

**Висновки**

1. В основі розглянутих схемотехнічних  $L$ -негатронів на ОП лежать перетворювачі імпедансу. Для реалізації  $L$ -негатрона можна використовувати дві основних схеми на інверторах від'ємного імпедансу на ОП: з позитивним зворотним зв'язком за напругою і за струмом. Розглянуті схеми  $L$ -негатронів на ОП працюють в діапазоні частот 1 Гц – 0,5 МГц, що складає 10% від частоти одиночного підсилення даного операційного підсилювача, і дозволяють реалізувати від'ємну індуктивність від -180 мкГн при  $C1=1\text{пФ}$  до – 76 Гн при ємності навантаження  $C1=1\text{мкФ}$ .

2. Для схемотехнічної реалізації  $L$ -негатронів використання інверторів від'ємного імпедансу є більш перспективним, так як дозволяє одержати від'ємну індуктивність без використання котушок індуктивності шляхом інверсії реактивного опору додатної ємності.

**Література**

1. Філінюк М.А. Основи негатроніки : в 2-х т. / Філінюк М.А. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 762 с.
2. Бенинг Ф. Отрицательное сопротивление в электронных схемах / Бенинг Ф. – М. : Сов. радио, 1975. – 286 с.
3. AD8003. Triple, 1.5 GHz Op Amp. Analog Devices, Inc. One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A. – 2008. – 16p.
4. Марше Ж. Операционные усилители и их применение / Марше Ж. ; [пер. с франц.]. – Л. : Энергия, 1974. – 216 с.
5. Филановский И.М. Схемы с преоб-разователями сопротивления / Филановский И.М., Персианов А.Ю., Рыбин В.К. – Л. : Энергия, 1973. – 192 с.
6. Грабовски Б. Краткий справочник по электронике / Богдан Грабовски ; [пер. с фр. Хаванов А.В.]. – [2-е изд., испр.]. – М. : ДМК Пресс, 2004. – 416 с.
7. Дослідження схемотехнічних реалізацій  $C$ -негатронів на інверторах від'ємного опору / О.О. Лазарев, К.В. Огородник, Р.Ю. Чехмestрук, М.А. Філінюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, 2011. – № 2. – С. 72-76.
8. Patent USA № 29,080. Int. Cl.2 H03H 7/00, H03H 11/00. Compensated transformer circuit utilizing negative capacitance simulating circuit / F. J. Kiko (USA). - Dec. 17, 1976. – 10 p.
9. Patent USA № 3881149/ G01R 19/00 Compensated transformer circuit / F. J. Kiko (USA). - Apr. 29, 1975. – 7 p.

Надійшла 21.6.2012 р.

Рецензент: д.т.н. Кожем'яко В.П.

УДК 681.3

**Я.М. НИКОЛАЙЧУК**

Інститут мікропроцесорних систем керування об'єктами електроенергетики  
карпатського державного центру інформаційних засобів і технологій НАН України

**Р.В. ЦАНЬКО, Н.Я. ВОЗНА**

Тернопільський національний економічний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ ТА АРХІТЕКТУРИ ІНТЕРАКТИВНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ**

*У даній роботі представлено та проаналізовано найбільш поширену тривірневу магістральну архітектуру комп'ютерних систем та її компоненти, а також структуру фреймів неінтерактивних та інтерактивних комп'ютерних систем.*

***Three-level backbone architecture for computer system and its components has been represented and analysed in this paper. Also, it is described frame structure for non-interactive as well as interactive computer systems.***

Ключові слова: інтерактивна комп'ютерна система, інтерфейсний виконавчий механізм, модель руху даних, розподілені комп'ютерні системи.

