

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

ISSN0135-1710

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИБОРЫ АВТОМАТИКИ

**Всеукраинский межведомственный
научно-технический сборник**

Основан в 1965 г.

Выпуск 145

Харьков
2008

В сборнике представлены результаты исследований, касающихся компьютерной инженерии, управления, технической диагностики, автоматизации проектирования, оптимизированного использования компьютерных сетей и создания интеллектуальных экспертных систем. Предложены новые подходы, алгоритмы и их программная реализация в области автоматического управления сложными системами, оригинальные информационные технологии в науке, образовании, медицине.

Для преподавателей университетов, научных работников, специалистов, аспирантов.

У збірнику наведено результати досліджень, що стосуються комп'ютерної інженерії, управління, технічної діагностики, автоматизації проектування, оптимізованого використання комп'ютерних мереж і створення інтелектуальних експертних систем. Запропоновано нові підходи, алгоритми та їх програмна реалізація в області автоматичного управління складними системами, оригінальні інформаційні технології в науці, освіті, медицині.

Для викладачів університетів, науковців, фахівців, аспірантів.

Редакционная коллегия:

В.В. Семенец, д-р техн. наук, проф. (гл. ред.), М.Ф. Бондаренко, д-р техн. наук, проф., И.Д. Горбенко, д-р техн. наук, проф., Е.П. Пуятин, д-р техн. наук, проф., В.П. Тарасенко, д-р техн. наук, проф., Г.И. Загарий, д-р техн. наук, проф., А.Штефан, доктор-инженер, Г.Ф. Кривуля, д-р техн. наук, проф., О.Г. Руденко, д-р техн. наук, проф., Н.В. Алипов, д-р техн. наук, проф., Е.В. Бодянский, д-р техн. наук, проф., Э.Г. Петров, д-р техн. наук, проф., В.Ф. Шостак, д-р техн. наук, проф., В.М. Левыкин, д-р техн. наук, проф., В.И. Хаханов, д-р техн. наук, проф. (отв. ред.).

Свидетельство о государственной регистрации
печатного средства массовой информации

КВ № 12073-944ПР от 07.12.2006 г.

Адрес редакционной коллегии: Украина, 61166, Харьков, просп. Ленина, 14, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, комн. 321, тел. 70-21-326

© Харківський національний університет
радіоелектроніки, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

ЕВЛАНОВ М.В., СЛИПЧЕНКО Е.В., НИКИТЮК В.А. ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ ВИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	4
БАБИЧ А.В., КУДИНА М.В., ЕМЕЛЬЯНОВ И.В. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНЖИНИРИНГА ТРАФИКА ВСЕЯХ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ	8
ЗАЙЧЕНКО С.А., ХАХАНОВ В.И. ФОРМАЛЬНАЯ СЕМАНТИКА СЛОЖНЫХ ОПЕРАТОРОВ ЛИНЕЙНОЙ ТЕМПОРАЛЬНОЙ ЛОГИКИ	14
ОЛІЙНИК О.І. ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У СИСТЕМАХ З МАСИВАМИ ЗАГЛИБЛЕНИХ МІКРОЕЛЕКТРОДІВ У ФОРМІ ДИСКУ	29
ЛИТВИНОВА Е.И. ТЕХНОЛОГИИ ВСТРОЕННОГО РЕМОНТА КОМПОНЕНТОВ SYSTEM-IN-PACKAGE.	40
ТЕВЯШЕВ А.Д., ЗОЛОТАРЕВ Д.А. ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНОВЫХ РЕЖИМОВ ТРАНСПОРТА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ГОРОДСКИХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ	48
ЧУБ И.А., НОВОЖИЛОВА М.В. МОДИФИКАЦИЯ ТОЧНОГО МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ	57
ТАЯНОВ С.А., ТАЯНОВ В.А. МЕТОДИКА КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ЇХ КОМПРЕСІЇ НА ОСНОВІ КОМПОНЕНТНОГО АНАЛІЗУ	63
ШАХОВСЬКА Н.Б., УГРИН Д.І. ТЕХНОЛОГІЯ ETL В ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ	68
ДОЛГОВА Н.Г., НОВОЖИЛОВА М.В., СИНЕЛЬНИКОВА О.И. МЕТОД ОЦЕНКИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА	73
ЕВГРАФОВ В.Н. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БУФЕРНЫХ АСИНХРОННЫХ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ СЕТЕЙ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ ЧИСЛОМ ПРИОРИТЕТНЫХ МОДУЛЕЙ ПАМЯТИ	80
КАКУРИН Н.Я., КОВАЛЕНКО С.Н., ЛОПУХИН Ю.В., МАКАРЕНКО А.Н. СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ КОДОВ НА СЧЕТЧИКАХ	86
ЗАЯЦЬ В.М. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ КОМП'ЮТЕРА, ОПИСАНОЇ НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНОЇ МОДЕЛІ	96
ЛЫСЕНКО Э.В., ПОНОМАРЕНКО В.П., ПИСКЛАКОВА В.П. СИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОСТИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	104
ВИШНЯК М.Ю., ДОВГАНЬ С.С. РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИЙ АСУ: УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ	109
ОМРИ КАРИМ ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ОТПЕЧАТКОВ ПАЛЬЦЕВ ДЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА	116
КРИВУЛЯ Г.Ф., РЯБЕНЬКИЙ В.М., ПЕТРЕНКО Л.П. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СУММАТОРА В ФОРМАТЕ ТРОИЧНОЙ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ	121
КУЗЬМИН А. Я., ГОЛОВИЙ (ГУСАРЬ) Н.В., ДАЮБ Я. РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ БАНКОМАТОВ	134
ВЕРЕЩАК И.А. МЕТОД НИЗКОУРОВНЕВОЙ ОБРАБОТКИ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	139
РЕФЕРАТИ	143

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СУММАТОРА В ФОРМАТЕ ТРОИЧНОЙ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ

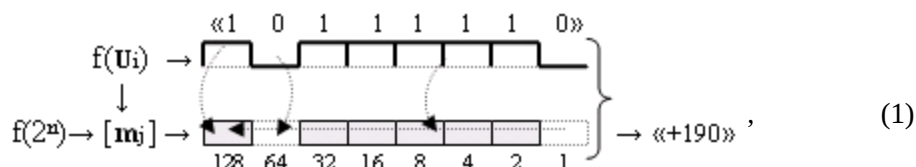
Предлагается метод выполнения арифметических операций, в частности процессов суммирования и вычитания, в позиционно-знаковых кодах. Данный метод позволяет минимизировать сквозные переносы и сформировать параллельные структуры сумматоров с локальными переносами (перенос только в соседний разряд) независимо от разрядности самого сумматора.

