

**Т. Б. Мартинюк, В. В. Хом'юк**

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПАРАЛЕЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ  
ВЕКТОРНИХ МАСИВІВ ДАНИХ**

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**Т. Б. МАРТИНЮК, В. В. ХОМ'ЮК**

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПАРАЛЕЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ  
ВЕКТОРНИХ МАСИВІВ ДАНИХ**

Монографія

УНІВЕРСУМ –Вінниця

2005

УДК 681.32 : 519.7  
М 29

*Рецензенти:*

доктор технічних наук, професор **В. А. Лужецький**  
доктор технічних наук, професор **Л. І. Тимченко**

Рекомендовано до видання Ученою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 2 від 30.09.04 р.)

**Мартинюк Т. Б., Хом'юк В. В.**

**М 29 Методи та засоби паралельних перетворень векторних масивів даних.** Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2005. – 203 с.

ISBN

Монографія присвячена розробці нових та вдосконаленню відомих методів підсумовування та сортування, містить необхідні відомості щодо аналізу і дослідження функціональних можливостей і ефективності методів та алгоритмів мультиобробки масивів інформації з використанням принципу різницевого зрізів.

Монографія розрахована для наукових і інженерно-технічних працівників, викладачів та співробітників, які займаються розробкою та вдосконаленням паралельних методів обробки векторних масивів даних з орієнтацією на нейроструктури та нейрообчислення.

УДК 681.3 : 519.7

ISBN

© Т. Мартинюк, В.Хом'юк. 2004

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПАРАЛЕЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ВЕКТОРНИХ МАСИВІВ ДАНИХ.....	14
1.1. Концепція багатооперандної обробки числової інформації.....	14
1.2. Способи реалізації процесу групового підсумовування.....	17
1.3. Методи та засоби сортування числової інформації.....	25
1.4. Математичний апарат опису паралельних алгоритмів.....	32
1.4.1. Особливості позрізового оброблення при сегментації багатоградаційних зображень.....	34
1.4.2. Математичні моделі алгоритмів сортування.....	37
1.5. Основні концепції нейронних мереж для сортування масиву чисел.....	39
1.6. Вибір критерію ефективності реалізації алгоритмів паралельної обробки інформації.....	44
Висновки.....	51
2. ПАРАЛЕЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ МАСИВІВ ДАНИХ ЗА МЕТОДОМ РІЗНИЦЕВИХ ЗРІЗІВ.....	53
2.1. Основні положення перетворення векторних масивів.....	53
2.2. Розпаралелювання процесу мультипідсумовування елементів векторного масиву.....	56
2.3. Пряме перетворення векторних масивів.....	59
2.4. Зворотне перетворення векторних масивів.....	63
2.5. Формування локального (покрокового) порогу для сегментації багатоградаційних зображень.....	68
2.6. Особливості паралельних перетворень векторних масивів.....	72

2.7. Збіжність процесу мультипідсумовування за методом різницевих зрізів.....	81
Висновки.....	84
3. АЛГОРИТМІЧНІ МОДЕЛІ ТА ЗАСОБИ ПАРАЛЕЛЬНОГО ОБРОБЛЕННЯ МАСИВІВ ЧИСЛОВИХ ДАНИХ.....	86
3.1. Алгоритмічна модель лінійної згортки векторів як різновид процесу мультипідсумовування.....	86
3.2. Алгоритмічні моделі багатооперандної обробки за методом різницевих зрізів.....	89
3.2.1. Мультипідсумовування елементів векторного масиву.....	89
3.2.2. Алгебраїчне мультипідсумовування елементів векторного масиву.....	95
3.2.3. Порогове алгебраїчне мультипідсумовування елементів векторного масиву.....	101
3.3. Засоби багатооперандної обробки векторних масивів.....	107
3.3.1. Паралельний підсумовуючий пристрій.....	107
3.3.2. Пристрій для алгебраїчного мультипідсумовування елементів векторного масиву.....	117
3.3.3. Пристрій для порогового алгебраїчного мультипідсумовування елементів векторного масиву.....	122
3.4. Алгоритмічна модель сортування елементів векторного масиву за методом попарного обміну.....	125
3.5. Нейроподібна мережа для сортування елементів векторного масиву за методом попарного обміну.....	132
3.6. Ефективність мультипідсумовування елементів векторного масиву за методом різницевих зрізів.....	137
3.7. Чисельна стійкість мультипідсумовування елементів векторного масиву за методом різницевих зрізів.....	148
Висновки.....	150

4. ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ.....	153
4.1. Моделювання процесу паралельного сортування елементів векторного масиву.....	153
4.2. Експериментальне дослідження процесу мультипідсумовування елементів векторного масиву.....	162
4.3. Імітаційні моделі паралельних методів обробки векторних масивів.....	169
4.4. Области ефективного застосування засобів багатооперандного оброблення векторних масивів даних.....	180
Висновки.....	184
ЛІТЕРАТУРА.....	186

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- АМ – алгебраїчне мультипідсумовування
- БЗ – блок завантаження
- ДАП – двонапрямлена асоціативна пам'ять
- К – комутатор
- ЛЧК – логіко-часове кодування
- МРЗ – метод різницевих зрізів
- НВІС – надвелика інтегральна схема
- НМ – нейронна мережа
- НЧ – настроювальна частина
- ОАП – оптоелектронний асоціативний процесор
- ОЧ – обчислювальна частина
- ПАМ – порогове алгебраїчне мультипідсумовування
- ПЕОМ – персональна електронно-обчислювальна машина
- ПЕ – процесорний елемент
- ПР – пам'ять результатів
- ПФР – пам'ять фіксації реакцій
- РЗ – різницевий зріз
- РІА – регулярний ітераційний алгоритм
- РС – регулярна схема
- САА – система алгоритмічних алгебр
- СК – селектор кодів
- СНВІС – спеціалізована надвелика інтегральна схема
- ШПФ – швидке перетворення Фур'є

## ВСТУП

Різноманітність форм організації паралельних обчислень відображає різну проблемну орієнтацію у використанні таких обчислень, різні критерії їх ефективності та шляхи досягнення певних цілей. Так розпаралелювання обчислень, яке визначило побудову багатопроцесорних обчислювальних систем, стало основним засобом досягнення високої продуктивності [1,2].