**Постановка проблеми**

На даний час розроблена теорія, методологія та техніка побудови моделей руху даних в розподілених комп'ютерних системах (РКС), а також створені системи, які характеризуються інтерактивними властивостями РКС [1]. До таких систем належать низові комп'ютерні системи, спеціалізовані комп'ютерні системи та розподілені системи реального часу. Названі класи комп'ютерних систем безпосередньо інформаційно взаємодіють з розподіленими об'єктами управління. До таких об'єктів належать: об'єкти електроенергетики, нафтогазової промисловості, екологічного моніторингу, групи мобільних систем, пожежні, охоронні системи та інші. Таким чином, велика наявність об'єктів, які вимагають управління в реальному часі, повинні обслуговуватись РКС. В той же час теоретичні та інформаційно-технічні основи організації руху даних в таких комп'ютеризованих системах не в повній мірі

досліджені і не відображаються в спеціалізованих джерелах. Практично відсутні методи та технологія побудови інтерактивних моделей руху даних (ІМРД), адаптованих до РКС. Таким чином, актуальною науково-технічною задачею є розробка методів та інформаційних технологій інтерактивної організації руху даних в комп'ютерних системах, методів побудови їх інформаційних моделей, протоколів та фреймів управління інтелектуальними виконавчими механізмами.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В роботах [2, 3] викладено теорію та технічну побудову неінтерактивних РКС. Викладена систематизація похідних моделей, а також системний підхід до проектування багаторівневих РКС на основі багаторівневих моделей руху даних [4, 5]. В той же час питання побудови інтерактивних архітектур таких систем в названих роботах не відображаються. Тому важливим завданням таких систем є формалізація руху інтерактивних даних та систематизація їх атрибутів. Важливою також є оцінка інформативності інтерактивних систем, як це виконано в роботі [5] для неінтерактивних систем. При цьому синтез параметрів фреймів управління в процесі взаємодії комп'ютерних систем з об'єктом управління в опублікованих роботах не відображається.

**Мета роботи.** Метою роботи є аналіз теорії синтезу неінтерактивних комп'ютерних систем (НКС) та формалізація характеристик інтерактивних комп'ютерних систем (ІКС) на основі розробки атрибутів ІМРД та структури фреймів управління.

**Постановка завдання.** Розробити систему атрибутів та структуру матричних моделей ІКС.

### 1. Аналіз системних характеристик неінтерактивних та інтерактивних розподілених комп'ютерних систем.

Розглянемо найбільш поширену тривірневу магістральну архітектуру комп'ютерних систем (КС), її компоненти та інформаційно-технічне кодування даних на прикладі архітектури системи Automatic Local Form Information Just Amas (рис. 1). Дана система орієнтована під задачі контролю та управління обліком витрат енергоносіїв [2].

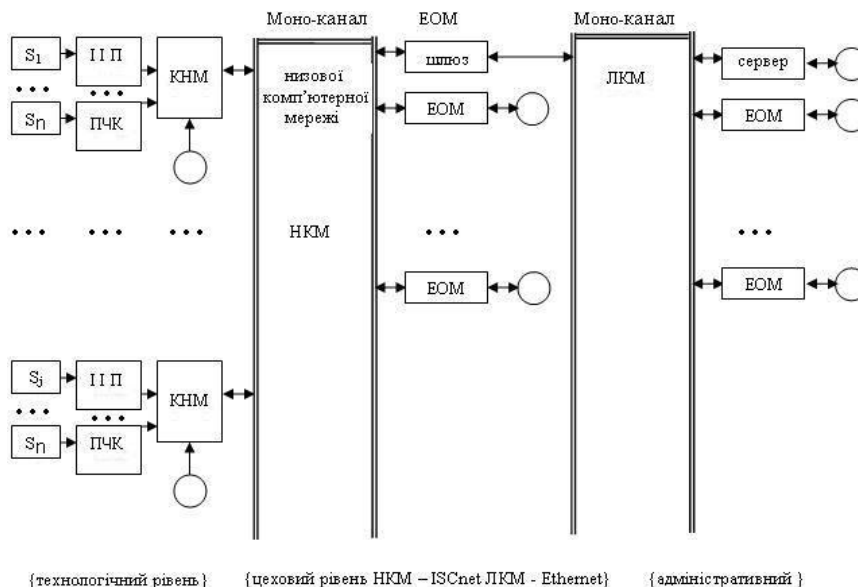


Рис. 1. Архітектура багаторівневої РКС обліку витрат енергоносіїв «ALFIA»