1. Введение

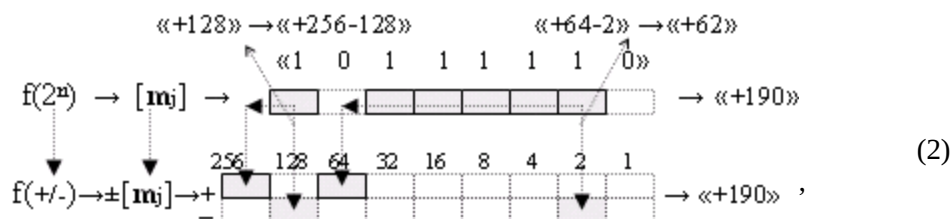
Одним из методов повышения быстродействия сумматоров является метод ускоренного переноса [1,2], в котором все разряды сумматора разбивают на группы и в каждой из них формируют общую функциональную структуру переноса. Но и этот метод не приводит к структуре параллельного суммирования, поскольку с увеличением разрядности сумматора совокупность общих функциональных структур переноса по существу реализует последовательную функциональную структуру переноса. Существенное повышение быстродействия арифметических операций и в частности процесса суммирования для создания процессорных структур нового поколения остается актуальной проблемой.

2. Постановка задачи

Если анализировать арифметические процессы преобразования аргументов не на «экономическом» уровне, который формализован до уровня арифметических аргументов «0» и «1» [1-3], а на уровне аналоговых сигналов, т.е. тех реальных процессов, которые происходят в функциональной структуре арифметического устройства, то аргументы аналоговых сигналов необходимо формализовать. При этом введенная формализация должна быть по существу логическим развитием существующей формализации в плане понимания логики преобразования аргументов в реальных арифметических структурах. В качестве перехода от аргументов реального сигнала $f(U_i)$ к формализованным аргументам $[m_j]$ может быть графоаналитическая структура (1).

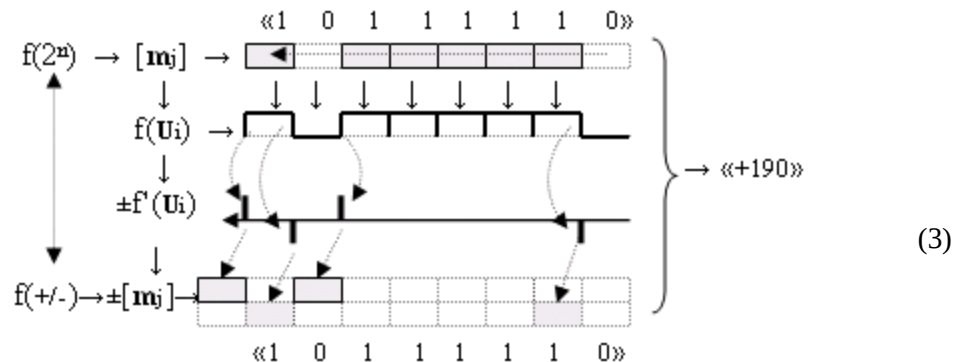


где $\square$ и $\square$ – формализованные аргументы $[m_j]$ соответственно активного и неактивного уровня аналоговых сигналов, структура которых эквивалентна как коду двоичной системы, так и совокупности цифр десятичной системы счисления. При этом переход от структуры аргументов аналоговых сигналов (1) в двоичной системе счисления $f(2^n)$ к структуре аргументов аналоговых сигналов в позиционно-знаковой системе счисления $f(+/-)$ можно записать в виде графоаналитического перехода (2).



где $\square$ и $\square$ – положительный и условно отрицательный аргументы позиционно-знаковой системы счисления $f(+/-)$ [4]. Следует отметить, что только совмещение трех форм формализованной записи информационного содержания арифметического аргумента «+190»

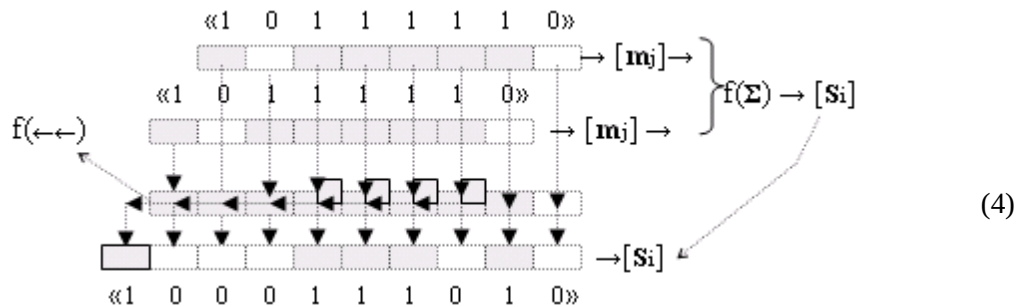
(2) позволило сформировать позиционно-знаковую систему счисления $f(+/-)$, которая формируется в результате логического дифференцирования d/dn (3) аргументов $[m_j]$, эквивалентны структуре аналоговых сигналов $f(U_i)$:



Сформированная позиционно-знаковая система счисления $f(+/-)$, которая по существу эквивалентна троичной системе счисления $(+1, 0, -1)$, позволяет существенно повысить быстродействие процессов суммирования и умножения. Сравнительный анализ арифметического процесса суммирования в двоичной $f(2)$ и позиционно-знаковой системах счисления $f(+/-)$ целесообразно провести в графоаналитическом виде.

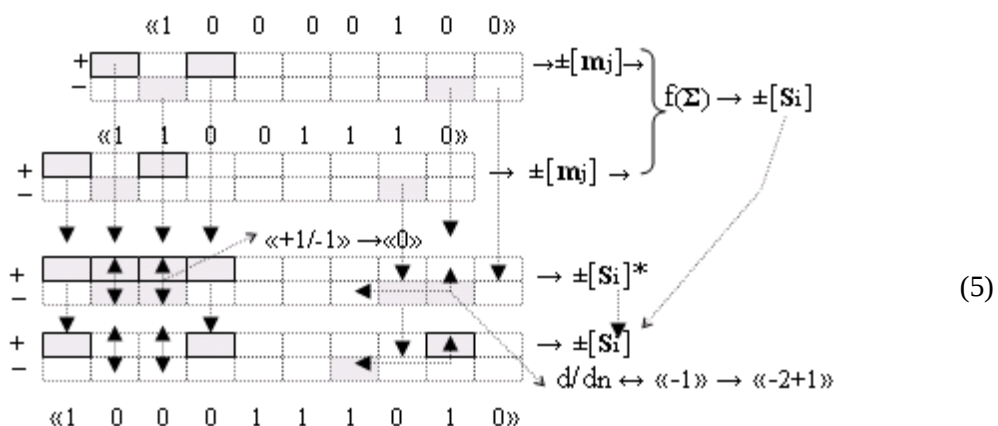
В двоичной системе счисления

$f(2^n) > [m_j] > 2 \cdot [m_j] > \text{«}10111110\text{»}$:



В позиционно-знаковой системе счисления

$f(+/-) > \pm[m_j] > \pm 2 \cdot [m_j]$:



Из сопоставительного анализа процессов суммирования аргументов (4) и (5) следует, что с одной стороны только при выполнении операции суммирования в позиционно-знаковой системе счисления $f(+/-)$ может быть получено высокое быстродействие, поскольку многофункциональная операция сквозного переноса $f(\leftarrow\leftarrow)$ выполняется в системе аргументов $f(+/-)$ косвенным путем, посредством удаления активных аргументов, которые эквивалентны логическому нулю $\text{«}+1/-1\text{»} \rightarrow \text{«}0\text{»}$. С другой стороны, операция удаления

активных аргументов, которые эквивалентны логическому нулю «+1/-1» → «0», является операцией вычитания аргументов в системе $f(2)$. Поэтому можно предположить, что операции суммирования и вычитания аргументов в системе аргументов $f(2)$ являются частными реализациями операции суммирования в системе аргументов $f(+/-)$.

3. Цель исследования

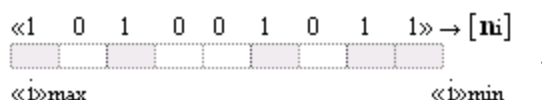
Целью исследования является, с одной стороны, сформировать методику суммирования в позиционно-знаковой системе аргументов $f(+/-)$. С другой – показать на формализованном уровне, что только позиционно-знаковая система счисления $f(+/-)$ может адекватно отражать арифметические процессы суммирования и вычитания во всем объективно существующем арифметическом пространстве суммирования и вычитания аргументов.

4. Методика формирования позиционно-знаковой системы счисления $f(+/-)$ с оптимальной и условно-оптимальной структурой аргументов

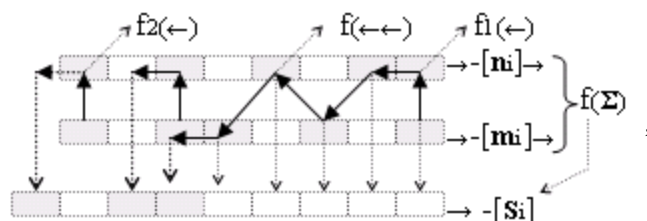
Поскольку структура аргументов в реальной действительности – это электрические напряжения, а последовательность электрических напряжений, которая соответствует логической композиции аргументов, например, $[n_i] \rightarrow \langle 101001011 \rangle$, во временном интервале имеет графоаналитическую интерпретацию вида



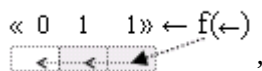
то имеет смысл графоаналитическую интерпретацию композиции аргументов в обычной записи $[n_i] \rightarrow \langle 101001011 \rangle$ записывать в виде



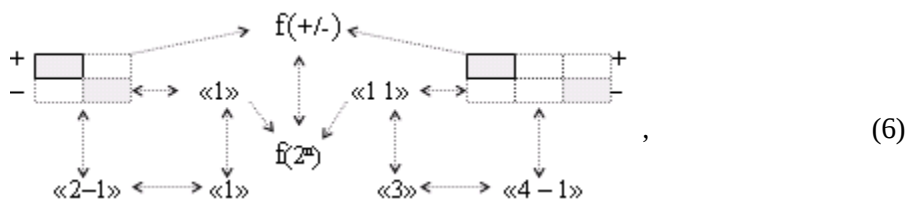
В связи с введенной формализацией логических аргументов проанализируем графоаналитическую структуру процесса суммирования



где $f_1(\leftarrow)$ и $f_2(\leftarrow)$ – функции локального переноса аргумента; $f(\leftarrow\leftarrow)$ – функция сквозного переносов аргумента. С одной стороны, анализ возникновения сквозного переноса $f(\leftarrow\leftarrow)$ показывает, что он формируется только в тех случаях, когда возникает структура аргументов вида



т.е. при наличии последовательно расположенных логических аргументов «11» и функции локального переноса в младшем разряде. С другой стороны, если проанализировать функциональную структуру вычитания, например,



где $f(+/-)$ – структура логических аргументов позиционно-знаковая система счисления с неполным вычитанием аргументов, которые представлены в двоичной системе $f(2^n)$.

Из анализа графоаналитической структуры (6) следует, что двоичная система $f(2^n)$ может быть оптимизирована путем исключения причин, которые формируют сквозные переносы $f(\leftarrow\leftarrow)$, поскольку любую последовательность логических аргументов вида «11» можно представить, как систему

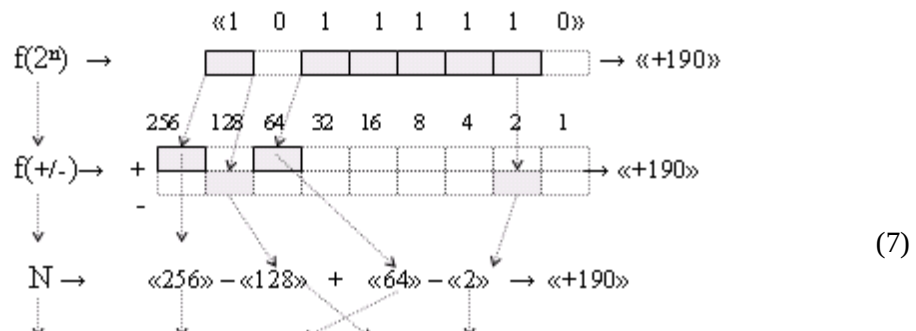
$$\langle +11 \rangle \rightarrow \langle +100 - 001 \rangle,$$

при этом любое число в двоичной системе может быть представлено в виде суммарной последовательности разности двух чисел

$$N \rightarrow \sum [f(2^{n_1}) - f(2^{n_2})] \rightarrow f(+/-),$$

где n_1 и n_2 – наперед заданные дискретно изменяющиеся числовые последовательности. Другими словами, одно и то же число может быть представлено различными структурами логических аргументов. Из сказанного выше следует, что позиционно-знаковая система счисления $f(+/-)$ является оптимальной для выполнения арифметических операций, поскольку отсутствуют причины, вызывающие сквозной перенос.