Сьогодні методи розпаралелювання використовуються на всіх етапах розробки і застосування обчислювальних засобів – від вибору принципів функціонування і планування роботи окремих пристроїв до організації спільної роботи процесорів у складі обчислювальних машин і систем [3-7]. Практично всі обчислювальні системи у певній формі використовують методи суміщення операцій [1,8,9]. Іntenсивно розвиваються теорія і практика побудови паралельних архітектур обчислювальних систем, а також організація і планування паралельних обчислювальних процесів для досягнення максимальної продуктивності [10-13]. Разом з тим, потенційні можливості таких систем можуть бути повністю розкриті і використані лише після повного аналізу всіх аспектів організації обчислень: від розроблення математичних методів до реалізації в системі відповідних паралельних засобів і програм [14-18].

На сьогодні в Україні багатьма науковими школами ведеться розробка, створення та впровадження систем паралельної обробки інформації. Серед них: Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України (м. Київ)[19,20]; Інститут проблем реєстрації інформації НАН України (м. Київ); Національний технічний університет України “КПІ” (м. Київ) [21,22]; Державний науково-дослідний інститут інформаційної інфраструктури Державного комітету зв’язку та інформатизації і НАН України (м. Львів) [23,24]; Національний університет “Львівська політехніка” (м. Львів) [25,26]; фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка (м. Львів) [27,28]; Вінницький національний технічний університет (м. Вінниця) [4, 29-31] та інші.

Однією з основних проблем сучасної обчислювальної техніки є формулювання основних принципів побудови високопродуктивних



засобів обробки інформації. Особливо гостро ця проблема стоїть при створенні ефективних систем для розв'язання задач обробки та аналізу сигналів і зображень, розпізнавання образів у реальному часі, реалізація яких традиційними засобами обчислювальної техніки, зокрема, ЕОМ загального призначення, має суттєві труднощі [32, 33]. Разом з тим, при розробці високопродуктивних обчислювальних засобів визначальними постають властивості внутрішнього паралелізму алгоритмів, оскільки їхнє врахування дозволяє оптимально наблизити структуру задачі до структури обчислювальної системи, що розробляється [2,13, 32].

На сьогоднішній день розроблення і використання обчислювальних засобів не розглядається без застосування нових резервів розпаралелювання робіт [9,13]. Отже, проблема досягнення високої ефективності обробки сигналів і зображень залишається актуальною, оскільки потреба у швидких і високопродуктивних засобах векторно-матричної обробки інформації не зменшується, а зростає у зв'язку з розповсюдженням комп'ютерних технологій. В даному контексті є не тільки актуальним, але й перспективним розпаралелювання алгоритмів векторно-матричної обробки інформації, які реалізують оператор групового підсумовування, оскільки останній є складовою більшої частини задач обробки сигналів та зображень [34-36]. Крім того, вирішення даного питання пов'язане з побудовою та вдосконаленням моделей штучних нейронів, які реалізують як базову операцію накопичення (підсумовування) поточної інформації і можуть забезпечити більшу адекватність нейромереж при їх моделюванні [37-39].

Разом з тим, останнім часом зростає зацікавленість щодо впорядкування великих масивів інформації, наприклад, у базах даних [40], що привертає увагу до ефективної реалізації процедури сортування великих масивів при пошуку даних.

Таким чином, розробка нових та вдосконалення відомих методів підсумовування та сортування з подальшою їх інтеграцією, наприклад, у нейроподібні мережі є актуальною задачею на сучасному етапі розвитку високопродуктивних обчислювальних засобів для обробки сигналів та зображень у системах реального часу.

Метою даної роботи є вдосконалення та розширення функціональних можливостей методів векторного оброблення масивів при паралельній обробці інформації з орієнтацією на нейроструктури та нейрообчислення. Предметом дослідження є методи та моделі, які застосовуються в процесі паралельної обробки числової інформації. Методи дослідження базуються на методах математичного аналізу при створенні математичних моделей, основних положеннях теорії ймовірностей та статистичного аналізу, теорії штучних нейронних мереж, на основних положеннях алгебри матриць.

У даній роботі розглянуто питання вдосконалення та розширення функціональних можливостей методів векторного оброблення масивів даних при паралельній обробці та аналізі сигналів і зображень з орієнтацією на нейроструктури та нейрообчислення; досліджено процес мультипідсумовування елементів довільного векторного масиву, який містить як додатні так і від'ємні елементи, на основі відомого способу паралельного додавання числових даних за методом різницевого зрізів; наведено приклади практичної реалізації даного процесу; розроблено засоби багатооперандної обробки векторних масивів; досліджено та доведено часові залежності мультипідсумовування елементів векторних масивів; запропоновано такі методи паралельної обробки масивів: алгебраїчне мультипідсумовування як результат вдосконалення відомого паралельного додавання числових даних; порогове алгебраїчне мультипідсумовування, в результаті дослідження якого модифіковано схему формального нейрона; досліджено метод сортування із "замиканням" у "кільце" елементів векторного масиву в процесі сортування за методом попарного обміну; запропоновано математичну модель даного методу і наведено приклади практичної реалізації [41-63].

У першому розділі проведено аналіз методів паралельних перетворень векторних масивів даних. В результаті проведеного аналізу концепції багатооперандної обробки інформації показано, що її застосування в обчислювальних структурах є основою скорочення проміжних результатів а, отже, є основою спрощення та скорочення

потокообміну в структурі. У результаті досліджень концепції багатооперандної обробки встановлено, що її впровадження дозволяє розробляти, за рахунок паралелізму, обчислювальні засоби більшої продуктивності.

Обґрунтовано вибір оператора групового підсумовування масиву чисел для детального дослідження, який обумовлено тим, що цей оператор є постійною складовою більшості алгоритмів обробки сигналів і зображень, зокрема задач класифікації та сегментації зображень. Для реалізації даного оператора обрано метод різницевих зрізів як альтернативний по відношенню до відомих способів обчислення оператора групового підсумовування. В основу досліджень покладено спосіб паралельного додавання тривалостей групи часових інтервалів, розроблений проф. Кожем'яко В.П. Показано, що актуальною є задача дослідження часових залежностей алгоритмів паралельної обробки від потужності векторних масивів даних та розподілу елементів у масивах.

Проведений аналіз методів сортування числової інформації показав, що серед відомих методів сортування, які використовують послідовні порівняння, що не перетинаються, і таким чином дозволяють їх паралельне виконання, найбільш ефективним є метод попарного обміну. Отже, перспективною є задача вдосконалення даного методу та його апаратна реалізація для оброблення векторних масивів.