До складу архітектури мережі «ALFIA» входять такі компоненти:

$S_1, S_2, \dots, S_j, \dots, S_m$  – сенсори обліку витрат енергоносіїв (електроенергії, води, газу, стисненого повітря, пари і т. д.);

ІІП – інтегрально-імпульсивні перетворювачі вертикальної інформаційної технології двох типів:

- ПАК – аналого-цифровий перетворювач стандартних струмових сигналів 0,5÷20 мА первинних перетворювачів технологічних параметрів (тиск, температура, струм, напруга, потужність, рівень і т. д.);
- ПЧК – перетворювач частота імпульсів-код в діапазоні  $0,1 \div 2 \cdot 10^4$  Гц оборотів дисків електричних лічильників, дисків та роторів лічильників витрат газу, води та інше.

КНМ – контролер низової мережі (двохпроцесорний мікроконтролер, що виконує дві системні функції):

- сканування вихідних сигналів ІІП і транзитне транспортування інформації в моно-канал НКМ;
- буферизація вихідних даних ІІП і пакетне транспортування даних в мережі НКМ та ЛКМ.

↔О – символ оператора комп'ютерної системи на різних рівнях, який включає:

- оператор технологічного низового рівня;
- оператор цехового рівня;
- оператор адміністративного рівня та адміністратор баз даних (БД).

Шлюз виконує функції сервера цехового рівня та комутує міжрівневі потоки інформації.

Особливістю даної архітектури комп'ютерної системи є те, що вона дозволяє розпаралелювати

інформаційні потоки на технологічному рівні, що було досягнуто шляхом застосування нових принципів кодування інформації на основі вертикальної інформаційної технології та інтегрально-імпульсивних перетворювачів. Функціональна обмеженість такої системи полягає у відсутності інтерфейсних виконавчих механізмів (ІВМ) та інтерактивного управління їх функціями.

Наступним прикладом трирівневої інтерактивної системи є трирівнева магістральна архітектура комп'ютеризованої системи (рис. 2) [6]. Системи з такою архітектурою традиційно використовуються всіма розробниками та тиражуються зарубіжними фірмами "HP", "Motorola", "Philips", "ABB" [7, 8].

