

ПРОБЛЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АППАРАТНО – ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СУПЕРЭВМ И АДАПТИВНЫХ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Г.А. ПОЛЯКОВ

ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»¹, 308015, г. Белгород, ул.Победы 85, тел. (4722) 30-12-11 Белг. Обл., РФ
E-mail: tda_ua@pochtamt.ru

Формулируются концепция и принципы построения Адаптивных Самоорганизующихся Вычислительных Систем (АСВС), рассматриваются обобщенная архитектура АСВС и проблемы проектирования параллельного аппаратно - программного обеспечения. Дается характеристика аппарата формального синтеза АСВС - Пространственно - Временной Дискретной Математики. Описывается технология автоматического синтеза временных мультипараллельных моделей задач - Синтезатор Параллельных Моделей. Рассматривается технология автоматического синтеза временных параллельных программ – Параллельный Интеллектуальный Компилятор. Описывается технология автоматического синтеза мультипараллельных цифровых аппаратных средств - Автоматический Интеллектуальный Проектировщик.

Ключевые слова: Параллельная вычислительная система (ВС), самоорганизация, адаптация, интеллектуализация, структуры семантико-числовой спецификации (СЧС), пространственно-временная дискретная математика, времяпараметризованная (временная) параллельная программа, параллельное аппаратно-программное обеспечение, автоматический синтез, верификация, визуализация, Синтезатор Параллельных Моделей (СПМ), Параллельный Интеллектуальный Компилятор (ПИК), Автоматический Интеллектуальный Проектировщик (АИП).

1. Введение

Анализ показывает, что современное состояние компьютерной науки и техники характеризуют следующие особенности:

- недостаточность средств современной Дискретной математики (теории множеств, теории алгоритмов, теории графов, Булевых функций, Алгебраических структур, сетей Петри) для взаимно однозначной спецификации временных параллельных аппаратно – программных объектов вычислительной техники на различных уровнях детализации;
- отсутствие строгой (конструктивной) теории синтеза и анализа параллельных программных и аппаратных компонентов и параллельных ВС в целом;
- отсутствие высоких технологий автоматического синтеза и анализа архитектур параллельных ВС и их параллельного аппаратно – программного обеспечения при удовлетворении заданных систем требований и ограничений;
- ограниченность концепции традиционной «коробочной сборки» архитектур параллельных ВС из рыночных компонентов;
- ограниченность концепций, заложенных в известных системах автоматизированного проектирования цифровых устройств (САПР *Hard*) и параллельного программирования (САПП *Soft*) при существенной доле творческого ручного труда человека – специалиста.

Эти недостатки явились причиной возникновения «центральной проблемы современной вычислительной техники – необходимости повышения эффективности суперЭВМ» и повышения их «дружественности» по отношению к пользователям [1-7].

По мнению автора, одним из путей решения этой проблемы является повышение интеллектуального уровня параллельных ВС известных классов (суперЭВМ, Кластеров, ВС средних классов – *MPP*, *NUMA*, *SMP*) универсальных параллельных и многоядерных процессоров и т.д.) за счет введения в их архитектуру средств самоорганизации, с одной стороны, и создание перспективных Адаптивных Самоорганизующихся Вычислительных Систем (АСВС) и Интеллектуальных Самоорганизующихся Цифровых Систем (ИСКС), с другой стороны:

- Адаптивных Самоорганизующихся Вычислительных Систем (АСВС) с мультипараллельной обработкой данных, способных автоматически, средствами самой системы целенаправленно изменять (для

повышения эффективности) свою архитектуру, логику функционирования и характеристики при изменении областей применения, решаемых задач и предъявляемых внешней средой требований и ограничений;

- Интеллектуальных Самоорганизующихся Цифровых Систем (ИСКС), объединяющих принципы внутреннего представления объектов внешнего мира, формирования понятий, установления и сохранения причинно – следственных взаимосвязей между ними и обработки семантической информации, характерные для мозга человека, и принципы и методы организации и реализации мультипараллельных вычислительных процессов, характерные для Адаптивных Самоорганизующихся Вычислительных Систем.

Разрешение рассматриваемой проблемы требует решения следующих задач:

1. Разработки нового математического аппарата дискретной математики, обеспечивающего:

а) возможность полной взаимно однозначной спецификации параллельных аппаратно – программных объектов вычислительной техники на различных уровнях их детализации;

б) возможность полной взаимно однозначной спецификации временных параллельных процессов, реализуемых аппаратно – программными объектами параллельных ВС на различных уровнях их представления.

2. Разработки строгой формальной теории синтеза и анализа аппаратных и программных средств универсальных и проблемно ориентированных параллельных ВС, обеспечивающих удовлетворение требований/ограничений различных прикладных областей.