Обґрунтовано, що представлення математичних моделей обробки сигналів і зображень у векторно-матричній формі найбільш адекватно описує організацію обчислювальних процесів, зокрема підсумовування. При цьому загальний вигляд векторно-матричної обчислювальної процедури і способи формування вхідних матриць та векторів однозначно визначають просторово-часові зв'язки між процесорними елементами, розкривають узагальнену структуру обчислювального процесу. Для компактного опису алгоритмів сортування масивів чисел найбільш формалізованим описом можна вважати математичний апарат систем алгоритмічних алгебр (САА) В.М. Глушкова.

Проведений аналіз нейроподібних мереж, здатних до виконання елементарних операцій для сортування масиву чисел, показав доцільність модифікації та комбінування відомих нейроподібних мереж, а також можливість модифікації моделі формального нейрона із латеральним гальмуванням за рахунок суміщення виконання операції підсумовування довільних за знаком елементів масиву інформації та функції активації.

Показано, що серед методів оцінювання ефективності паралельних алгоритмів перевагу слід віддавати методам, які враховують взаємозв'язок між паралелізмом задачі та запропонованої для реалізації цієї задачі структури. В даному контексті є доцільним використання коефіцієнта узгодження при оцінюванні ефективності алгоритмів мультиобробки масивів даних.

У другому розділі розглянуто математичні моделі та доведено ряд тверджень паралельних перетворень векторних масивів при реалізації процесу мультипідсумовування. Сформовані і доведені основні положення прямих і зворотних перетворень векторних масивів. Обґрунтовано із застосуванням алгоритму Вінограда, що мультипідсумовування за методом різницевого зрізів є варіантом розпаралелювання процесу послідовного підсумовування елементів векторного масиву поряд з логарифмічним підсумовуванням та рекурсивним підсумовуванням. Розглянуто формування локального (покрокового) порогу для сегментації при позрізовій обробці багатоградаційних зображень. Запропоновано і доведено можливість використання методу різницевого зрізів для мультипідсумовування елементів векторного масиву з довільними елементами в результаті його представлення у вигляді конкатенації двох векторних масивів, які містять відповідно додатні та від'ємні елементи початкового масиву. При цьому розглянуто два варіанти отримання суми елементів векторного масиву. Доведено та досліджено аналітичні вирази часових залежностей процесу алгебраїчного мультипідсумовування числових величин від структури вхідного масиву даних. Доведено лінійну збіжність мультипідсумовування для векторних масивів із різними додатними елементами.

У третьому розділі представлено алгоритмічні моделі та засоби паралельного оброблення масивів числових даних. Зокрема, розроблено алгоритмічні моделі мультипідсумовування, алгебраїчного мультипідсумовування, порогового алгебраїчного мультипідсумовування елементів векторного масиву та структурні схеми паралельних підсумовуючих пристроїв для реалізації наведених процесів мультипідсумовування. Досліджено часові співвідношення роботи даних пристроїв. При цьому в основу розроблених засобів покладено структурну організацію пристрою для паралельного додавання, запропоновану проф. Кожем'яко В.П.

Досліджено процес сортування елементів векторного масиву, зокрема, методом попарного обміну та показано можливість зменшення циклів даного процесу в результаті застосування “замикання” елементів векторного масиву у “кільце”. Такий підхід дозволяє зменшити тривалість процесу сортування масиву чисел, як мінімум на один контрольний перегляд, за рахунок введення допоміжного нульового елемента. Досліджено нейроподібну  $S$ -мережу, яка призначена для виконання паралельного сортування масиву чисел методом попарного обміну. Особливістю даної  $S$ -мережі є те, що її обчислювальна частина представлена у вигляді просторово-розподіленої пам'яті. Це забезпечує можливість формування поточних матриць ваги самою мережею. Доведено збіжність функції обчислювальної енергії  $S$ -мережі, що обумовлює стійкість запропонованої мережі.

Доведено ефективність мультипідсумовування елементів векторного масиву із застосуванням методу різницевого зрізів. При цьому отримано верхню і нижню межі для визначення прискорення та ефективності даного процесу.

У четвертому розділі розроблено методику експериментального дослідження та проведено імітаційне моделювання запропонованих методів сортування та мультипідсумовування елементів векторного масиву. Наводяться імітаційні моделі паралельних методів обробки векторних масивів. В результаті комп'ютерного моделювання було підтверджено, що використання способу “замикання” елементів векторного масиву у “кільце” дозволяє прискорити процес сортування

елементів даного масиву в середньому на 3-16% . Аналіз результатів моделювання мультипідсумовування елементів векторного масиву показує збільшення швидкодії процесу мультипідсумовування елементів масиву практично в два рази ( $\approx 1,85$ ) за умови, коли у вхідному масиві даних присутні групи однакових елементів ( $R$ ), що відбувається при невеликих  $\sigma$  ( $\sigma = 10..20$ ). Проведене комп'ютерне моделювання процесу формування локального порогового значення  $\Lambda_j$ , що визначається за формулою (5), середньої суми елементів векторного масиву  $A_j$  показало можливість відкидання принаймні 25% мінімальних елементів, починаючи з мінімального елемента останнього масиву, а отже, прискорення цього процесу в 1,3 рази.

Окремі теоретичні результати роботи та програмне забезпечення впроваджено у навчальний процес з викладання дисциплін “Оптоелектронні інтелектуальні системи” та “Нові інформаційні технології обробки, аналізу та розпізнавання зображень” на кафедрі лазерної та оптоелектронної техніки Вінницького національного технічного університету.

Монографія розрахована на наукових та інженерно-технічних працівників у галузі обчислювальної техніки, паралельної обробки сигналів і зображень, а також на студентів і аспірантів відповідних спеціальностей.

Автори висловлюють щире подяку академіку, проф. Б.І. Мокіну за підтримку та конструктивні поради, проф. В.П. Кожем'яці, проф. В.М. Дубовому, проф. Р.А. Воробелю, проф. В.А. Лужецькому, проф. Л.І. Тимченку за плідне обговорення результатів та допомогу в процесі роботи над монографією.

