

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ОДНОРОДНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ СТРУКТУРАХ

В.В. Игнатушенко

(Москва)

Задача управления универсальной однородной структурой (вычислительной средой) заключается в размещении вершин и ребер графа любой заданной логической сети на множестве функциональных элементов (ячеек) структуры, а также в записи кодов настройки в память соответствующих ячеек. При этом вершинам графа сети ставятся в соответствие операторы логических и временных функций полного набора, принятого для реализации сети, а ребрам графа — операторы соединительных функций (канал связи, ответвление сигнала, взаимное проникновение пересекающихся потоков информации).

Операторы указанных функций удобно трактовать как стандартные приемы реализации этих функций в структуре с заданными свойствами; в каждой структуре операторы определяются в соответствии с описанием её функциональных элементов; для структур с объемом памяти ячейки в 1 бит, например, операторы описываются координатами ячеек, возбуждение которых (извне) обеспечивает выполнение требуемой элементарной функции.

Предполагается, что заданная логическая сеть является правильной и что она построена на основе оператора реализуемой функции F , заданного любым из известных способов. Предполагается также, что необходимые упрощения логической сети проведены теми или иными способами минимизации канонических уравнений оператора функции F применительно к элементам функционального полного набора, принятым для реализации сети.

Реализация функции F в однородной универсальной структуре достигается выполнением предлагаемого ниже алгоритма раз-

мещения логической сети, соответствующей функции F . Конечной целью выполнения алгоритма будем считать получение координат ячеек и соответствующих им кодов настройки; осуществление настройки указанных ячеек приводит к отработке функции F на выходах одной или нескольких ячеек.

Ограниченный объем статьи не позволяет дать полное описание алгоритма, поэтому затрагивается лишь сущность той или иной операции алгоритма.

I. Операция приведения (ОП). Реализуемая сеть приводится к системе координат структуры, т.е. к такому виду, что любой участок всякого соединительного канала между вершинами графа сети параллелен строкам (столбцам) ячеек. Для структур с числом направлений передачи сигнала (от ячейки) $N = 4$, например, соединительный канал должен представлять собою (в общем случае) ломаную линию с прямыми углами в местах излома.

ОП выполняется с помощью наложения прямоугольной (для $N = 4$) координатной сетки на произвольное графическое изображение логической сети.

ОП состоит из конечного числа элементарных действий (шагов), равного числу ребер графа сети.

Например, некоторая логическая сеть (рис.1) в результате выполнения ОП приводится к виду, изображенному на рис.2 (нумерация входных переменных, а также вершин графа сети — произвольная); при этом для удобства все входные переменные приводятся к ячейкам одной и той же строки (столбца).

II. Операция уравнивания (ОУ) имеет целью уменьшение общей длины соединительных каналов между вершинами графа и, в конечном счете, уменьшение числа ячеек множества M_r , участвующих в реализации функции F , за счет перестройки графа и лучшей организации схемы соединений между его вершинами.

Предварительно, в соответствии со свойствами известных однородных структур (с $N = 4$), ребра графа (входы операторов А логических и временных функций) приводятся к перпендикулярным направлениям; вершины графа, соответствующие логическим функциям и имеющие несколько выходов, замещаются операторами тех же функций с разветвлением выходного сигнала; вершины с числом входов 3 и более замещаются соответствующим количеством двухвыходовых операторов (см. рис.3).

Будем называть осью логической сети совокупность операторов логических и временных функций, а также соединительных ка-

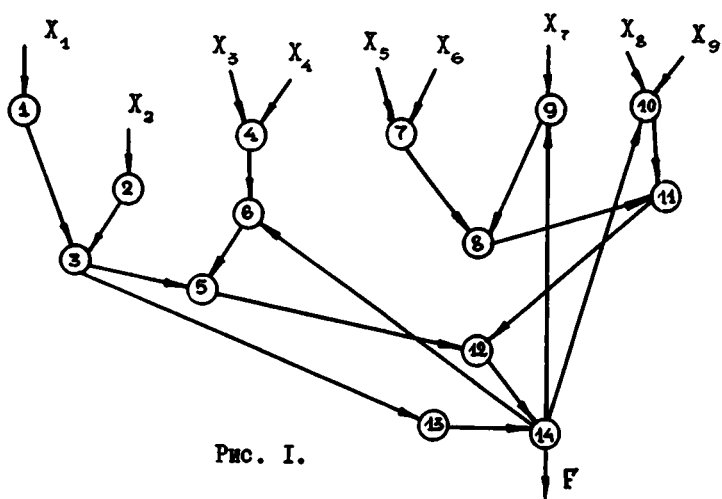


Рис. 1.