3. Разработки адаптивных технологий автоматического синтеза/анализа:

а) времяпараметризованных мультипараллельных моделей задач (с аппаратной и программной ориентацией) для различных классов параллельных ВС/процессоров и при различных системах требований и ограничений;

б) времяпараметризованных мультипараллельных программных средств для различных классов параллельных ВС/процессоров и при различных системах требований и ограничений;

в) времяпараметризованных мультипараллельных аппаратных средств на системно-алгоритмическом, функциональном и логической/вентильном уровнях проектирования при различных системах требований и ограничений.

4. Разработка адаптивных технологий автоматической верификации результатов автоматического синтеза параллельных аппаратных и программных продуктов, их автоматической визуализации, оценки и визуализации показателей их эффективности.

2. Цель доклада

Цель доклада – изложение концепции и принципов построения АСВС; описание технологий автоматического проектирования мультипараллельных аппаратных и программных средств традиционных параллельных ВС и АСВС на базе разработанного автором аппарата Проблемно – ориентированной Пространственно – Временной дискретной математики.

3. Принципы построения, обобщенная архитектура АСВС и проблемы проектирования параллельного аппаратно-программного обеспечения

Концепция АСВС - способность средствами АСВС автоматически синтезировать и изменять в реальном времени, с целью повышения эффективности, архитектуру аппаратно-программных средств, функционирование и характеристики соответственно изменению областей применения, решаемых задач, требований и ограничений [8-11].

Принципы построения АСВС, обеспечивающие реализацию концепции:

1. Множественность и автоматический выбор состава методов параллельной обработки данных.
2. Совместная обработка семантической и числовой информации.
3. Использование временных мультипараллельных программ.
4. Автоматический выбор оптимального соотношения аппаратно- программных средств.
5. Автоматический синтез мультипараллельных программных средств.
6. Автоматический синтез мультипараллельных аппаратных средств.
7. Принцип «временного управления» на каждом такте параллельного процесса.
8. Автоматический синтез средств контроля и поддержки достоверности вычислений.
9. Автоматическая визуализация параллельного Hard&Soft и показателей эффективности.
10. Спецификация исходных задач с помощью языков последовательного программирования.

Состав компонентов Системы самоорганизации мультипараллельных программных и аппаратных средств АСВС и Системы реализации мультипараллельных процессов АСВС представлен на рис.1, рис.2.



Рис.1. Состав функциональных подсистем самоорганизации и адаптации параллельных программных и аппаратных средств АСВС



Рис.2. Состав функциональных подсистем реализации мультипараллельных процессов АСВС
Основные проблемы теории и технологий синтеза Адаптивных Самоорганизующихся Вычислительных Систем представляет рис.3.



Рис.3. Основные проблемы создания Адаптивных Самоорганизующихся Вычислительных Систем

4. Задачи и состав Пространственно – Временной дискретной математики

Математической основой методов формального синтеза и технологий автоматического проектирования мультипараллельного аппаратно – программного обеспечения АСВС является разработанный автором аппарат Проблемно – ориентированной Пространственно – Временной Дискретной Математики (ПВДМ) [8, 10].

Задачами аппарата являются:

1. Поддержка создания конструктивной теории формального синтеза и анализа универсальных, специализированных и проблемно – ориентированных объектов параллельной вычислительной техники (процессоров; традиционных параллельных ВС, суперЭВМ, распределенных вычислительных сетей, PBC/GRID; и перспективных АСВС/ИСКС).

2. Поддержка создания технологий автоматического синтеза мультипараллельного программного и аппаратного обеспечения двойного использования:

- как самостоятельных автоматических технологий проектирования параллельных аппаратных и программных продуктов цифровой вычислительной техники;
- как технологий автоматического проектирования, включаемых в состав архитектур традиционных ВС и перспективных АСВС/ИСКС в качестве встроенных средств самоорганизации и адаптации.

Состав компонентов Пространственно – временной дискретной математики представляет рис.4.

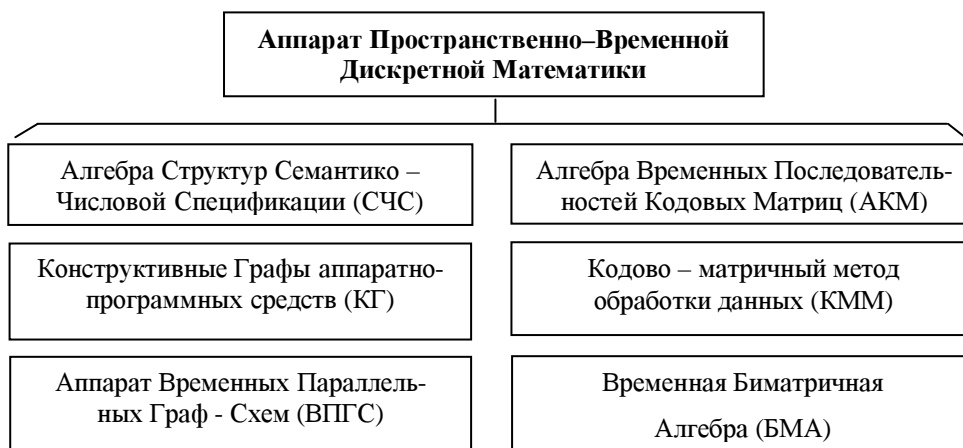


Рис. 4. Компоненты Пространственно – временной дискретной математики (ПВДМ)