## Література

1. Параллельная обработка информации. В 5-ти томах. Т. 4. Высокопроизводительные системы параллельной обработки информации/Л. Б. Авгуль, А. И. Белоус, А. И. Гречишников и др.; Под ред. Грицыка В. В. // АН УССР. Физ.-мех. ин-т. – К.: Наук. думка, 1984. – 272 с.
2. Системы параллельной обработки: Пер. с англ./Под ред. Д.Ивенса. – М.: Мир, 1985. – 416 с.
3. Сверхбольшие интегральные схемы и современная обработка сигналов: Пер. с англ./ Под ред. С. Гуна, Х. Уайтхауса, Т. Кайлата. – М.: Радио и связь, 1989. – 472 с.
4. Свечников С.В., Кожемяко В.П., Тимченко Л.И. Квазиимпульсно-потенциальные оптоэлектронные элементы и устройства логико-временного типа. – К.: Наукова думка, 1987. – 256 с.
5. Аппаратные и программные средства цифровой обработки сигналов (Тематический выпуск)//ТИИЭР. – 1987. – т.75.- № 9. – С. 235.
6. Вербовецкий А.А. Современные методы создания оптической цифровой вычислительной техники//Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники. – 1999. - № 6. – С. 12-50.
7. Tsaryov Alexandr P. The parallel algorithm for a correlation function computing/Computer Science Journal of Moldova. – 2000. - № 3. P. 22-31.
8. Малиновский Б. Н., Боюн В. П., Козлов Л. Г. Введение в кибернетическую технику. Параллельные структуры и методы. – К.: Наукова думка, 1989. – 248 с.
9. Параллельная обработка информации. В 5-ти томах. Т. 5. Проблемно-ориентированные и специализированные средства обработки информации/А.Н. Аксенов, В.В. Аристов, Е.Ю. Бразилович и др.; Под ред. Б.Н. Малиновского и В. В. Грицыка // АН УССР. Физ.-мех. ин-т. – К.: Наук. думка, 1990. - 504 с.

10. Фрир Дж. Построение вычислительных систем на базе перспективных микропроцессоров: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 413 с.
11. Даджион Д., Нерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 488 с.
12. Куприянов М.С., Матюшкин Б.Д. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования. - СПб.: Политехника, 1999. – 592 с.
13. Специализированные процессоры для высокопроизводительной обработки данных/ О.П. Бандман , Н.Н. Миренков , С.Г. Садухин и др. – Новосибирск: Наука, 1988. – 208 с.
14. Гвоздев В.И., Кузаев Г.А., Назаров И.В. Проблемы повышения быстродействия обработки цифровой информации//Зарубежная радиоэлектроника. – 1996. - № 6. – С. 19-29.
15. Hinrichs Willm. A 1,3-GOPS parallel DSP for high-performance image-processing applications. IEEE Journal of Solid – State Circuits [H.W.Wilson-AST]; Jul 2000; Vol. 35, № 7; p. 946-954.
16. Параллельная обработка структур данных/Г.И. Шпаковский, А.С. Липницкий, Г.Н. Черников и др.; Под ред. В.А. Мищенко. - Мн.: Университетское, 1988. – 272 с.
17. Техническое обеспечение цифровой обработки сигналов. Справочник//М.С. Куприянов , Б.Д. Матюшкин, В.Е. Иванова , Н.И. Матвиенко, Д.Ю. Усов – СПб.: «ФОРТ», 2000. – 752 с.
18. Вишенчук И.Н., Черкасский Н.В. Алгоритмические операционные устройства и супер-ЭВМ. – К.: Техника, 1990. – 197 с.
19. Винцюк Т.К. Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов. – К.: Наук. думка, 1987. – 261 с.
20. Вінцюк Т.К. Новий метод розпізнавання великої кількості образів, що ґрунтується на використанні інтегральних ознак// Друга Всеукраїнська міжнародна конференція (УкрОбраз - 94) - К., 1994. – С. 11 – 17.
21. Самофалов К.Г., Корнейчук В.И., Тарасенко В.П. Цифровые ЭВМ. Теория и проектирование. 3-е изд. – К.: Вища шк., 1989. – 424 с.



22. Самофалов К.Г., Луцкий Г.М. Основы теории многоуровневых конвейерных вычислительных систем. – М.: Радио и связь, 1989. – 272 с.
23. Русин Б.Н. Системы синтеза, обработки та розпізнавання складно структурованих зображень. – Львів: Вертикаль, 1997. – 264 с.
24. Муравський Л.І. Обробка бінарних фазових зображень в оптичних і оптико-цифрових кореляційних системах. – Тернопіль: Серпень, 1999. – 187 с.
25. Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств: Справочник. – М.: Радио и связь. – 1991. – 527 с.
26. Hrytsyk V. V., Aizenberg N. N. at el. The neural and neural-like networks: synthesis, realization, application and future// Інформаційні технології і системи. – 1998. – Т. 1. - № 1/2. – С. 15 – 55.
27. Воробель Р.А., Журавель І.М., Опир Н.В. Деякі методи обробки слабконтрастних зображень// Електроніка і зв'язь. – 2000. - № 8. – С. 127-130.
28. Воробель Р.А. Локальний контраст як основа побудови методів підвищення якості зображень// Відбір і обробка інформації. – 2001. – Вип. 15(91). – С.154-163.
29. Мартинюк Т.Б. Рекурсивні алгоритми багатооперандної обробки інформації. – Вінниця: “УНІВЕРСУМ-Вінниця”, 2000.- 216 с.
30. Дубовой В.М. Інформаційні характеристики алгоритмічних засобів ІВС/ Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: Збірник наукових праць. – Хмельницький: ТУП, 2000. – С.43-47.
31. Кожем'яко В.П., Тимченко Л.І., Кутаєв Ю.Ф., Івасюк І.А. Вступ в алгоритмічну теорію ієрархії і паралелізму нейроподібних обчислювальних середовищ та її застосування до перетворення зображень. Ч.2. Основи теорії пірамідально-сіткового перетворення зображень. – К.: ІСДО, 1994. – 272 с.
32. Супер-ЭВМ. Аппаратная и программная организация/Под ред. С. Фернбаха: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1991. – 320 с.
33. Параллельная обработка информации. В 5-ти томах, Том 2. Распараллеливание алгоритмов обработки информации/ Под ред. А.Н. Свенсона. – К.: Наукова думка, 1985. – 280 с.

34. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 448 с.
35. Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления сверток: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1985. – 248 с.
36. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений/ Т.С. Хуанг, Дж.-О. Эклунд, Г.Дж. Нуссбаумер и др.; Под. ред. Т.С. Хуанга: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1984. – 224 с.
37. Степанов М.В. Оптические нейрокомпьютеры: современное состояние и перспективы // Зарубежная радиоэлектроника. – 1997. - №2. – С. 32-53.
38. Галушкин А. И. Некоторые исторические аспекты развития элементной базы вычислительных систем с массовым параллелизмом (80- и 90-е годы) // Нейрокомпьютер. – 2000. - № 1. – С. 68 – 82.
39. <http://neurnews.iu4.bmstu.ru>
40. <http://alglib.chat.ru/sort/index.html>.
41. Мартинюк Т.Б., Хом'юк В.В., Кухарчук Г.В. Можливості розпаралелювання алгоритму багатооперандного додавання // Вісник Вінницького політехнічного інституту.-1997. - №4 – С.89-94.
42. Мартинюк Т.Б., Хом'юк В.В., Савалюк І.М., Охрущак Д.В. Використання зрізів різниць для багатооперандного додавання числових величин // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. - №2 – С.63-68.
43. Мартинюк Т.Б., Хом'юк В.В., Мельничук О.В. Дослідження особливостей багатооперандної обробки числової інформації // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1999. – №2 – С.66-71.
44. Хом'юк В. В., Козлова В. І., Яровий А. А. Алгоритмічна модель лінійної згортки векторів з використанням векторно-матричних перетворень // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. – № 3. – С. 124 – 126.
45. Хом'юк В. В.. Використання одновимірної згортки при перетвореннях множини числових даних // Матеріали ІХ – ої

- Міжнародної наукової конференції ім. М. Кравчука. - К.: НТТУ "КПІ". – 2002. – С. 390.
46. Мартинюк Т.Б., Хом'юк В.В., Расенко Р.А., Емін С.А. Аналіз часових характеристик при сортуванні випадково розподілених даних // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2003. - № 1. – С. 48-53.
  47. Мартинюк Т.Б., Буда А.Г., Козлова В.І., Хом'юк В.В., Мартинюк О.Б. Часові аспекти сортування великих масивів інформації//Теорія і практика перебудови економіки: збірник наукових праць/За ред. В.І. Хомякова. - Мукачєво–Черкаси, 2001. – С.240-245.
  48. Мартинюк Т.Б., Лысенко Г.Л., Буда А.Г., Козлова В.И., Хомюк В.В., Мартинюк О.Б. Особенности нетрадиционного кодирования данных при ассоциативной обработке // Вісник Черкаського інженерно-технологічного інституту – 2001. - С. 390-391.
  49. Хом'юк В. В. Розпаралелювання обробки інформації при розпізнаванні зображень // Збірник тез доповідей International Conference on Optoelectronic Information Technologies "Optoelectronic Information-Energy Technologies". - Вінниця, 2001. – С. 36.
  50. Хом'юк В. В., Козлова В. І. Моделювання паралельних обчислювальних процесів в Mathcad // Збірник тез доповідей International Conference on Optoelectronic Information Technologies "Optoelectronic Information-Energy Technologies" . – Вінниця, 2001. – С. 37.
  51. Хом'юк В. В., Козлова В. І., Яровий А. А., Баранов Р. А. Рекурсивна взаємодія алгоритмів для задач паралельної обробки інформації // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: Збірник наукових праць. – Хмельницький: ТУП, 2001. – № 8. – С. 40-44.
  52. Мартинюк Т. Б., Хом'юк В. В., Козлова В. І. Особливості моделювання скалярної операції при багатооперандній обробці інформації // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. – №4. – С.105-108.

53. Мартинюк Т.Б., Хом'юк В.В., Куперштейн Л.М., Матвеев Є.М. Аналіз моделей паралельного підсумовування елементів числового масиву // Вісник Вінницького політехнічного інституту.-2002. - №6 – С.65-70.
54. Кожемяко В. П., Хомюк В. В., Яровой А. А. Перспективы создания оптоэлектронных нейрокомпьютеров в контексте развития современных нейротехнологий // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: Збірник наукових праць. – Хмельницький: ТУП, 2002. – № 9. – С. 108 - 114.
55. Хомюк В. В., Пехан И. Л. Особенности нейросетевого подхода к решению задач обработки информации в системах управления // Збірник тез доповідей Second International Scientific Conference of Students, Post-Graduate Students and Young Scientists. - Вінниця, 2002. – С. 43.
56. Хом'юк В. В. Розклад довільних матриць на множники в процесі попередньої обробки інформації // Збірник тез доповідей Second International Scientific Conference of Students, Post-Graduate Students and Young Scientists. - Вінниця, 2002. – С. 15.
57. Хом'юк В. В. Дослідження процесу перетворення даних з використанням принципу різницевого зрізів // Збірник тез доповідей Second International Scientific Conference on Optoelectronic Information Technologies “PHOTONICS-ODS 2002” . - Вінниця, 2002. – С. 18.
58. Хомюк В. В., Козлова В. И. Обработка массивов чисел с использованием метода разностных срезов // Тезисы докладов международной научной конференция “Современные методы кодирования в электронных системах” СМКЭС–2002. – Сумы, 2002. – С. 61.
59. Мартинюк Т. Б., Кожем'яко А. В., Пехан І. Л., Хом'юк В. В., Мартинюк О. Б. Нейроструктури та нейрообчислення: Застосування INTERNET // Третя міжнародна конференція ”ІНТЕРНЕТ – ОСВІТА – НАУКА – 2002”. Збірник матеріалів конференції. Том 2. - Вінниця, 2002. – С. 338 – 341.

60. Мартинюк Т. Б., Хом'юк В. В., Кожем'яко А. В., Фофанова Н. В., Мартинюк О. Б. Сортувальна нейроподібна мережа //Шоста всеукраїнська міжнародна конференція "УкрОБРАЗ'2002". – Київ, 2002. – С. 183 – 186.
61. Хом'юк В. В. Дослідження процесу прискорення мультипідсумовування методом різницевого зрізів // Тези доповідей IX-ої всеукраїнської наукової конференції "Сучасні проблеми прикладної математики та інформатики". – Львів, 2002. – С. 129 – 130.
62. Хом'юк В. В. Методи попередньої обробки інформації в процесі розпізнавання образів // Вісник Сумського державного університету. – 2002. - № 12(45). – С. 177 – 183.
63. Патент України 55861 А, МПК 7 G06G7/14. Паралельний підсумовуючий пристрій/ Мартинюк Т.Б., Панасюк О.В., Козлова В.І., Хом'юк В.В., Михайлова-Пехан О.М. - № 2002075727; Заявлено 11.07.2002; Опубл. 15.04.2003, Бюл. № 4. – 4 с.
64. Кун С. Матричные процессоры на СБИС: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 672 с.
65. Майерс Г. Архитектура современных ЭВМ. В 2-х кн. Кн. 2. Пер. с англ.— М.: Мир. 1985. – 312 с.
66. Фейлмейер М. Параллельные численные алгоритмы // Системы параллельной обработки/ Под ред. Д. Ивенса. – М.: Мир, 1985. – С. 285 – 337.
67. Гамаюн В.П. О развитии многооперандных вычислительных структур // УСиМ.- 1990.- №4. - С.31-33.
68. Гамаюн В.П. Организация обработки в многооперандных вычислительных структурах. – К.: Препр./НАН Украины. Ин-т кибернетики им.В.М.Глушкова; 96-3, 1996. - 20 с.
69. Карцев М.А., Брик В.А. Вычислительные системы и синхронная арифметика. – М.: Радио и связь, 1981. – 360 с.
70. Коугли П.М. Архитектура конвейерных ЭВМ. - М.: Радио и связь, 1985 - 358 с.
71. Гамаюн В.П. Организация макрооператорной обработки в многооперандных вычислительных структурах// УСиМ. –1995. – №6. – С. 17 – 24.

