaroslav. Information technologies of models formalization and

designing for data movement in computer networks of automatic control system / Yaroslav Nykolaychuk, Igor Pitukh, Natalia Vozna, Lyubov Nykolaychuk // Proceeding of the Third IEEE Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: IDAACS'2005. – Sofia, Bulgaria. - 2005. - P.253-259.

21. Vozna Natalia. Research of the distributed information systems efficiency on the basis of prime price diagrams of data movement cycles / Natalia Vozna // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії. Матеріали міжнародної конференції TCSET'2006. - Львів-Славсько. - 2006. – С.700-701.

АНОТАЦІЯ

Возна Н.Я. Формування та організація руху структуризованих даних в багаторівневих розподілених комп'ютеризованих системах. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти. – Тернопільський національний економічний університет МОН України, Тернопіль, 2009.

Дисертацію присвячено задачі підвищення ефективності формування та організації руху структуризованих даних в розподілених комп'ютеризованих системах. Розроблено новий метод формування структуризованих даних на основі фреймів системи залишкових класів базису Крестенсона, які об'єднують технологічні, алфавітно-цифрові дані та моделі об'єктів управління, що дозволило на порядок зменшити об'єми інформаційних потоків, покращити характеристики їх обробки та формалізації моделей руху даних в розподілених комп'ютерних системах та на 40% покращити інформативність сукупності моделей руху даних проєктованих та діагностованих комп'ютерних систем. Вперше розроблено метод синтезованого формування алфавітно-цифрових та структуризованих даних на основі критеріїв оптимізації характеристик засобів вводу даних, який дозволив підвищити ефективність формування даних на низових рівнях КС. Розроблено апаратно-програмні засоби формування СД на основі запропонованої синтезованої клавіатури на базі мікроконтролерів AT91SAM7S64/128/256/512, ARM7TDMI-S фірми ATMEL, що дозволило значно знизити габарити, вартість, забезпечити мобільність та підвищити ефективність формування даних на низових рівнях КС в середовищі Delphi. Розроблено програмне забезпечення побудови багаторівневих ММРД, граф-алгоритмічних моделей та ідентифікованих циклів руху даних КС, які дозволили покращити оперативність та інформативність контролю норм технологіко-економічних станів об'єктів управління.

Ключові слова: розподілена комп'ютеризована система, формування структуризованих даних, матричні моделі складних комп'ютерних систем, клавіатура синтезованого вводу даних.

АННОТАЦИЯ

Возна Н.Я. Формирование и организация движения структуризованных данных в многоуровневых распределенных компьютеризованных системах. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – компьютерные системы и компоненты. – Тернопольский национальный экономический университет МОН Украины, Тернополь, 2009.