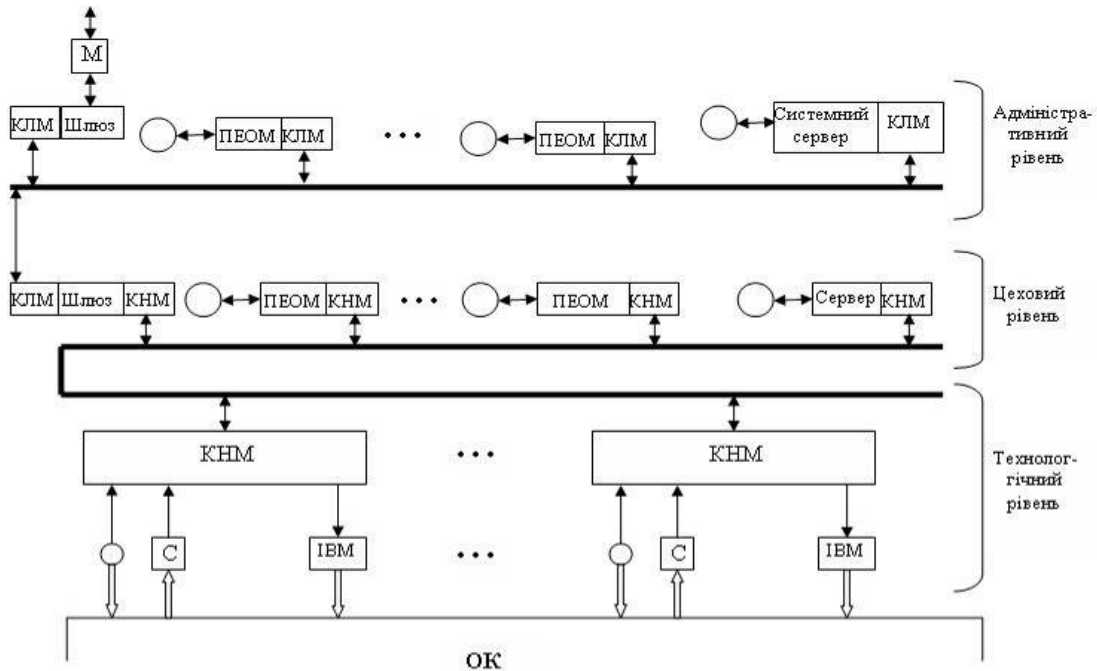


Рис. 2. Триврівнева магістральна архітектура автоматизованої системи:

OK – об’єкт керування; С – сенсор; ІВМ – інтерфейсний виконавчий механізм; КНМ – контролер низової мережі; М – модем; О – оператор; КЛМ – контролер локальної мережі; НКМ – низова комп’ютерна мережа; ЛКМ – локальна комп’ютерна мережа

ІКС по відношенню до НІКС характеризується розширеними функціональними можливостями, оскільки вони, крім функцій збору, організації руху та опрацювання інформаційних потоків, виконують функції управління об’єктами керування на основі фреймів управління (ФУ), які реалізують ІВМ.

## 2. Структура фреймів комп’ютерних систем з різною організацією інтерфейсних зв’язків об’єктів керування.

Формування структурованих даних в РКС виконується у вигляді фреймів [4]. Фрейми класифікуються за призначенням: фрейм оператора низового рівня; фрейм системи передавання даних; фрейм бази даних; фрейм управління об’єктами.

Структури названих фреймів приведені в табл. 1.

Таблиця 1

№ п/п	Тип фрейма	Структура фрейма	
		Символічний	Графічний
1	Фрейм оператора	<Op> T N S {X} {M} {L} Op	
2	Фрейм системи передавання даних	<D> C1 C2 N S M L {E} e	
3	Фрейм бази даних	<DB> T N S X M L I DB	
4	Фрейм управління	<U> C1 C2 Y Ф	

У наведеній таблиці використовуються такі параметри фреймів та атрибути обміну потоками даних між вузлами комп'ютерних систем: start, stop – границі інформаційного файлу фрейма-оператора,  $\Phi$  – границі пакету даних системи передачі даних, T – реальний час, N – номер об'єкта, S – тип виконуваної операції, X – масив технологічних даних, M – сукупність інформаційних моделей об'єкта, L – сукупність логіко-статистичних інформаційних моделей, C<sub>i</sub>, C<sub>j</sub> – коди станцій КС, яка передає і приймає дані, ТЕД – техніко-економічні дані, які формуються оператором, I – інформаційні моделі та характеристики об'єкта, Y – команди управління, G – готовність виконання команди управління, V – дозвіл виконання команди управління, W – підтвердження виконання команди управління на об'єкті.

Дані структури фреймів реалізуються на різних рівнях РКС згідно зі стандартними інтерфейсами, протоколами обміну даними, структурою фреймів БД, структурою файлів використовуваних БД, а також стандартизованими протоколами спеціалізованими комп'ютерними системами (СКС).