Новизна и сложность задач, решение которых должен обеспечивать аппарат ПВДМ, и широкий состав подлежащих учету факторов эффективности обуславливают необходимость предъявления к математическим средствам синтеза/анализа ряда принципиальных требований, выполнение которых должно обеспечивать практическую работоспособность - «конструктивность», с одной стороны, и «научную ценность» – возможность разработки на основе математического аппарата новых формальных методов и создания новых технологий синтеза/ анализа, с другой стороны, и большой «диапазон применимости» (от уровня объектов – «больших» систем до объектов нано - и субмолекулярного), с третьей стороны.

По мнению автора, к таким требованиям должны относиться [8-11]:

Алгоритмическая интерпретируемость – это способность аппарата обеспечить спецификацию алгоритмов любых классов (неразветвляющихся, разветвляющихся, циклических с различными типами циклов).

Аппаратная конструктивность – это возможность синтеза по числовой спецификации алгоритма схемы цифрового устройства, реализующего алгоритм.

Программная конструктивность – это возможность синтеза по числовой спецификации алгоритма текста параллельной программы, реализующей алгоритм.

Временная конструктивность – это возможность учета в явном виде параметра реального времени и формальной спецификации временных параллельных процессов выполнения параллельных программ и функционирования параллельных цифровых устройств.

Семантическая конструктивность – это способность аппарата обеспечить спецификацию алгоритмов с учетом единиц измерения физических величин.

Инвариантность к параллелизму – это возможность спецификации всех известных методов параллелизма или их произвольной комбинации.

Инвариантность к сложности – это способность отображать сложные преобразования информации, осуществляемые параллельными программами или параллельными аппаратными средствами, с помощью формул математического аппарата/конструкций, количество символов в которых слабо зависит от характеристик размерности «реальных» описываемых объектов.

Компьютерная конструктивность – это возможность непосредственной компьютерной обработки числовых спецификаций моделей алгоритмов, спецификаций параллельных программ и параллельных аппаратных средств без применения каких-либо конверторов.

Полнота спецификации и формальный характер – это возможность описания алгоритма,

программы или аппаратного устройства структурами семантико - числовой спецификации без привлечения дополнительных математических средств.

Инвариантность по отношению к элементному базису – это возможность спецификации средствами математического аппарата состава и типов элементов, их связей и порядка функционирования аппаратных средств, построенных на основе физических элементов, принадлежащих различным элементным базисам и имеющих различные характеристики.

Инвариантность к уровням проектирования аппаратно – программных средств параллельных ВС.

Наличие средств инструментальной поддержки, обеспечивающих возможность практического использования математического аппарата.

Поддержка всех известных методов параллельной обработки данных (рис.5).

Поддержка спецификации и синтеза нового класса параллельных программ – временных (временпараметризованных) мультипараллельных программ (рис.6).