72. Воеводин В. В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ – Петербург, 2002. – 608 с.
73. Грицык В. В. Распараллеливание алгоритмов обработки информации в системах реального времени. – К.: Наук. думка, 1981.- 216 с.
74. Головкин Б. А. Параллельные вычислительные системы. - М.: Наука, 1980.- 517с.
75. Тимченко Л.И., Кутаев Ю.Ф., Грудин М. А. Харви Д., Герций А.А. Параллельно-иерархической подход для обработки изображений // Электронное моделирование. - 1999. - Т. 21, №4. - С. 35 - 46.
76. Кожем'яко В.П., Тимченко Л.І., Білан С.М., Поплавський А.В. Паралельні обчислювальні методи та засоби пірамідальної обробки інформації. Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1994. –154 с.
77. Шапошніков О.В. Огляд сучасних методів побудови високопродуктивних конвеєрних аналого-цифрових перетворювачів // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2001. – Т. 3. - № 1. – С. 55-62.
78. Миренков Н. Н. Параллельное программирование для многомодульных вычислительных систем. – М.: Радио и связь, 1989. – 320 с.
79. Stephan Baier. High Speed Signal Processing. Burr-Brown Inc. – 1998. P.8.2 – 8.41.
80. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере. – М.: Финансы и статистика, 1995. - 456 с.
81. Яншин В.В. Анализ и обработка изображений: принципы и алгоритмы. – М.: Машиностроение. 1995. – 112 с.
82. Дубовой В.М., Кветний Р.Н. Програмування персональних систем управління: Навчальний посібник/ МО України. – Вінниця, 1999. – 110 с.
83. Вальковский В. А., Котов В. Е., Марчук А. Г., Миренков Н. Н. Элементы параллельного программирования. – М.: Радио и связь, 1983. – 230 с.
84. Вальковский В. А. Распараллеливание алгоритмов и программ. Структурный подход. – М.: Радио и связь, 1989. – 176 с.

85. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
86. Барский А.Б. Параллельные процессы в вычислительных системах: Планирование и организация. – М.: Радио и связь, 1990. – 256 с.
87. Очин В. Ф. Вычислительные системы обработки изображений. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 136 с.
88. Ахо А., Хопкфорт Д., Ульман Д.Д. Структуры данных и алгоритмы: Пер. с англ.: Учеб. пос. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2000. – 384 с.
89. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. - М.: Мир, 1982. – Кн.1. – 312 с.
90. СБИС для распознавания образов и обработки изображений: Пер. с англ./Под ред. К. Фу. – М.: Мир, 1988. – 248 с.
91. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. - М.: Мир, 1982. – Кн.2. – 480 с.
92. Справочник по цифровой вычислительной технике/ Под ред. В.Н. Малиновского. – К.: Техніка, 1980. – 320 с.
93. Кожем'яко В.П., Мартинюк Т.Б., Тимченко Л.І. Дослідження методів реалізації оператора групового підсумовування// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1997. - №1. - С. 123 – 129.
94. А.с. 554537 СССР, МКИ G 06 7/385. Устройство для  $n$  – разрядных чисел массива/ В.П. Боюн, А.В. Писарский (СССР). - №1922432/24; Заявлено 18.05.73; Опубл. 15.04.77, Бюл. №14.
95. А.с. 1396139 СССР, МКИ G 06 F 7/50. Суммирующее устройство/ О.Г. Кокаев, В.С. Кисленко, Амехо Давид, Л.А. Жигач (СССР). - №4149955/24; Заявлено 20.11.86; Опубл. 15.05.88, Бюл. №18.
96. А.с. 1424011 СССР, МКИ G 06 F 7/50. Ассоциативное суммирующее устройство/ М.- М.А. Исмаилов, И.А. Айдемиров, А.А. Зухраев, И.А. Магомедов (СССР). - №4165174/24; Заявлено 23.12.86; Опубл. 15.09.88, Бюл. №34.

97. Гамаюн В.П. Способ ускоренного преобразования многорядного кода в однорядный// УСиМ. –1995. – №4/5. – С.10 – 14.
98. Методы структурной реализации оператора группового суммирования/ Т.Б. Мартынюк, Г.Л. Лысенко, А.Г. Буда, О.В. Король; Винниц. гос. техн. ун-т. – Винница, 1996. – 57 с. Деп. в ГНТБ Украины 12.12.96, №2383 – Ук 96.
99. Мартинюк Т.Б. Порівняльний аналіз способів реалізації оператора групового підсумовування// Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. - №3. – С. 48 – 52.
100. Мартинюк Т.Б., Аль – Хіяри М.М., Кожем'яко А.В. Аналіз математичних моделей оператора групового підсумовування// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1999. - №1.- С. 11 – 12.
101. Грицык В. В. , Михайловский В. Н. Оценка качества передачи информации – К.: Наук. думка, 1973.- 180 с.
102. Параллельная обработка информации. В 5-ти томах. Том 1. Распараллеливание алгоритмов обработки информации/ Под ред. А.Н. Свенсона. – К.: Наукова думка, 1985. – 280 с.
103. Воробьев В.А. Об эффективности параллельных вычислений // Автометрия. – 2001. – № 1. - С. 50 – 58.
104. Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 367 с.
105. Храпченко В.М. Об одном способе преобразования многорядного кода в однорядный // ДАН СССР. – 1963. – Т. 148. - №2. – С. 296 –299.
106. Джагадиш Х.В., Рао С.К., Кайлат Т. Матричные структуры для реализации итерационных алгоритмов// ТИИЭР. – 1987. – Т. 75. - №9. – С. 184 – 203.
107. А. с. 1119035 СССР, МКИ G 06 G 7/14. Способ параллельного сложения длительностей группы временных интервалов/ В.П. Кожемяко, Л.И. Тимченко, Т.В. Головань, Н.Е. Фурдияк, Т.Б. Мартынюк (СССР). - №3528309/18; Заявлено 24.12.82; Опубл. 15.10.84, Бюл. №38. – 5 с.