### 3. Приклади реалізації інтерфейсних виконавчих механізмів

Інтерфейсний виконавчий механізм – це, як правило, дистанційно керована трубопровідна арматура та механізми переміщень в робототехніці, маніпулятори та ін. [9]. У цьому визначенні ознака «інтерфейсний» має зміст дистанційно виконуваної програмно-апаратної взаємодії комп'ютерної системи, найчастіше СКС і електрокерованого виконавчого механізму. В якості характерних інформаційних інтерфейсних потоків між контролером IBM та СКС використовуються:

- запит включеності IBM;
- запит готовності IBM до виконання певної групи операцій;
- запит підтвердження коду операції, яку буде виконувати IBM;
- інші запити щодо діагностики стану IBM, контролю пускових та зупинкових режимів;
- відповідь IBM про стан готовності;
- відповідь IBM підтвердження коду операції, яка буде виконуватися;
- інформація IBM про хід виконання команди чи технологічної операції.

Тому задача даних наукових досліджень, створення основного промислового випуску СКС з інтерфейсними сенсорами (IC) та IBM є актуальними і перспективними.

Розрізняють такі види середовища експлуатації IBM:

- робоче середовище, для керування потоком якого призначений IBM;
- навколишнє середовище – це середовище, що оточує корпус арматури IBM (найчастіше це повітря, однак для суднової арматури – це морська вода, для нафтової – водо-нафто-газова емульсія і т. д.);
- командне середовище, за допомогою якого передаються керуючі імпульси управління, це може бути стиснене повітря, спеціальна рідина, а при використанні в IBM електроприладу – електроенергія та електричні сигнали;
- керуюче середовище – це середовище, що здійснює силовий вплив на робочий орган IBM (електромагнітна індукція, механічні елементи, тиск та ін.)

Прикладом застосування IBM є механізм, використаний в нафтовій та хімічній промисловості (рис. 3.1) для автоматизації процесів регулювання рівня, витрати, температури та ін. [10].

Даний пристрій працює завдяки відповідно заданій програмі (програма може задаватись як в ПК, так і в промисловий процесор). Дана програма, через силові ключі і редуктор, керує клапаном арматури, встановлення його у відповідне положення, яке може реєструватись в ПК.

Даний IBM може використовуватись як привід для будь-якої запірної та регулюючої трубопровідної арматури. А також він є вибухобезпечним, потужним, з високою швидкодією, простим в експлуатації, з низьким енергоспоживанням та можливістю підключення до ПК.

На сьогоднішній час IBM випускають такі компанії, як “SPM”, “Schenck”, “Брюль і К'єр”.

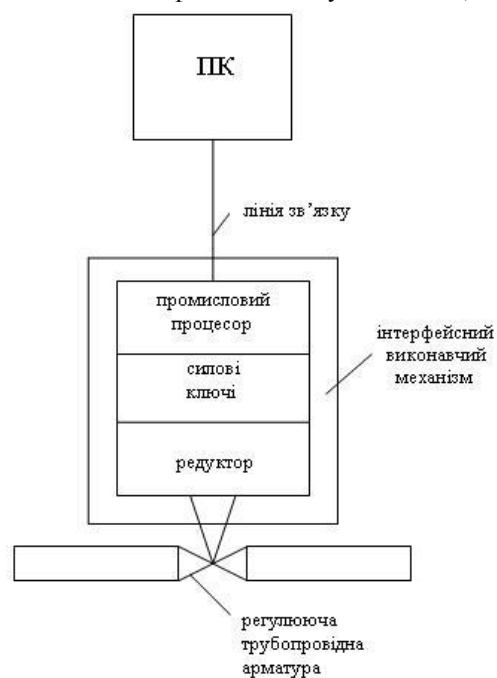


Рис. 3. Структурна схема IBM

### 4. Систематизація атрибутів інтерактивних моделей руху даних

В системах реального часу, які реалізують сучасні задачі автоматизованих систем управління (АСУ) та функції корпоративних комп'ютерних мереж є актуальною проблема формалізації та моделювання інтерактивних потоків даних та побудови відповідних ІМРД [1].

У зв'язку з цим виникає необхідність розвитку інформаційної технології формалізації руху даних шляхом визначення атрибутів ІМРД. На рисунку 4 показані атрибути об'єктів ІМРД.