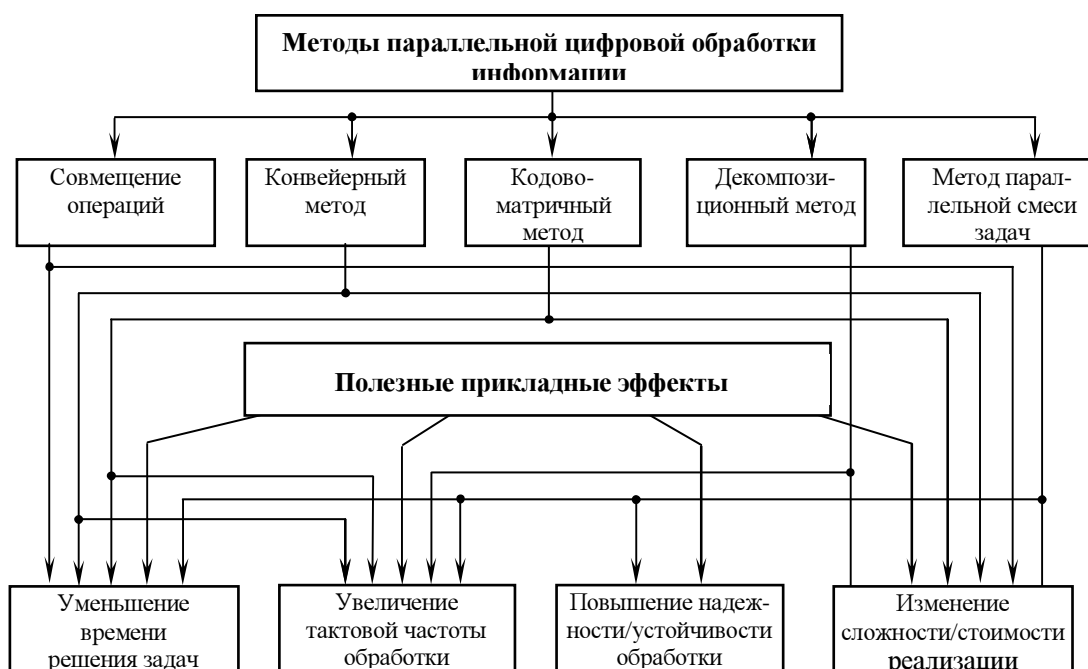


Рис. 5 . Поддерживаемые ПВДМ методы параллельной обработки данных

Введенный автором новый класс последовательных/параллельных программ – Временпараметризованные (Временные) Мультипараллельные Программы (ВМП – программы) - это конструкции, которые содержат в явном виде спецификации следующих категорий информации (рис.6).



Рис.6. Категории информации времяпараметризованных мультипараллельных программ

Принципиальными отличиями временных мультипараллельных программ от традиционных параллельных программ, применяемых в известных параллельных процессорах (например, с длиной

командной строкой, *VLIW*, с управлением потоком данных, *FLOW*) и параллельных ВС классов *SMP*, *NUMA*, *MPP*, *CLUSTER*, являются:

- использование реального времени в качестве одного из основных элементов конструкции параллельных программ и соответствующих параллельных процессов;
- мультипараллелизм программ – явное отражение в конструкциях программ состава фактически используемых (всех или произвольной части известных) методов параллельной обработки данных;
- использование в программах единиц измерения (семантики) обрабатываемых величин (кроме обработки только числовых значений данных, как это имеет место в традиционных последовательных и параллельных программах);
- поддержка в явном виде структурой временных мультипараллельных программ различных архитектур параллельных процессоров и ЭВМ;
- поддержка в явном виде структурой временных мультипараллельных программ требований и ограничений, задаваемых пользователями (например, обеспечение требуемого времени выполнения программы, заданной тактовой частоты обработки данных и т.д.);
- поддержка принципа «временного управления на каждом такте» параллельным вычислительным процессом (в отличие от принципа управления на основе «потока команд» программы и «потока данных» программы, принятых в известных параллельных процессорах и ПВС).

Следует отметить, что применяемые в настоящее время в компьютерной технике «статические» последовательные и параллельные программы являются частными случаями ВМП – программ.

Различные компоненты ПВДМ имеют следующую функциональность:

Аппарат Алгебры структур Пространственно – Временной Семантико-Числовой Спецификации (СЧС) – универсальный аппарат, который обеспечивает:

- а) формальную спецификацию задач и их Си – программ, традиционных параллельных и времяпараметризованных (временных) мультипараллельных моделей процессов и программ, цифровых мультипараллельных аппаратных средств на функциональном, логическом и вентильном уровнях детализации, архитектур комплексных алгоритмов (КА) сложных информационно – вычислительных и управляющих систем;
- б) создание технологий автоматического синтеза высокоэффективного мультипараллельного аппаратно – программного обеспечения для перспективных АСВС/ИСВС и повышения эффективности известных параллельных ВС/супер- ЭВМ/GRID [10].

Аппарат Биматричной Алгебры (БМА), обеспечивающий спецификацию и формирование математических статических и динамических моделей архитектур и процессов выполнения Комплексных Алгоритмов (КА) сложными информационно – реальном масштабе времени) [11].

Аппарат Алгебры Кодовых Матриц (АКМ), обеспечивающий спецификацию и формализацию решения задач синтеза/анализа параллельных аппаратных средств на функциональном, логическом и вентильном/нано уровнях детализации проектов [10].

Конструктивные Графы, КГ (далее SoftКГ, HardКГ) [10]) и **Временные Параллельные Граф-Схемы (ВПГС)**, составляющие средства графической спецификации и визуализации [10].

Примеры использования средств ПВДМ при спецификации и решении задач синтеза/анализа параллельных аппаратно – программных объектов содержатся в презентации доклада.