Диссертация посвящена актуальной научно-технической задаче повышения эффективности формирования и организации преобразования, хранения и использования потоков структурированных данных в распределенных компьютеризированных системах (РКС). Разработан новый метод формирования структурированных данных на основе данных в виде фреймов совершенной нормализованной формы системы остаточных классов теоретико-числового базиса Крестенсона, которые объединяют технологические, алфавитно-цифровые данные, а также модели объектов управления, что позволило на порядок уменьшить объемы информационных потоков, улучшить характеристики их обработки и формализацию моделей движения данных в РКС. Достигнуто дальнейшее развитие метода построения многоуровневых моделей движения данных РКС реального времени в результате предложенной формализации атрибутов многоуровневой дифференцированной матричной модели движения данных, которые характеризуются расширенными функциональными возможностями идентификации движения данных в активных узлах компьютерных систем (КС) путем введения в состав функционала атрибута новых показателей типа: модель источника информации, алгоритм обработки данных, себестоимости движения данных, что позволило на 40% улучшить информативность матричных моделей, а также построить новые вторичные модели в виде эпюр степени использования ресурсов, а также граф-алгоритмической модели РКС. В качестве базового семейства моделей движения данных предложена информационная технология построения многоуровневых вариантов моделей типа: граф-разветвленное дерево, параметрическая и структурированная временные модели, модели сетевой и совмещенный временной графы, блок-схема алгоритма движения данных, граф-алгоритмическая модель, модели циклов движения данных. Разработаны эпюры движения данных распределенных компьютерных систем, включая сигнальную, дифференциальную, интегральную, а также глобальную эпюру движения данных. Впервые исследовано и получены аналитические выражения информативности семейства моделей движения данных многоуровневых РКС, что позволило улучшить на 30% степень адекватности моделей движения данных, а также улучшить точность оптимизационных критериев при проектировании и диагностировании сложных компьютерных систем. Дальнейшее развитие достигнуто при реализации алгоритмов модернизации и внедрения КС на базе формализации законов целесообразности, включая законы фрактальности, Гроша, тах прибыли, качества и себестоимости, что позволило на 1 – 2 порядка повысить быстродействие и упростить решения задач проектирования сложных КС с учетом технико-экономических критериев уровня их модернизации. Впервые разработан метод синтезированного формирования алфавитно-цифровых и структурированных данных путем не более двукратного нажатия клавиш с учетом критериев оптимизации характеристик средств ввода данных, который позволил повысить эффективность формирования данных на низовых уровнях компьютерных систем, а также улучшил параметры фреймов, которые объединяют технологические и себестоимостные показатели технологических процессов. Разработаны аппаратно-программные средства формирования структурированных данных на основе предложенной синтезированной клавиатуры, что позволило снизить габариты,

стоимость, обеспечить мобильность и повысить эффективность формирования данных на низовых уровнях КС. Уровень формирования технологических данных реализован согласно стандарту IEEE802.15.4. В качестве сетевого уровня мобильного адаптера используются технологии ZigBee и JenNET. Реализация мобильного адаптера на физическом уровне выполнена на плате микроконтроллеров AT91SAM7S64/128/256/512, ARM7TDMI-S фирмы ATMEL. Разработано программное обеспечение построения многоуровневых матричных моделей движения данных, граф-алгоритмических моделей, а также идентифицированных циклов движения данных, которые позволили улучшить оперативность и информативность контроля норм технологико-экономических состояний объектов управления. Интерфейс пользователя реализован с помощью библиотеки компонентов VCL среды Delphi.

Ключевые слова: распределенная компьютеризированная система, формирование структурированных данных, матричные модели сложных компьютерных систем, клавиатура синтезированного введения данных.

ANNOTATION

Vozna N.Yar. The Formation and Organisation of the Movement of Structured Data in the Multilevel Shared Computer Systems. – Manuscript.

Thesis for a candidate degree of Engineering Science, speciality 05.13.05 – Computer Systems and Components. – Ternopil National Economic University Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil, 2009.

The dissertation is devoted to the task of improvement of efficiency of the formation and organization of the movement of structured data in the shared computer systems. The new method of the structured data formation on the basis of frames, which combines technological, alphabetic-digital data and the models of the objects of control has been developed. It allows to reduce the volumes of information flow, to improve the characteristics of their processing and formalization of the models of data movement in the shared computer systems. The algorithm of introduction of computer system on the basis of formalization of the laws of expedience, which allows to simplify the solving of the tasks of development of the complex computer systems taking into account technico-economical criteria of the level of the systems update has been investigated. Hardware and software means of formation of structured data on the basis of the proposed synthesized keyboard, which allows to reduce the size, cost, to provide mobility and to increase efficiency of data formation on the lower levels of computer system have been developed. Software of the multilevel matrix models of data movement construction, graphic-algorithm models and identified cycles of computer system data movement, which allows to improve the operativeness and informativeness of the standards control of the technology-economical states of the objects of management has been developed.

Key Words: shared computer system, structurized data formation, matrix models of complex computer systems, keyboard of synthesized data entry