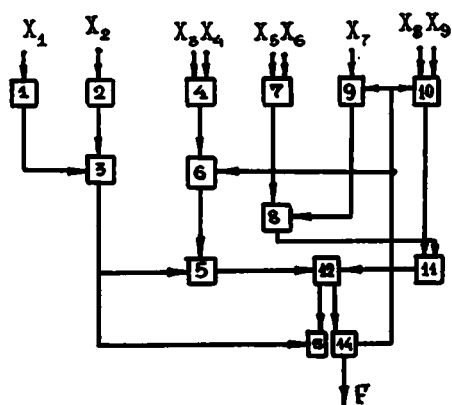


Рис. 2.

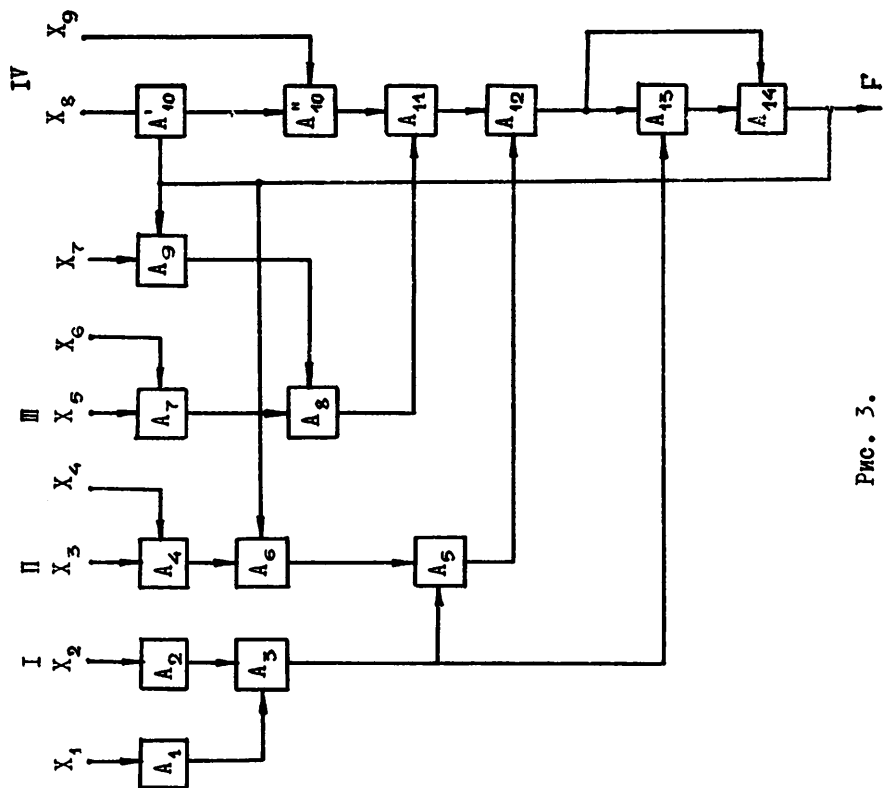


Рис. 3.

налов, расположенных на одной прямой линии, параллельной какой-либо из осей координат структуры. Например, осью является совокупность операторов A'_{10} , A''_{10} , A_{11} , A_{12} , A_{13} , A_{14} и соединяющих их вертикальных каналов.

Будем называть весом оси (ВО) число сигналов, поступающих на операторы данной оси с операторов логических и временных функций, расположенных вне данной оси. Например, ВО ($A'_{10} - A''_{10} - A_{11} - A_{12} - A_{13} - A_{14}$) = 3. В значении веса оси выделяются все стороны, соответствующие числу сигналов, поступающих со стороны различных (взаимно противоположных) направлений; для той же оси ВО = 3; 0.

Будем называть главной осью сети ось с наибольшим весом. В нашем примере главной осью является ось $A'_{10} - A''_{10} - A_{11} - A_{12} - A_{13} - A_{14}$. (В сети может быть несколько главных осей).

Будем говорить, что ось находится в равновесии ("уравновешенная ось"), если веса сторон её одинаковы; таковой является, например, ось $A_4 - A_6 - A_5$.

Рассмотрим два крайних случая расположения некоторой главной оси в сети: ось имеет максимальную разность весов сторон (рис. 4, а) и уравновешенная ось (рис. 4, б). Очевидно, что чем больше вес оси в первом случае, тем труднее разместить другие оси сети вблизи главной оси, в результате чего увеличивается длина соединительных каналов между осями. Кроме того, обилие соединительных каналов, отнесенных к одной стороне оси, затрудняет передачу сигнала в заданную точку из-за необходимости введения большого количества операторов поворотов и взаимного проникновения сигналов.