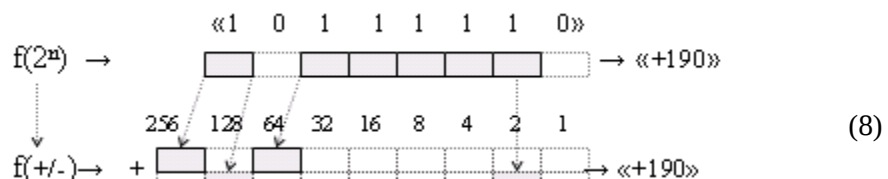
Пример 1. Проанализируем структуру аргументов $[n_i] \rightarrow \langle 101111110 \rangle$, записав ее в виде графоаналитической последовательности:



Анализ графоаналитической структуры (7) показывает, что любое число в двоичной системе счисления $f(2^n)$ может быть преобразовано в позиционно-знаковую систему счисления $f(+/-)$, которая несет в себе знаковую информацию «+» и «-». При этом система счисления $f(+/-) \rightarrow N(+/-)$ по существу является системой двух композиций аргументов двоичной системы $+f(2^n)$ и $-f(2^n)$ логические аргументы «1»,



в которой по своему позиционному положению разделены логическими аргументами «0», что и исключает возникновение сквозного переноса. Из графоаналитической структуры (7) также следует, что положительная составляющая аргументов $+f(2^n)$ системы $f(+/-)$ имеет увеличенную разрядность по сравнению с двоичной системой $f(2^n)$ на один старший разряд. Формализуя процесс преобразования в структуре (7), его можно представить в виде

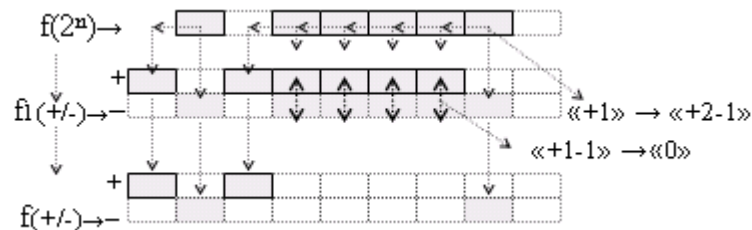


Из сформированного процесса перехода (8) от двоичной системы $f(2^n)$ к позиционно-знаковой системе $f(+/-)$ следует правило преобразования.

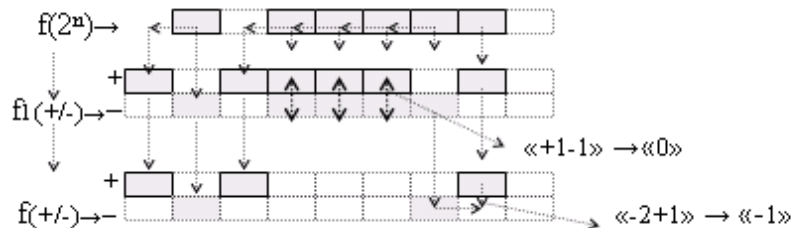
Правило. В процессе преобразования $f(2^n) \rightarrow f(+/-)$, независимо от количества логических аргументов в последовательности «1...1» выполняют перенос логического аргумента «1» старшего и младшего разрядов последовательности «1...1» независимо от количества логических аргументов «1» в последовательности. При этом перенос старшего разряда последовательности «1...1» выполняют в старший разряд положительной составляющей $f(+/-)$, а младшего – в одноименный разряд отрицательной составляющей $f(+/-)$. Из сформулированного правила следуют следствия.

Следствие 1. Любая архитектурная композиция логических аргументов в позиционно-знаковой системе счисления $f(+/-)$ увеличена на один разряд по сравнению с двоичной $f(2^n)$ системой счисления.

Следствие 2. Преобразование двоичной системы $f(2^n)$ в позиционно-знаковую систему $f(+/-)$ для логической последовательности аргументов «1...1» может быть осуществлено как для всего блока «1...1», так и для каждого логического аргумента «1» в отдельности:



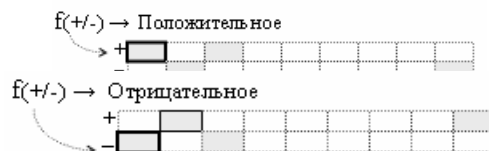
Следствие 3. Преобразование двоичной системы $f(2^n)$ в позиционно-знаковую систему $f(+/-)$ для логической последовательности аргументов «1...1» может быть осуществлено как для всего блока «1...1», так и для каждого логического аргумента «1» в отдельности, кроме последнего:



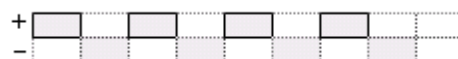
Данное свойство основано на применении аксиомы преобразования «-2+1» → «-1».

На основании сказанного выше следует вывод, что синтезированная система счисления $f(+/-)$ является производной двоичной $f(2^n)$ системы счисления, которая является позиционно-знаковой или биполярной, а поскольку система биполярная, то для того, чтобы получить из положительного числа в системе $f(+/-)$ отрицательное, достаточно аргументы в структуре «+» и «-».

Пример 2. «256» + «64» – «128 + 2» > «+190»:



Определение 1. Оптимальным кодом системы логических аргументов $f(+/-)$ вида



будем называть такую системную последовательность «0» и «1», у которой две последовательно расположенные «1» разделены как минимум одним «0», а число логических «1» в + и – равно. При этом разность между положительной и отрицательной комбинацией аргументов равно значению аргумента в двоичной системе счисления $f(2^n)$.

Свойство 1. Сумма логических аргументов «1» оптимального кода всегда четная.

Введем определение.

Аксиома 1. Оптимальный код и совокупность условно-оптимальных кодов могут формировать одно и то же двоичное число.

Утверждение 1. Из числового множества обязательно найдется соответствующая пара $+f(2?)$ и $-f(2?)$, которая удовлетворит условию условной оптимальности кода.

Аксиома 2. В условно-оптимальном коде «заем» логической «1» может быть осуществлен у логического «0» предыдущего разряда.

Diagram illustrating a hopping process in a 1D lattice. A particle (black dot) moves from site 0 to site +1, labeled as $\langle\langle 0 \rangle\rangle \rightarrow \langle\langle +1-1 \rangle\rangle$. The lattice has sites labeled + and -.

The diagram shows two rows of a 1D lattice. The top row is labeled with $+$ and $-$ signs. The first site has a $+$ sign and a box containing a single exciton. An arrow points from this box to the text $\lvert \langle 0 \rangle \rightarrow \lvert \langle +1 -1 \rangle$. The second site has a $-$ sign and a box containing a single exciton. An arrow points from this box to the text $\lvert \langle -1 \rangle \rightarrow \lvert \langle -1 -1 \rangle$. The bottom row shows the state after one step. The first site has a $+$ sign and a box containing a single exciton. An arrow points from this box to the text $\lvert \langle +1 -1 \rangle \rightarrow \lvert \langle 0 \rangle$. The second site has a $-$ sign and a box containing a single exciton. An arrow points from this box to the text $\lvert \langle -1 \rangle \rightarrow \lvert \langle -1 -1 \rangle$. The third site has a $-$ sign and a box containing a single exciton. An arrow points from this box to the text $\lvert \langle 0 \rangle \rightarrow \lvert \langle +1 -1 \rangle$.

$$\langle\langle -1 \rangle\rangle \rightarrow \langle\langle -2 + 1 \rangle\rangle,$$

Утверждение 3. Двоичный код не является оптимальным для выполнения арифметических операций.