108. Параллельная обработка изображений/ В.П. Кожемяко, А.К. Гара, Т.Б. Мартынюк, А.Г. Буда. - Ужгород: Изд – во Ужгород. гос. ун–та, 1993. – 89 с.
109. Лорин Г. Сортировка и системы сортировки.: Пер. с англ. – М.: Мир,1983.– 384с.
110. Сибуя М., Ямамото Т. Алгоритмы обработки данных: Пер. с япон. – М.: Мир, 1986. – 218 с.
111. Гузик В.Ф., Золотовский В.Е., Чиненов С.А. Организация различных методов сортировки в вычислительных системах // Электронное моделирование. – 1992. - № 3. – 125 с.
112. Мартынюк Т.Б. Организация ассоциативного процессора с поразрядно-последовательной обработкой информации // Электронное моделирование. – 1996. – Т.18. - № 3. – С.28-31.
113. Григорьев В.Р., Наумов С.П. Нейросетевая реализация алгоритма сортировки на трехмерном оптическом нейрочипе//Автометрия. – 1993. – № 3.- С. 28 – 37.
114. Зербино Д.Д., Цмоць И.Г. Процессор сортировки чисел на базе клеточных автоматов // 3-я украинская конференция по автоматическому управлению “Автоматика - 96”. – Севастополь: СевГТУ, 1996. – Т.1. – С. 177-179.
115. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Т.3. Поиск и сортировка. – М.: Мир, 1978. – 844 с.
116. Шинкаренко В. И. Об оценке эффективности алгоритмов с учетом архитектуры ЭВМ // Тези доповідей міжнародної науково-методичної конференції “Комп’ютерне моделювання”. – Дніпродзержинськ, 2000. – С. 268 – 269.
117. Алексеев В.Л., Лукович В.В. Применение нейрокомпьютера в задачах визуального контроля // Нейроподобные сети и нейрокомпьютеры: Сб. науч. тр. – К., 1991. – С. 44-51.
118. Параллельные вычислительные системы с общим управлением / И.В. Прангишвили, С.Я. Виленкин, Л.И. Медведев. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 312 с.
119. Аль Хіярі Мохаммад Махмуд Хусаін. Оптиелектронний асоціативний процесор з логіко-часовим кодуванням інформації:

- Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.05/ Вінницький державний технічний університет. – Вінниця, 2001. – 20 с.
120. Козик В.И., Михляев С.В. Оптическая система для параллельной обработки данных в голографическом ЗУ // Автометрия. – 1990. - №3. – С. 17-24.
  121. Кохонен Т. Ассоциативные запоминающие устройства: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 384 с.
  122. Тербер К. Архитектура высокопроизводительных вычислительных систем: Пер. с англ. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1985. – 272 с.
  123. Царев А.П. Алгоритмические модели и структуры высокопроизводительных процессоров цифровой обработки сигналов. – Szczecin, Informa, 2000. – 237 с.
  124. Вышинский В. А., Рабинович З. Л. О создании высокопроизводительных универсальных ЭВМ, работающих в алгебре матриц // Автоматика. – 1983. - № 5. - С. 80-84.
  125. Пухов Г. Е., Бардаченко В. Ф., Королев Ю. В. Вычислительные устройства на скаляторах. – К.: Техника, 1983. – 145 с.
  126. Хохлюк В.И. Параллельные алгоритмы целочисленной оптимизации. – М.: Радио и связь, 1987. – 224 с.
  127. Сегментація багатоградаційних зображень на основі ознак просторової зв'язності/ Л.І. Тимченко, Я.Г. Скорюкова, С.М. Марков, Я.О. Гальченко// Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. - №4. – С. 39 – 44.
  128. Timchenko L., Skorukova I., Kutaev I., Markov S., Martyniuk T., Halchenko J. Method Spatial-Connected Segmentation of Image // Праці 3-ої Всеукраїнської МНТК “Обробка сигналів і зображень та розпізнавання образів УКРОБРАЗ’96”. – Київ, 1996. – С. 79-81.
  129. Резник А.М., Куссуль М.Э. Оптоэлектронный нейрокомпьютер // УСиМ. – 1993. - №5. – С. 6-12.
  130. Кожемяко В.П., Кутаев Ю.Ф., Тимченко Л.И., Чепорнюк С.В. Локализация протяженного объекта с предварительным сверточным суммированием изображения // Тезисы докладов 1-й Всесоюзной НТК “Распознавание образов и анализ изображений:

- новые информационные технологии”(РОАИ-1-91). – Минск, 1991. – С. 66-69.
131. Егоров В.М. Трехмерные нейроподобные оптические вычислительные структуры // Автометрия. – 1993. - №3. – С. 38-43.
  132. The neural and neural-like networks: synthesis, realization, application and future / V.V. Hrytsyk, N.N. Aisenberg, R.A. Bun et. al. // Інформаційні технології і системи. – 1998. – Т. 1. - №1/2. – С. 15-55.
  133. Цейтлин Г.Е. Проектирование последовательных алгоритмов сортировки: классификация, трансформация, синтез // Программирование. – 1989. - № 3. – С. 3-24.
  134. Цейтлин Г.Е. Распараллеливание алгоритмов сортировки // Кибернетика. – 1989. - № 6. – С. 67-74.
  135. Цейтлин Г.Е. Структурное программирование задач символьной мультиобработки // Кибернетика. – 1983. - № 5. – С. 22-30.
  136. Галушкин А.И. Нейронные ЭВМ и нейроматематика: (Концепция развития)// Научно-технические средства информации, автоматизации и интеллектуализации в народном хозяйстве. Материалы семинара. – М., 1991. – С. 23-33.
  137. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры в разработках военной техники США // Зарубежная радиоэлектроника. – 1995. - №5. – С. 3-48.
  138. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры в разработках военной техники США. Ч. II // Зарубежная радиоэлектроника. –1995.-№6. – С. 4-21.
  139. Проблемы построения и обучения нейронных сетей/ Под ред. А.И. Галушкина и В.А. Шахнова. – М.: Изд-во Машиностроение. Библиотечка журнала Информационные технологии. – 1999. - № 1. – 105 с.
  140. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.
  141. Галушкин А.И., Иванов В.В., Картамышев М.Г., Симоров С.Н., Черевков К. В. Некоторые концептуальные вопросы развития