В случае же равновесия оси другие оси будут располагаться по обе стороны от главной; тогда в максимальной допустимой близости от главной оси могут быть расположены не менее двух других осей, в непосредственной близости от этих двух осей — не менее двух других осей и т.д. Таким образом, длина каналов между осями заметно уменьшается.

В подавляющем большинстве примеров, рассмотренных автором настоящей работы, удавалось весьма компактно реализовать в структурах логические сети, если сеть перестраивалась таким образом, что главная ось сети была уравновешена или близка к равновесию.

Перестройка сети сводится к перемещению участка неуравновешенной главной оси параллельно самому себе в сторону с боль-

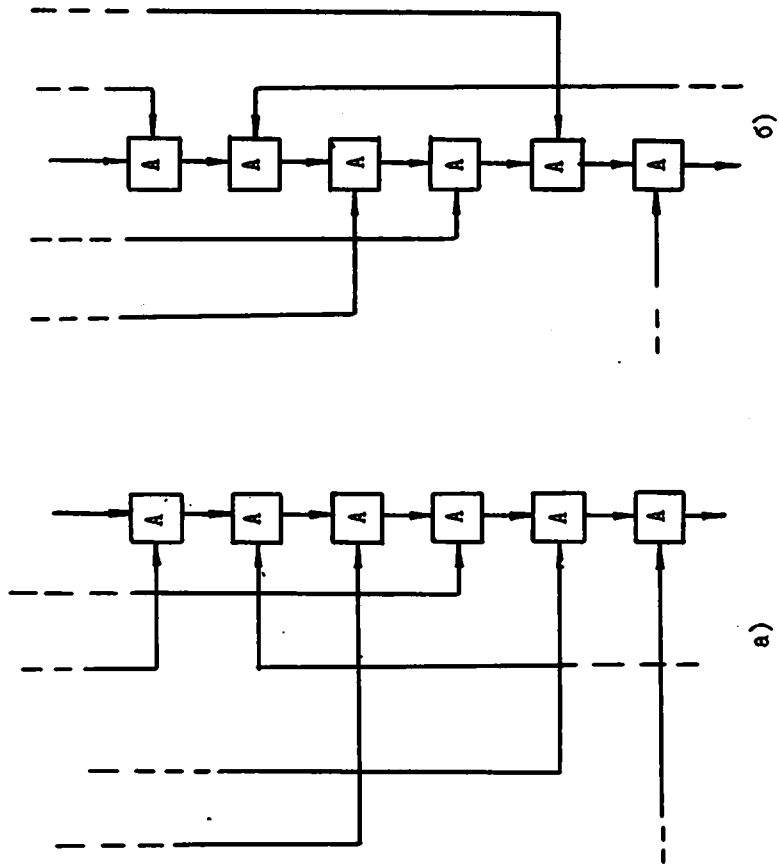


Рис. 4.

шим весом — таким образом, что этот участок становится продолжением другой оси. Снова подсчитываются веса осей, и если равновесие главной оси не достигнуто (или разность весов сторон её превышает 1), то выделяется участок главной оси, который перемещается в сторону с наибольшим весом.

Определены правила выделения и перемещения участков главной оси.

Уравновешивание главной оси для рассматриваемого примера иллюстрирует рис.5.

Приведение главной оси к равновесию сводится к определенной последовательности графических перемещений вершин графа (операторов элементарных функций) с подсчетом весов вновь полученных осей.

Практика показала целесообразность уравновешивания осей с наибольшим весом для частей сети, находящихся слева и справа от уравновешенной главной оси. В этом случае каждая часть сети рассматривается как самостоятельная сеть.

Использование предложенного способа уменьшения общей длины соединительных каналов наиболее целесообразно при реализации в структурах комбинационных схем. В этом случае указанный способ аналогичен построению комбинационного "дерева".

Предложенный способ тем более эффективен, чем более сложна логическая сеть, чем больше связей между операторами требуется осуществить. Причем целесообразно применять уравновешивание осей как на уровне функциональных узлов сети (разряды счетчиков и регистров, логические узлы и т.п.), так и на уровне систем; при этом узел или блок с уравновешенными осями рассматривается как один оператор.

В настоящее время не доказано, что применение предложенного способа для сложных сетей дает схему соединительных каналов с минимальной общей длиной их, но очевидно, что этот способ позволяет избежать полного перебора схем каналов, обеспечивая при этом вполне удовлетворительную плотность компоновки сети в структуре.

В алгоритме предусматриваются и некоторые другие действия, позволяющие сократить общую длину соединительных каналов сети уже после уравновешивания осей сети.

На рис.6 приводится окончательный вид рассматриваемой сети после выполнения операции уравновешивания.