Данное утверждение обосновывается тем, что в двоичной системе счисления нельзя локализовать перенос до одного разряда, что в конечном счете снижает быстродействие арифметических операций повышенной разрядности.

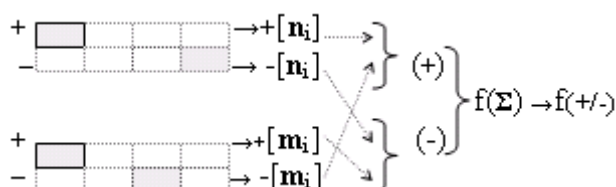
Утверждение 4. Любой не оптимальный код может быть локально преобразован в оптимальный или условно-оптимальный код.

Следует особо отметить, что сформированная система счисления по существу является многовариантной системой прямого кода со знаком, в которой отсутствуют проблемы с «+0» и «-0» и переполнением, а знак результата преобразования формируется из соотношения: если (+) > (-) → число положительное; (+) < (-) → число отрицательное.

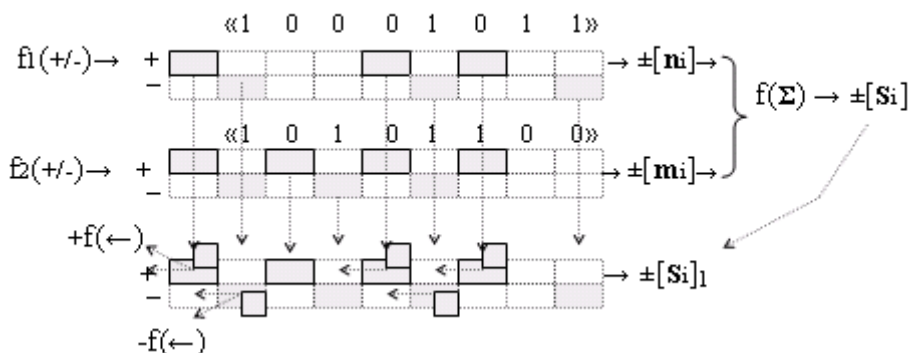
5. Методика формирования арифметических операций суммирования и вычитания

Поскольку структура логических аргументов в системе счисления $f(+/-)$ несет также знаковую информацию, то графоаналитический процесс арифметических действий может быть представлен в виде:

Сумма (сложение одноименных по знаку разрядов)



Пример 4. Сумма для аргументов $f_1(+/-) \rightarrow [n_i]$ и $f_2(+/-) \rightarrow \pm [m_i]$, которые эквивалентны аргументам двоичной системы $\pm [n_i] \rightarrow \langle 10001011 \rangle$ и $\pm [m_i] \rightarrow \langle 10101010 \rangle$:

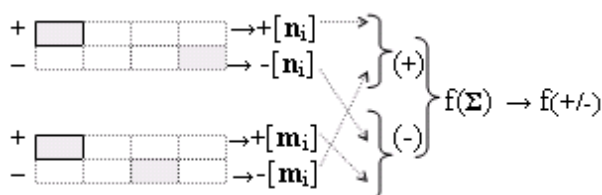


Анализ примера 4 показывает, что при суммировании цифровых аргументов в системе счисления $f(+/-)$ любых структур аргументов возникают только локальные переносы аргументов в очередной старший разряд.

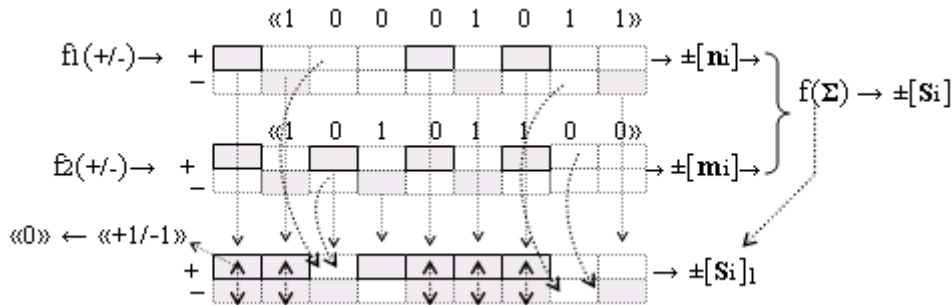
Разность (вычитание)

(сложение разноименных по знаку разрядов)

Из отрицательной структуры аргументов вычитают положительную структуру аргументов:



Пример 5. Разность аргументов $f_1(+/-) \rightarrow \pm[n_i]$ и $f_2(+/-) \rightarrow \pm[m_i]$, которые эквивалентны аргументам двоичной системы $\pm[n_i] \rightarrow \langle 10001011 \rangle$ и $\pm[m_i] \rightarrow \langle 10101100 \rangle$:



Легко заметить, что в оптимальной системе $f(+/-)$ процесс суммирования и вычитания реализуется не только с локальным переносом (без сквозного переноса), т.е. перенос осуществляется только в соседний разряд, но и не возникает неопределенность вида

При суммировании

«+» и «-» } > либо «+», либо «-».

«-» и «-» }

При вычитании

«+» и «+» } > либо «+», либо «-».

«-» и «-» }

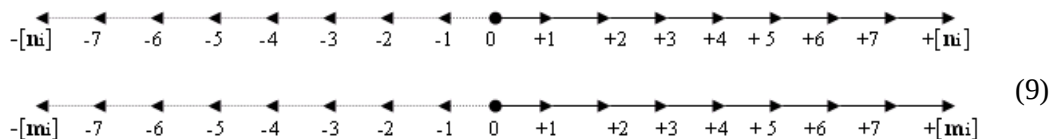
На основании сказанного выше сформируем последовательность действий, которые должны быть включены в каждый разряд параллельного сумматора, при суммировании в оптимальных и условно-оптимальных двоичных кодах:

«11» перенос в соседний разряд; «+1/-1» удаление логического нуля «+1-1» > «0»; «1,1» корректировка логической последовательности аргументов, которые нарушают условие оптимальности кода; «+1/-1» удаление логического нуля на втором этапе преобразования «+1-1» → «0».

Сформированная последовательность действий при выполнении операции суммирования аргументов слагаемых позволяет увеличить быстродействие сумматора с ускоренным переносом как минимум в два раза.