5. Общий состав технологий автоматического синтеза параллельных аппаратно – программных средств

А. Технология трансляции исходных спецификаций аппаратно – программных объектов синтеза в структуры СЧС

В. Технология автоматического синтеза временных параллельных моделей задач и . комплексов алгоритмов

С. Технология автоматического синтеза времяпараметризованных мультипараллельных программ.

Д. Технология автоматического синтеза времяпараметризованных мультипараллельных аппаратных средств.

Е. Технология автоматической верификации и визуализации результатов автоматического синтеза параллельных аппаратно - программных средств.

Г. Технология оценки эффективности и визуализации показателей эффективности параллельных аппаратно-программных средств.

6. Технология автоматического синтеза временных мультипараллельных моделей задач - Синтезатор Параллельных Моделей, СПМ

Назначение СПМ – решение проблемы формального и автоматического синтеза временных моно – и мультипараллельных программно и аппаратно ориентированных моделей задач для перспективных Адаптивных Самоорганизующихся Вычислительных Систем, проблемно – ориентированных ВС, а также параллельных моделей для известных классов параллельных процессоров (например, *VLIW*, *FLOW/DFC* - *Data Flow Computers*), параллельных ВС классов *SMP*, *NUMA*, *MPP*, *CLUSTER* и суперЭВМ [8,10].

Состав элементов архитектуры СПМ и их связи представляет рис 7.



Рис 7. Архитектура технологии автоматического синтеза временных мультипараллельных моделей задач СПМ

7. Технология автоматического синтеза временных параллельных программ – Параллельный Интеллектуальный Компилятор, ПИК

Назначением теории и технологии ПИК является решение проблемы формального и автоматического синтеза временных моно – и мультипараллельных программ для перспективных Адаптивных Самоорганизующихся Вычислительных Систем, проблемно – ориентированных ВС, а также традиционных параллельных программ для известных классов параллельных процессоров (например, *VLIW*, *FLOW/DFC*), параллельных классов *SMP*, *NUMA*, *MPP*, *CLUSTER* [7-11].

Состав элементов архитектуры ПИК и их связи представляет рис 8.

8. Технология автоматического синтеза мультипараллельных цифровых аппаратных средств - Автоматический Интеллектуальный Проектировщик, АИП

Назначением теории и технологии АИП является решение проблемы формального и автоматического синтеза временных моно – и мультипараллельных цифровых аппаратных средств для перспективных Адаптивных Самоорганизующихся Вычислительных Систем, а также для универсальных и специализированных параллельных процессоров и параллельных ВС известных классов [8-11].

Состав элементов архитектуры АИП и их связи представляет рис 9.



Рис. 8. Архитектура адаптивной технологии автоматического проектирования параллельного программного обеспечения (ПИК)

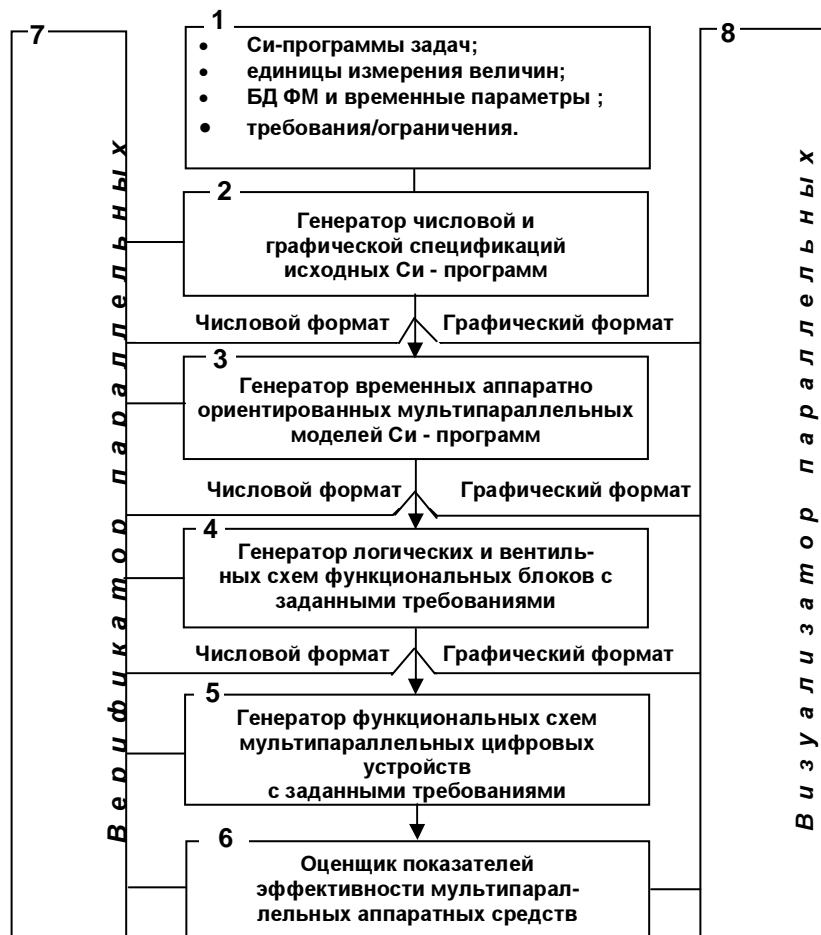


Рис. 9. Архитектура адаптивной технологии автоматического проектирования мультипараллельных аппаратных средств (АИП)