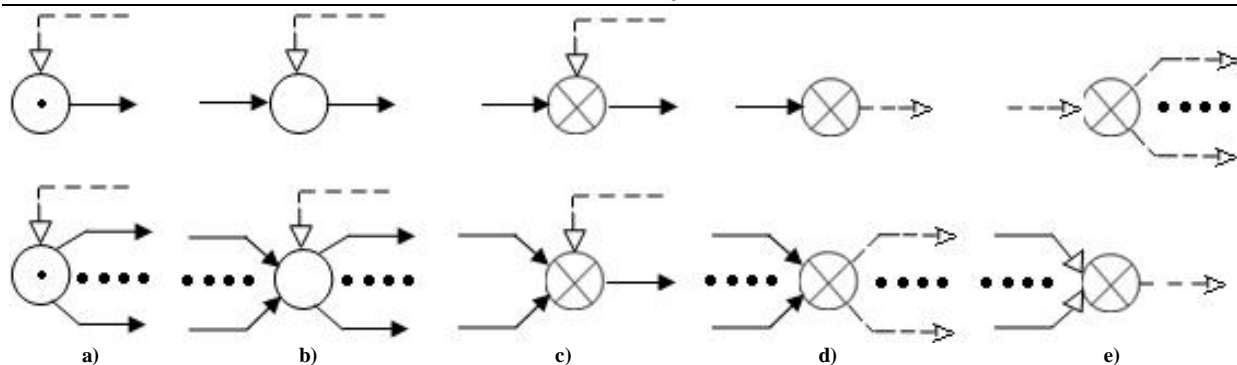


Рис. 4. Атрибути об'єктів інтерактивних моделей руху даних:

а) кероване джерело інформації; б) керований пункт обробки даних; с) керований проміжний пункт зберігання; д) некерований кінцевий пункт архівації даних; е) комунікаційні центри управління.

Виходячи з даного рисунку, функції об'єктів ІМРД повинні задовольняти наступні вимоги:

- 1) Кероване джерело може мати тільки один керуючий вхід, один або багато інформаційних виходів і жодного інформаційного входу.
- 2) Керований пункт обробки даних повинен мати не менше одного інформаційного входу і виходу.
- 3) Проміжний пункт затвердження і зберігання повинен мати один керуючий вхід і не менше одного інформаційного входу і тільки один інформаційний вихід.
- 4) Кінцевий пункт затвердження та архівації повинен мати не менше одного керуючого виходу і одного інформаційного входу і жодного інформаційного виходу.
- 5) Комунікаційні центри управління які представлені на рис.4.1,е описуються двома атрибутами:
  - центри злиття керуючих даних мають не менше двох керуючих входів і один керуючий вихід;
  - центри розподілення, мають один керуючий вхід і не менше двох керуючих виходів.

Дані атрибути визначають умови побудови несуперечливих ІМРД. З врахуванням визначених атрибутів ІМРД можна побудувати несуперечливу інтерактивну ІМРД на основі рис. 5.

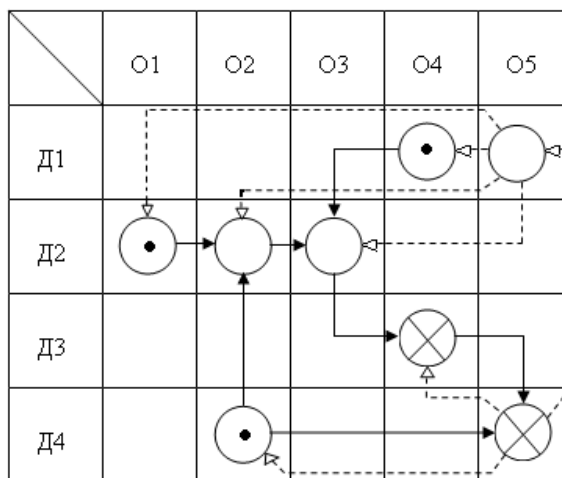


Рис. 5. Інтерактивна двомірна матрична МРД

При побудові інтерактивних двомірних моделей руху даних враховується коефіцієнт руху даних на основі такого виразу:

$$K_{cd} = \frac{S_i \cdot G_0}{S_0 \cdot G_i}$$

де  $S_i, S_0$  – фактичне число запитів і максимально можливе число запитів;  
 $G_i, G_0$  – фактичне число записів і максимально можливе число записів.