- нейрокомпьютеров // Зарубежная радиоэлектроника. – 1997. - №2. – С. 3-10.
142. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. Пер. с англ. – М.: Мир, 1992. – 240 с.
143. Takifuji Y., Lee K. C. A super parallel sorting algorithm based on neural networks// IEEE Trans. Circuit Syst. – 1990. – 37, № 11. – P. 1425.
144. Кузьмин И.В., Кедрус В.А.. Основы теории информации и кодирования. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 238 с.
145. Кузьмин И.В. Оценка эффективности и оптимизации автоматизированных систем контроля и управления. – М.: Советское радио, 1971. – 296 с.
146. Васюра А.С., Дубовой В.М., Хомчук А.Ф. Исследование эффективности ассоциативных систем обработки информации// Матеріали междунар. конф. Приборостроение – 95. – Винница – Львов. – 1995.
147. Рейнгольд Э., Нивергельт Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы: Теория и практика. – М.: Мир, 1980. – 476 с.
148. Валях Е. Последовательно-параллельные вычисления: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 456 с.
149. Миренков Н. Н. Параллельные алгоритмы и корректность параллельных программ // Программирование. – 1985. - № 6. – С. 3-16.
150. Компактний опис моделей зображень для класифікації образів/ Л.І. Тимченко, Ю.Ф. Кутаєв, С.В. Чепорнюк, О.А. Герций, О.В. Бурдейна // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. - №2. – С. 72 – 83.
151. Шпаковский Г.И. Архитектура параллельных ЭВМ. - Минск: Университетское, 1989. – 192 с.
152. Мартинюк Т.Б., Заболотна Н.І., Шолота В.В. Оцінювання структурно – інформаційної складності алгоритму паралельного додавання чисел // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1996. - №4. – С. 21 –26.

153. Трухний В. Д. Структурно-информационные оценки качества цифровых вычислительных машин // Экономика и математические методы. – 1969. – Вып. 1. – С. 79-89.
154. Словарь по кибернетике / Под. ред. В. М. Глушкова. — К.: Гл. ред. УСЭ, 1979. — 624 с.
155. Гмурман В.Е. Теория вероятности и математическая статистика. М.: Высш. школа, 1989. - 652 с.
156. Крамор В.С. Алгебра и начала анализа (система проведения занятий на подготовительных отделениях вузов): Учеб. пособие для подготовительных отделений вузов. – М.: Высш. школа, 1981. – 336 с.
157. Майоров С.А., Новиков Г.И. Структура электронных вычислительных машин. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1979. – 384 с.
158. Основы теории вычислительных систем: Учебное пособие для вузов/Под ред. С.А.Майорова. – М.: Высш. шк., 1978. – 408 с.
159. Кожемяко В.П., Гара А.К., Мартынюк Т.Б., Буда А.Г. Параллельная обработка изображений: Препр./ Ужгородский Гос. Ун-т;- Ужгород: 1993. - 87с.
160. Кожем'яко А.В. Особливості конвеєрного процесу підсумовування масиву чисел // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2000. - № 6. – С. 65 – 68.
161. <http://www.neuropower.de/rus/books/index.html>
162. Мартинюк Т., Кожем'яко В. Реалізація алгоритму сортування на асоціативному процесорі // Праці 2-ої Всеукраїнської міжнародної конференції УкрОБРАЗ'94. – Київ, 1994. – С. 235-236.
163. Мартынюк Т. Б., Аль-Хияри М. М., Мартынович Е. Н., Гринчук А. Н. Организация ассоциативной обработки информации с нетрадиционным кодированием // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1999. - № 3. – С. 114 – 118.
164. Ситник В. Ф., Орленко Н. С. Імітаційне моделювання: Навч. посібник – К.: КНЕУ, 1998. – 232 с.

165. Ермаков С. М., Михайлов Г. А. Статистическое моделирование. – М.: Наука, 1982. – 296 с.
166. Очков В.Ф. Mathcad 7 Pro для студентов и инженеров.-М.: КомпьютерПресс, 1998. - 384с.
167. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
168. Антонов А. П., Мелехин В. Ф., Филлипов А. С. Обзор элементной базы фирмы Altera. – Санкт-Петербург: Файнстрит, 1997. – 157 с.
169. Прохоров Ю.В., Розанов Ю.А. Теория вероятностей (Основные понятия: Предельные теоремы. Случайные процессы).- М.: Наука, 1973.- 494 с.
170. Архангельский А.Я. Программирование в С++Builder 5. – М.: ЗАО «Издательство БИНОМ», 2000. – 1152 с.
171. <http://www.infocity.kiev.ua>
172. Мартинюк Т.Б., Кожем'яко В.П., Хомчук М.А. Реалізація кореляційної обробки на матричних структурах // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1997. – № 3. – С. 33-38.
173. Martyniuk T., Kozhemiako A., Khomchuk M. Relief Determination of Correlation Function in Image Processing // Праці 3-ої Всеукраїнської міжнародної конференції УкрОБРАЗ'96. – Київ. – 1996. – С. 90-91.
174. Донченко С.Б., Матвеев Ю.Н., Очин Е.Ф. Принципы организации параллельных процессоров цифровой свертки изображений // Зарубежная радиоэлектроника. – 1987. – №7. – С. 84-102.
175. Бернюков А.К., Сушкова Л.Т. Распознавание биоэлектрических сигналов // Зарубежная радиоэлектроника. – 1996. – №12. – С. 47-51.
176. Тузов В.М. Информационно-управляющие системы промышленных роботов. – М.: ВНТИ Центр, 1988. – 133 с.
177. Писменный Г.В., Михайлов Б.Б., Корнеев А.Ю. Системы технического зрения в робототехнике. – М.: Машиностроение, 1991. – 88с.
178. Буков А.А. Технические нервные системы. Обучаемые системы управления со зрением для промышленных роботов / Липецкий гос. технич. ун-т. – Липецк, 2001. – 223 с.

*Наукове видання*

***Т. Б. Мартинюк, В. В. Хом'юк***

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПАРАЛЕЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ  
ВЕКТОРНИХ МАСИВІВ ДАНИХ**

**Монографія**

Редактор Т.Ягельська

Оригінал-макет підготовлено В. В. Хом'юком

Видавництво ВНТУ “УНІВЕРСУМ-Вінниця”

Свідоцтво Держкомінформу України

серія ДК №746 від 25.12.2001р.

21021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ, ГНК, к.114

Тел. (0432) 44-05-32

Підписано до друку .2005. Формат 29,7×42 <sup>1</sup>/<sub>4</sub>

Гарнітура Times New Roman. Папір офсетний.

Друк різнографічний. Ум. друк. арк.

Наклад 100 прим. Зам. №

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі

Вінницького національного технічного університету

Свідоцтво Держкомінформу України

серія ДК №746 від 25.12.2001р.

21021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.