9. Иллюстрирующий пример

Поясним кратко некоторые этапы представленных выше технологий с помощью простого примера, текст Си-программы которого представляет рис.10.

```
#include <stdio.h>
void main(void)
{
    int a, b;
    int k, z, p, s, t;
    scanf("%d %d% d",&a, &b);
    k = a / 2;
    z = a * b;
    p = k % z;
    s = z / k;
    t = p + s;
    printf("%4d\n",t);
}
```

Рис.10. Исходный текст Си – программы

Начальным этапом работы всех технологий синтеза аппаратно – программных объектов является трансляция исходных данных в структуры семантико – числовой спецификации, которые далее используются для формального (машинного) представления объектов синтеза на всех промежуточных и выходных этапах (символ 2 рис.7, рис.8, рис.9). Автоматически синтезированные структуры СЧС исходного текста показаны в табл.1. и табл.2.

Базовая структура BF (табл.1) содержит в своем составе следующие массивы данных:

N - массив номеров инструкций Си-программы (или «вершин» – при работе с конструктивным графом Си-программы);

MET - массив меток инструкций;

TYP – массив типов инструкций Си-программы;

NSJ - массив указателей на начало цепочки номеров входных/сопряженных (для конкретной инструкции) инструкций Си – программы;

SJD – массив количеств входных / «сопряженных» (для рассматриваемой инструкции) инструкций Си-программы;

BJ – массив номеров естественных частей Си – программы (неразветвляющихся фрагментов инструкций Си-программы);

NWJ- массив указателей на начало цепочки номеров выходных/«внешних инструкций Си-программы для рассматриваемой инструкции;

WJD - массив количеств выходных/ «внешних» (для рассматриваемой инструкции) инструкций Си-программы;

VH и *VIH* - количество входов (операндов) и количество выходов (выходных данных) инструкции/функции Си – программы;

RES – массив имен данных и операций/функций.

Таблица 1 - Базовая структура **BF** Си – программы

N	MET	TYP	NSJ	SJD	BJ	NWJ	WJD	MP1	MP2	VH	VIH	RES
0	0	58	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	a_in
1	0	58	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	b_in
2	0	47	-1	0	0	2	0	0	0	0	2	a
3	0	47	-1	0	0	3	0	0	0	0	2	b
4	0	47	-1	0	0	4	0	0	0	0	2	k
5	0	47	-1	0	0	5	0	0	0	0	2	z
6	0	47	-1	0	0	6	0	0	0	0	2	p
7	0	47	-1	0	0	7	0	0	0	0	2	s
8	0	47	-1	0	0	8	0	0	0	0	2	t
9	0	12	0	2	0	9	2	0	0	2	1	=
10	0	12	2	2	0	11	0	0	0	2	1	=
11	0	57	-1	0	0	12	0	0	0	0	1	C2_
12	0	4	4	2	0	13	0	0	0	2	1	/
13	0	12	6	2	0	14	2	0	0	2	1	=
14	0	3	8	2	0	16	0	0	0	2	1	*
15	0	12	10	2	0	17	2	0	0	2	1	+

16	0	5	12	2	0	19	0	0	0	2	1	%
17	0	12	14	2	0	20	0	0	0	2	1	=
18	0	4	16	2	0	21	0	0	0	2	1	/
19	0	12	18	2	0	22	0	0	0	2	1	=
20	0	1	20	2	0	23	0	0	0	2	1	+
21	0	12	22	2	0	24	2	0	0	2	2	=
22	0	49	24	1	0	-1	0	0	0	1	0	stop
23	0	48	25	1	0	-1	0	0	0	1	0	t_out

Для понимания соответствия между Си – программой, базовой структурой *BF* и структурой связей *CF* (табл.1, табл.2) на рис.11. показано графическое представление Си – программы в виде конструктивного Си – графа.