При цьому атрибути інтерактивних двомірних моделей руху даних описуються символами, які представлені в таблиці 2.

Атрибути модернізованих двомірних моделей ІМРД

Тип вузла матричної моделі	Символ	Умови непертиречивості
Кероване джерело інформації		$S_0 \rangle \sum_{i=1}^n S_i$
Керований пункт обробки інформації		$S_0 \rangle \sum_{i=1}^n S_i; G_0 \rangle \sum_{j=1}^m S_j$
Керований проміжний пункт зберігання		$S_0 \rangle \sum_{i=1}^n S_i; G_0 \rangle \sum_{j=1}^m S_j$
Некерований кінцевий пункт архівації даних		$G_0 \rangle \sum_{j=1}^m S_j$

**Висновки.** Проведений аналіз сучасних РКС показує, що теорія, методологія та техніка побудови ІКС недостатньо досліджена та потребує розвитку. Викладені характеристики фреймів та приклад побудови інтерфейсного виконавчого механізму. Запропоновані атрибути матричних моделей руху даних, адаптованих для інтерактивних комп'ютерних систем. Розроблені принципи побудови моделей руху даних можуть бути широко використані при проектуванні сучасних комп'ютерних систем.

### Література

1. Новгородський А. Інтерактивні моделі руху даних та їх застосування в комп'ютерних системах реального часу / А.М. Новгородський Я.М. Николайчук // Вісник Хмельницького національного університету – Хмельницький – 2005. – № 4. – Ч. 1. – Т. 2. – С. 68-71.
2. Пітух І. Особливості структурної організації фреймів в комп'ютерних мережах з глибоким розпаралеленням / І. Пітух, Я. Николайчук, А. Новгородський // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький. – 2005. – № 4. – Ч. 1. – Т. 2. – С. 7-10.
3. Николайчук Я.М. Проектування спеціалізованих комп'ютерних систем : [навч. посібник для вузів] / Николайчук Я.М., Возна Н.Я., Пітух І.Р. – Т. : ТЗОВ «Терно-граф», 2010. – 392 с.
4. Николайчук Я.М. Теорія джерел інформації / Николайчук Я.М. – [вид. 2-е, виправлене]. – Тернопіль : ТЗОВ «Терно-граф», 2010. – 536 с.
5. Николайчук Я.М. Теорія моделей руху даних розподілених комп'ютерних систем / Николайчук Я.М., Пітух І.Р., Возна Н.Я. – Т. : ТЗОВ «Терно-граф», 2008. – 216 с.
6. Яцків Н.Г. Системні характеристики джерел інформації та оцінка їх ентропії / Н.Г. Яцків, Я.М. Николайчук // Вісник технологічного університету Поділля. – Хмельницький. – 2002. – Т. 1. – № 3. – С. 197-200.
7. <http://abb.com>
8. [www.motorola.com](http://www.motorola.com)
9. Перцович І.М. Інтерфейсні виконавчі механізми мікропроцесорних систем автоматизації виробничих процесів / І.М. Перцович, Я.М. Николайчук // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Мікропроцесорні пристрої та системи в автоматизації виробничих процесів». – Хмельницький. – 2003. – С. 45-49.
10. Пат. до винаходу №71896 UA F16 K 31/04 «Інтерфейсний виконавчий механізм клапана» / І.В. Перцович, Я.М. Николайчук ; Опубл. 17.01.2005, Бюл. №1.

Надійшла 26.6.2012 р.  
Рецензент: д.т.н. Горбійчук М.І.