6. Векторная графоаналитическая интерпретация процесса суммирования и вычитания аргументов

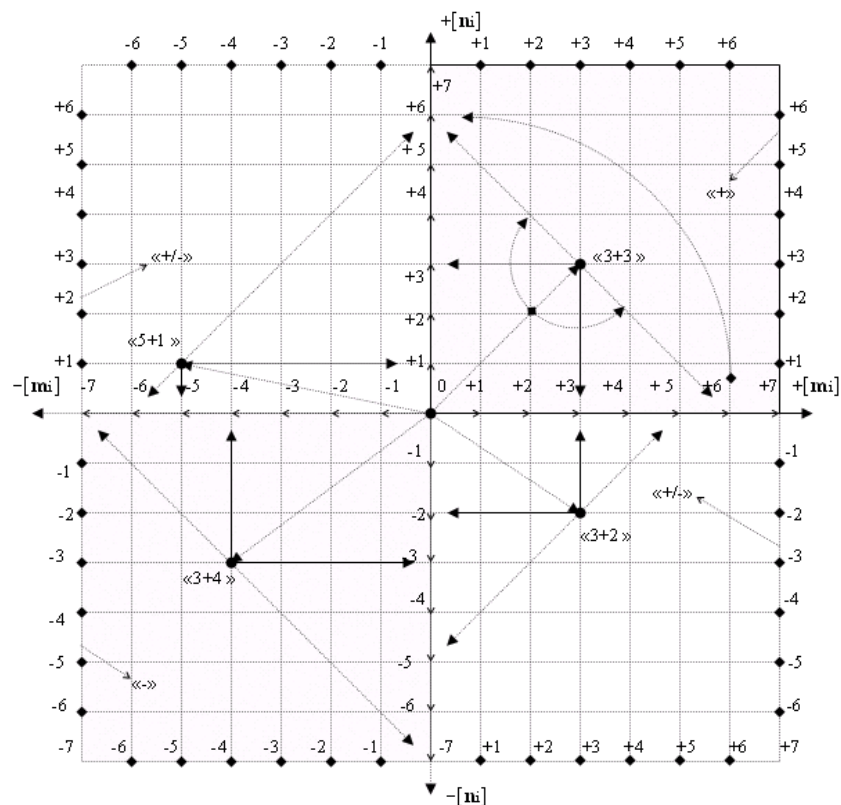
С одной стороны, если исходить из того, что в арифметических устройствах аргументы, например, $[n_i]$ и $[m_i]$ – это логические аналоговые сигналы, то имеет смысл формализовать их, а точнее изображать в виде направленных векторов (9). При этом длина векторов



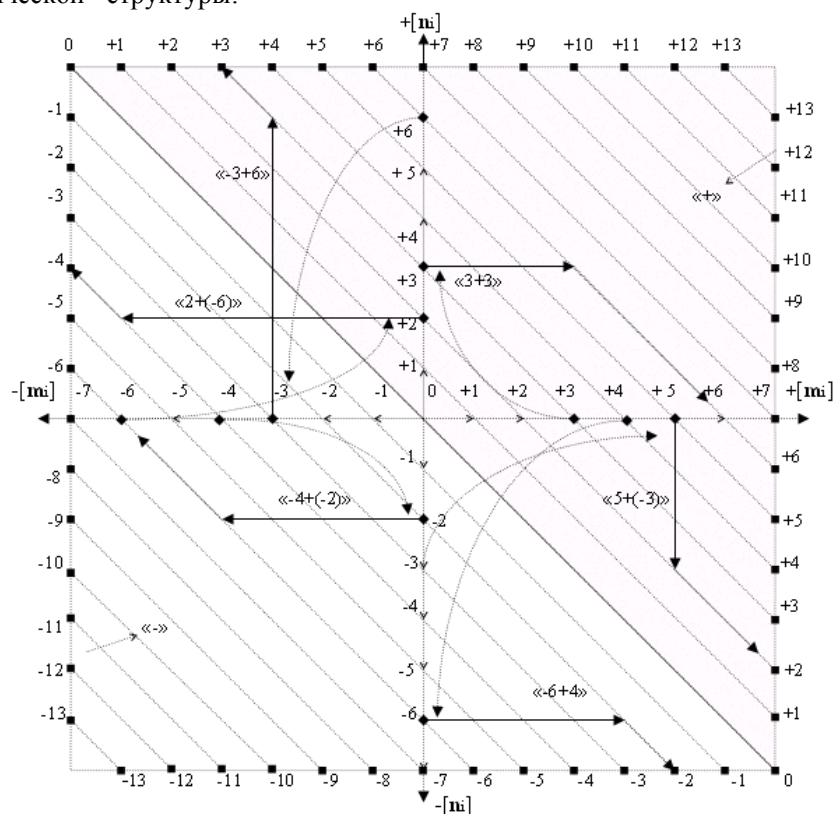
должна соответствовать информационной составляющей аргументов $[n_i]$ и $[m_i]$, которые имеют свои динамические диапазоны возможных независимых изменений (9). С другой стороны, аргументы, как аналоговые сигналы, в процессе изменения формируют производный вектор, для данной ситуации – это аргументы суммы $\pm[S_i]$, которые предварительно также изобразим в виде векторов:



Далее, для понимания динамики изменения одного аргумента аналоговых сигналов в интервале другого аргумента, который функционально с ним связан, существует Декартова система координат:

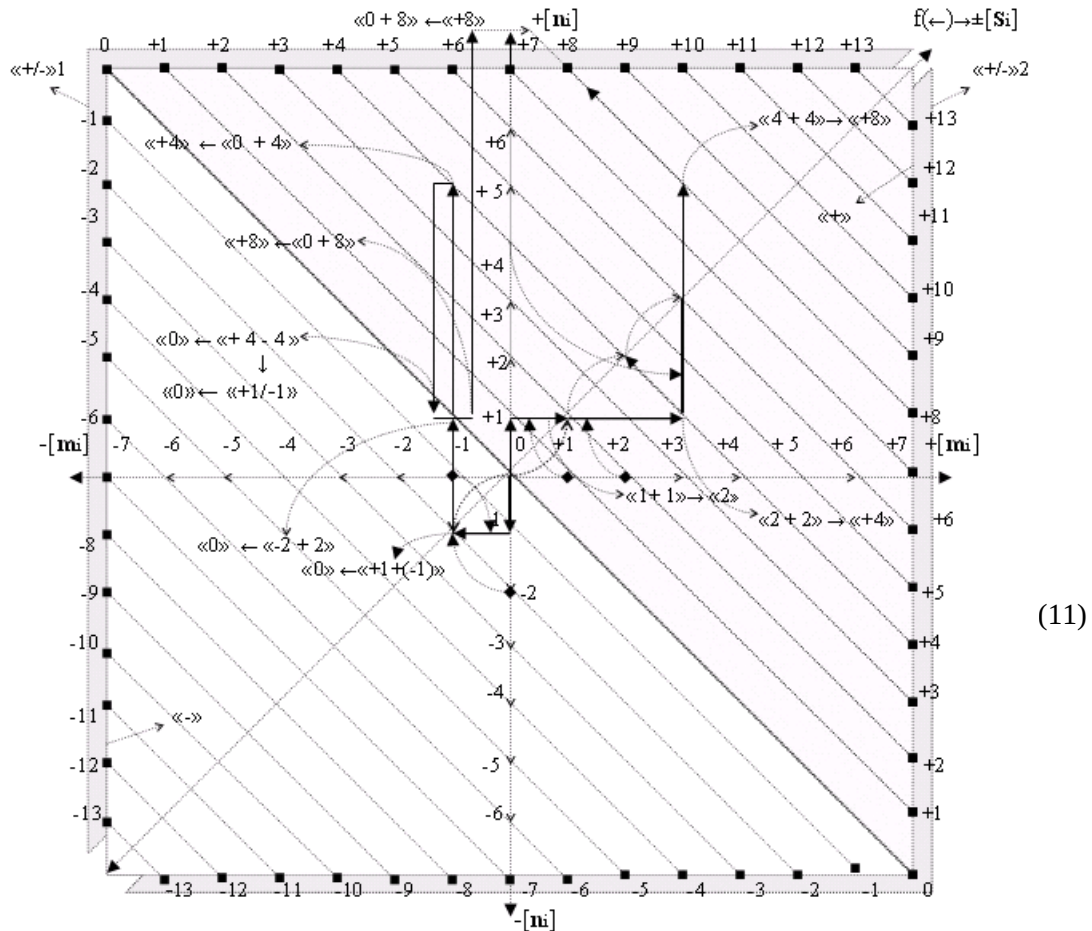


Анализ смыслового содержания процесса суммирования аргументов слагаемых в Декартовой системе координат показывает, что вектор результирующей суммы только косвенным образом указывает на его информационный параметр. Поэтому для решения поставленной задачи скорректируем Декартову систему координат применительно к процессу суммирования и вычитания аргументов слагаемых $[ni]$ и $[mi]$ и изобразим ее в виде графоаналитической структуры:



(10)

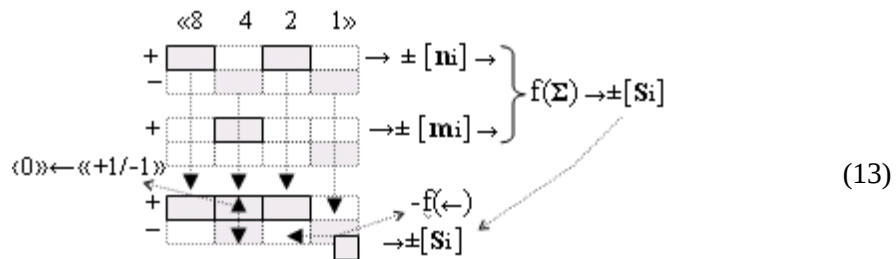
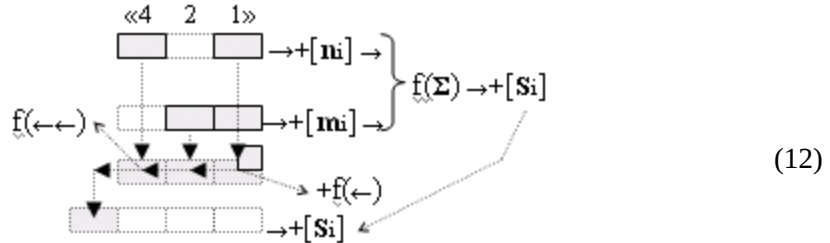
Из анализа графоаналитической структуры (10) следует, что она представлена в виде взаимно-ортогональных эквипотенциальных уровней слагаемых аргументов $[n_i]$ и $[m_i]$. При этом эквипотенциальные уровни структуры (10) аргументов $[n_i]$ и $[m_i]$ функционально разделены на три знаковые области «+», «-» и «+/-». Однако если выбрать в системе (10) координаты на пересечении эквипотенциальных уровней слагаемых аргументов $[n_i]$ и $[m_i]$ и провести диагональ, то эта диагональ точно укажет арифметическую сумму двух векторов $[n_i]$ и $[m_i]$ без учета их знаков, т.е. независимо от расположения их в знаковых системах «+», «-» и «+/-». На основании этих соображений Декартова система координат может быть преобразована в арифметическую систему эквипотенциальных уровней, а для этого введем арифметические уровни результирующей суммы, которые будут проходить через дискретные значения направленных векторов $[n_i]$ и $[m_i]$. В результате формируем арифметическую систему:



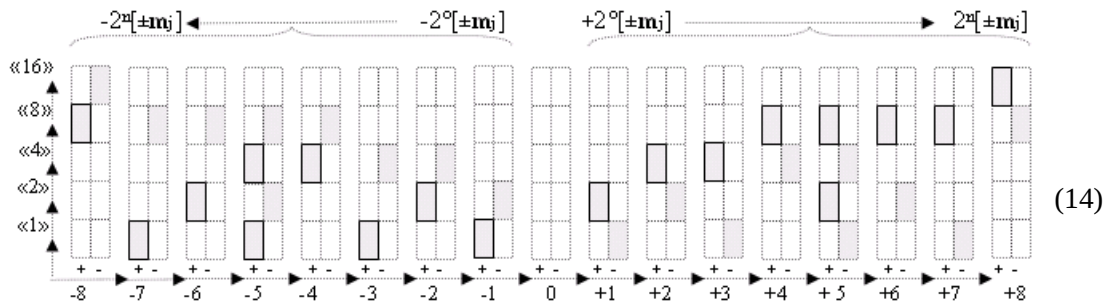
Из анализа арифметических действий графоаналитической структуры (11) следует, что, с одной стороны, процесс суммирования и вычитания аргументов слагаемых $[n_i]$ и $[m_i]$ на качественно ином уровне является векторной структурой. При этом логика формирования такой структуры не зависит от знака слагаемого и заключается в последовательном совмещении начала последующего вектора с концом предыдущего вектора, ориентация эквивалентна исходным знаковым осям соответствующего слагаемого $[n_i]$ и $[m_i]$. Следовательно, суммирование и вычитание аргументов слагаемых по существу является одним технологическим процессом последовательного переноса аргументов слагаемых в арифметическом пространстве. С другой стороны, в графоаналитической структуре (11) все арифметическое пространство разделено нулевым аргументом эквипотенциального уровня на две функциональные области – положительную «+» и условно-отрицательную «-» результирующую сумму. При этом эквипотенциальные уровни, которые проведены через одноименные аргументы двух слагаемых $\pm[n_i]$ и $\pm[m_i]$, являются аргументами суммы $\pm[S_i]$.