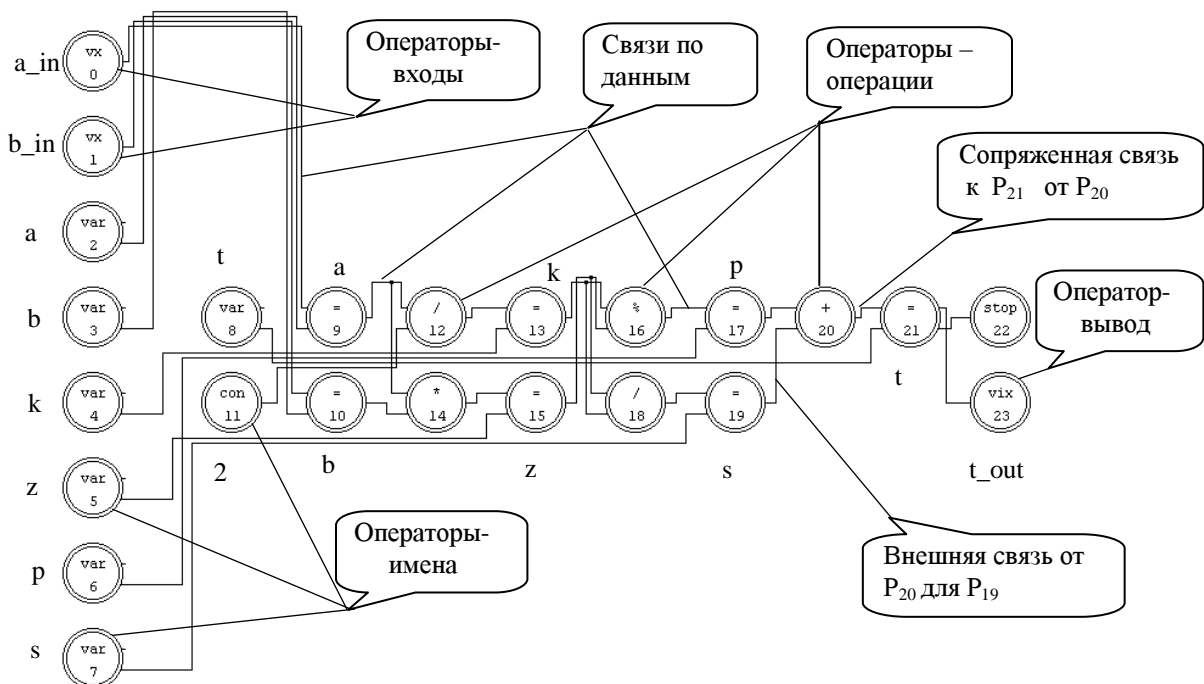


Рис.11. Конструктивный граф (Си - граф) графической спецификации Си – программы

Структура связей *CF* (табл.2) содержит в своем составе следующие массивы данных:

- NN* – номер строки в структуре *CF*;
- SPJD* - сопряженное множество для конкретной инструкции Си – программы (либо конкретной вершины графа программы);
- JSD* - указатель на продолжение цепочки номеров инструкций Си – программы (или вершин графа), входящих в сопряженное множество *SPJD* конкретной инструкции Си – программы (либо вершины графа);
- SNWIH* - номер выхода конкретной сопряженной инструкции (вершины), связанной с входом рассматриваемой вершины;
- SNWHO* - номер входа инструкции (вершины), связывающего данную вершину с выходом соответствующей сопряженной инструкции (вершины);
- WPJD* - внешнее множество инструкций (или вершин графа Си – программы);
- JWD*-указатель на продолжение цепочки номеров внешних инструкций (вершин графа), образующих внешнее множество *WPJD* конкретной инструкции Си – программы (либо вершины графа);
- WNWHO* - номер входа инструкции (вершины), являющейся внешней для рассматриваемой инструкции (вершины);
- WNWIH* - номер выхода рассматриваемой инструкции (вершины), связывающего ее с соответствующей внешней инструкцией Си – программы (внешней вершиной графа).

Таблица 2 - Структура связей CF Си – программы

NN	JSD	SPJD	SNWIH	SNWHO	TSS	JWD	WPJD	WNWHO	WNWIH	TVS
0	1	0	0	0	0	-1	9	0	0	0
1	-1	2	1	1	2	-1	10	0	0	0
2	3	1	0	0	0	-1	9	1	1	2
3	-1	3	1	1	2	-1	10	1	1	2
4	5	9	0	0	0	-1	13	1	1	2
5	-1	11	0	1	0	-1	15	1	1	2
6	7	4	1	1	2	-1	17	1	1	2
7	-1	12	0	0	0	-1	19	1	1	2
8	9	9	0	0	0	-1	21	1	1	2
9	-1	10	0	1	0	10	12	0	0	0
10	11	5	1	1	2	-1	14	0	0	0
11	-1	14	0	0	0	-1	14	1	0	0
12	13	13	0	0	0	-1	12	1	0	0
13	-1	15	0	1	0	-1	13	0	0	0
14	15	6	1	1	2	15	16	0	0	0
15	-1	16	0	0	0	-1	18	1	0	0
16	17	15	0	0	0	-1	15	0	0	0
17	-1	13	0	1	0	18	16	1	0	0
18	19	7	1	1	2	-1	18	0	0	0
19	-1	18	0	0	0	-1	17	0	0	0
20	21	17	0	0	0	-1	20	0	0	0
21	-1	19	0	1	0	-1	19	0	0	0
22	23	8	1	1	2	-1	20	1	0	0
23	-1	20	0	0	0	-1	21	0	0	0
24	-1	21	1	0	1	25	22	0	1	1
25	-1	21	0	0	0	-1	23	0	0	0