Последующие операции замещения (ОЗ) и сжатия (ОС) связаны

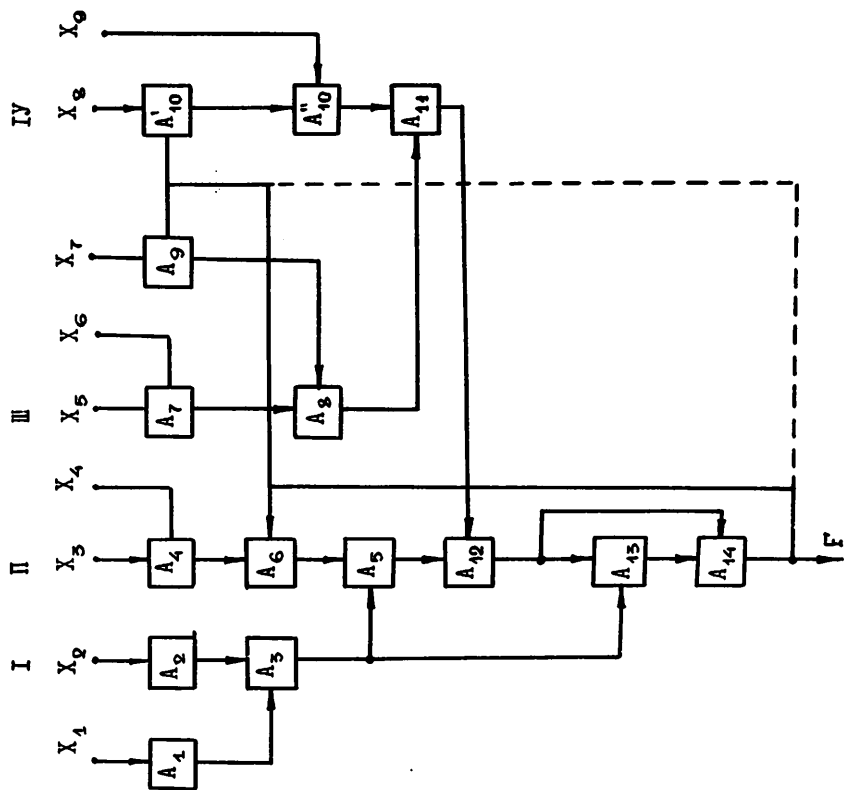


Рис. 5.

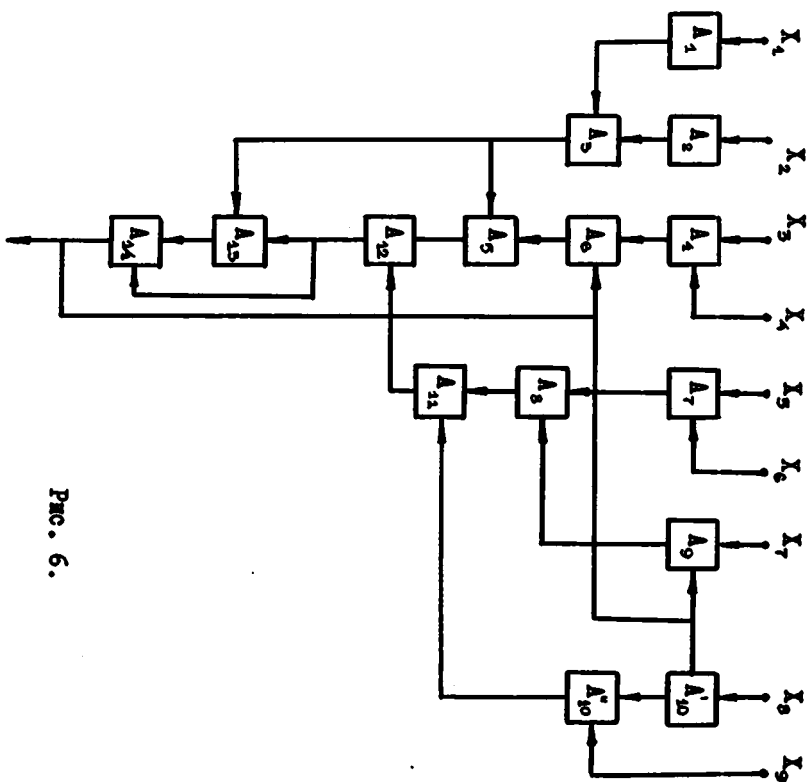


Рис. 6.

с размещением графических изображений (координат ячеек) операторов соединительных функций в масштабе графического изображения ячеек данной структуры, и с расположением операторов на минимальном расстоянии от соседних операторов, обусловленном свойствами данной структуры.