Из анализа приведенных в графоаналитической структуре (11) конкретных аргументов, которые эквивалентны десятичной системе счисления $\pm f(10)$, следует, что процесс суммиро-

вания аргументов любой другой системы счисления будет аналогичен, поскольку в арифметической системе координат (11) была формализована как форма информации, так и сама информация. В качестве адекватного соответствия синтезированной арифметической системы координат (10) процессу суммирования аргументов различных систем счисления сформируем графоаналитическую структуру суммирования аргументов слагаемых $[n_i]$ и $[m_i]$ двоичной системы счисления $f(2^n)$ и позиционно-знаковой системы счисления $f(+/-)$:



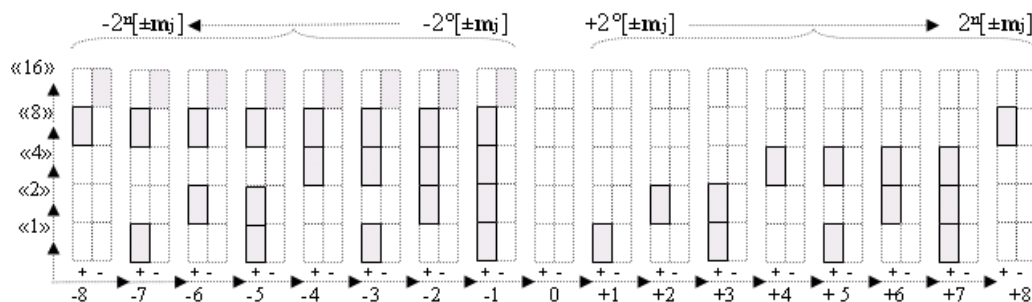
Из анализа графоаналитических структур (12) и (13) суммирования аргументов в двух системах счисления $f(2^n)$ и $f(+/-)$ следует, что общей операцией у них является перенос двойного аргумента $f(<)$. Если процессы суммирования аргументов (12) и (13) перенести в арифметическое пространство (14), то в нем может быть проведен вектор $\pm f(<)$ локальных переносов двойных аргументов, который функционально связан с ортогональными осями аргументов слагаемых $\pm[n_i]$ и $\pm[m_i]$:



При этом, с одной стороны, вектор $\pm f(<)$ локальных переносов двойных аргументов эквивалентен результирующей сумме $\pm[S_i]$, с другой – вектор $\pm f(<)$ локальных переносов двойных аргументов по существу делит арифметическое пространство на две функциональные структуры « $+/-$ »₁ и « $+/-$ »₂, смысловое содержание которых заключается в том, что при многократном переходе из одной функциональной структуры « $+/-$ »₁ в другую « $+/-$ »₂ формируются сквозные переносы $f(< \leftarrow \leftarrow)$.

Из сравнительного анализа векторных структур двух процессов суммирования (12) и (13), аргументы слагаемых которых представлены в двоичной системе счисления $f(2^n)$ и позиционно-знаковой системе счисления $f(+/-)$, можно сделать вывод, что арифметические действия в позиционно-знаковой системе счисления $f(+/-)$ полностью соответствуют всему арифметическому пространству. Следовательно, система счисления соответствует объективной реальности, поскольку арифметические векторы могут быть расположены в арифметическом пространстве без ограничения, а арифметические действия двоичной системы $f(2^n)$ относительно. Другими словами, только арифметические действия в позиционно-знаковой системе счисления $f(+/-)$ адекватно соответствуют объективно существующему арифметическому пространству, что, в конечном счете, позволяет повысить быстродействие процесса суммирования аргументов слагаемых.

Результатом такого применения аксиомы является двоичной системы счисления $f(2^n)$ в «дополнительном коде», структуры аргументов, которые лишены предварительно введенных потенциально возможных локальных и сквозных переносов, при суммировании которых в структуре «дополнительного кода» локальные и сквозные переносы вновь необходимо вводить:



Из анализа полученных результатов следует вывод, что система счисления в «дополнительном коде» является частным случаем позиционно-знаковой системы счисления $f(+/-)$.

8. Выводы

1. Позиционно-знаковая система счисления $f(+/-)$ соответствует объективной реальности и является минимизированной структурой для выполнения операции суммирования. 2. Повышение быстродействия арифметических устройств сумматоров и умножителей непосредственно связано с применением аргументов, эквивалентных позиционно-знаковой системе счисления. 3. Сформированное арифметическое пространство позволяет на качественном уровне анализировать различные арифметические процессы преобразования аргументов. 2. На векторном уровне процесс суммирования и вычитания аргументов – это единый технологический процесс формирования результирующего вектора суммы при суммировании и вычитании аргументов слагаемых и включает одну операцию последовательного соединения векторов слагаемых аргументов.

Список литературы: 1. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. К.: Техніка 1975. 768 с. 2. Карцев М.А., Брик В.А. Вычислительные системы и синхронная арифметика. М.: Радио и связь, 1981. 360 с. 3. Дж. Уэйкерли. Проектирование цифровых устройств. Том 1 и 2. М.: Посмаркет, 2002. 1087 с. 4. Преобразователь двоичного кода в позиционно-знаковый код. А.С. № 1438005 СССР./ Л.П. Петренко. – Оpubл. 1988, БИ № 42. 4 с. 5. Рябенкий В.М., Петренко Л.П. Принципы формирования математической модели сумматора в позиционно-знаковой системе счисления // Проблемы информационных технологий. Сборник № 3 ХНТУ. Херсон, 2007. С.51-57. 6. Рябенкий В.М., Петренко Л.П., Принципы формирования математической модели элементов, схем и устройств вычислительной техники и систем управления // Проблемы информационных технологий. Сборник № 3 ХНТУ. Херсон. 2007. С.57-61. 7. Рябенкий В.М., Петренко Л.П. Параллельный сумматор. Патент № 23363 UA Оpubл. 2007, № 7. 3 с. 8. Коваленко И.И., Рябенкий В.М., Петренко Л.П. Методика формирования арифметических процессов в позиционно-знаковой системе счисления // Сборник научных трудов НУК. 2007. С.113-122.

Поступила в редколлегию 15.12.2008

Кривуля Геннадий, Федорович, д-р техн. наук, профессор, зав. каф АПВТ ХНУРЕ. Научные интересы: автоматизированное проектирование и техническая диагностика компьютерных систем и сетей. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 70-21-326.

Рябенкий Владимир Михайлович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Теоретической электротехники и электронных систем национального университета кораблестроения. Научные интересы: цифровые и микропроцессорные системы реального времени, компьютерное управление в электроэнергетике. Адрес: Украина, 54001, Николаев, пр. Героев Сталинграда, 9, тел 44 - 16 - 49.

Петренко Лев Петрович, ст. преподаватель кафедры теоретической электротехники и электронных систем национального университета Кораблестроения. Научные интересы: проектирование матричных цифровых систем управления, специализированные процессоры. Адрес: Украина, 54001, Николаев, пр. Героев Сталинграда, 9, тел 44 - 16 - 49.

Fig. 5. Ref. 19 item.