Иллюстрирующий материал, поясняющий выполнение всех этапов автоматического синтеза программных и аппаратных объектов синтеза, содержится в презентации доклада.

Выводы

1. Многие специалисты и производители параллельных вычислительных систем констатируют возможность скорого исчерпания потенциала повышения эффективности современных параллельных ЭВМ, построенных по концепциям конца XX и начала XXI века и необходимость разработки высокоэффективных перспективных ВС нового поколения, реализующих новые прогрессивные концепции.

2. Одним из путей решения проблемы является повышение интеллектуального уровня параллельных ВС известных классов за счет введения в их архитектуру средств самоорганизации и адаптации, с одной стороны, и создание перспективных Адаптивных Самоорганизующихся ВС (АСВС) и Аппаратных Интеллектуально - Самоорганизующихся Систем.

3. Имеющиеся результаты развития прикладной математики, компьютерной науки и технологий показывают, что они не могут быть основой решения проблемы повышения эффективности существующих параллельных ВС/суперЭВМ и создания перспективных Адаптивных Самоорганизующихся ВС (АСВС) и Аппаратных Интеллектуально - Самоорганизующихся Систем нового поколения.

4. Основой решения проблемы должны быть обоснование прогрессивных концепций перспективных ВС, разработка эффективных математических средств, предметно ориентированных на обеспечение параллельной компьютерной техники, создание строгой формальной теории синтеза/анализа перспективных параллельных компьютерных систем, разработка и внедрение в практику супервысоких адаптивных технологий автоматического проектирования параллельного аппаратно – программного обеспечения.

5. Полученные автором и его учениками в рамках научного направления «Автоматические технологии проектирования и адаптивные самоорганизующиеся вычислительные системы» являются реальной основой данной проблемы.

Литература

1. Воеводин В.В. Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин -СПб.: БХВ Петербург, 2002. – 608 с.
2. Лацис А. Как построить и использовать суперкомпьютер / А. Лацис. – М.: Бестселлер, 2003. – 240 с.

3. Немнюгин С. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем / С.А. Немнюгин, О.Л. Стесик. -СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 400 с.
4. Проблемы многоверсионного проектирования высоконадежных параллельных программных средств для систем управления критическими технологиями и объектами / Г.А. Поляков, В.В. Складар, Д.А. Толстолужский и др. // Радіоелектронні і комп'ютерні системи, 2006. -№7(19). - С.7-16.
5. Daniel S. Goldin, Samuel L. Venneri, Ahmed K. Noor, "Beyond Incremental Change," Computer, vol. 31, no. 10, pp. 31-39, Oct. 1998.
6. Голдин Д. С. На повестке дня – революция / Дэниел С. Голдин, Сэмюель Л. Венери, Ахмед К. Нур // Открытые системы, 2000. № 1-2, – С.66 – 71.
7. Хокинс Дж. Об интеллекте / Дж. Хокинс, С. Блейкли. -М.: Издательский дом "Вильямс", 2007, - 240 с.
8. Поляков Г.А. Основы построения и автоматического проектирования самоорганизующихся систем параллельной цифровой обработки информации и повышение эффективности комплексов радиолокационного вооружения ПВО / Г.А. Поляков. - Х: ВИРТА ПВО, 1986. -572 с.
9. Состояние и основные направления развития высокопроизводительных вычислительных средств / Е.Г.Волокитина, Н.В.Матчина, В.В.Онищенко и др. Под ред. Г.А.Полякова. Харьков: ХВУ, НЦ РКИ, НТЦ НККУ, 1994.-306 с.
10. Поляков Г.А. Синтез и анализ параллельных процессов в адаптивных времяпараметризованных вычислительных системах / Г.А. Поляков, С.И. Шматков, Е.Г. Толстолужская, Д.А. Толстолужский: монография. – Х. : ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. –672 с.
11. Поляков Г.А. Адаптивные самоорганизующиеся системы с мультипараллельной обработкой данных - стратегия развития цифровой вычислительной техники в XXI–м веке / Г.А. Поляков // Прикладная радиоэлектроника, Том 1, №1, АН ПРЭ.-Харьков, 2002. С.57 –69.