

ПРИМЕНЕНИЕ АДРЕСНОГО ЯЗЫКА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СИНТЕЗА ЦИФРОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

И.В. Иловайский, В.С. Лозовский, Я.И. Фет

В работах ([1], [2] и др.), посвященных автоматическому проектированию схем ЦВМ, в качестве входных данных для программ проектирования рассматривается функциональная логическая схема ЦВМ. В настоящей работе излагается один из возможных подходов к автоматизации синтеза функциональной схемы ЦВМ, исходя из заданной системы команд.

Известно, что любая команда ЦВМ может быть задана набором выражений, отражающих обмен информацией между элементами памяти [3], [4]. С другой стороны, функциональная схема однозначно описывается уравнениями входов элементов памяти [5]. Из распространенных алгоритмических языков [6], [7], [8], [9] наиболее удобным для описания процесса передачи информации между элементами памяти представляется адресный язык [9], [10].

Ниже будет изложен алгоритм перехода от записи системы команд ЦВМ на адресном языке к функциональной схеме в виде системы логических уравнений.

Исходной посылкой при построении алгоритма является условие выполнения всех команд единым устройством. Поэтому записи отдельных команд совмещаются в одном списке таким образом, что все вхождения одноименных формул засылки заменяются одной записью данной формулы засылки. Далее, в этом списке производятся допустимые совмещения формул засылки во времени. Затем каждая формула засылки разворачивается в уравнения входов запоминающих элементов.

Предлагаемый алгоритм применим к построению функциональных схем ЦВМ, для которых заданы следующие исходные характеристики:

1. Количество запоминающих устройств, емкость каждого из них и способ выборки информации.
2. Способ представления числа.
3. Формат числа.
4. Адресность.
5. Способ модификации команд.
6. Система команд.
7. Принцип организации временной диаграммы.
8. Длительность всех действий, выраженная в условных единицах.

Кроме этого, должно быть задано описание каждой команды на адресном языке с указанием необходимых регистров.

Работа рассматриваемого алгоритма будет проиллюстрирована ниже на примере синтеза простейшей цифровой вычислительной машины.

2. ПОДГОТОВКА ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Пусть заданы следующие характеристики проектируемой машины:

1. Оперативная память с произвольной выборкой емкостью 2^{12} слов. Длина слова 24 разряда.
2. Представление чисел - в естественной форме, с запятой, фиксированной после знакового разряда.



3. Машина работает по параллельному принципу, арифметическое устройство обрабатывает только числа.

4. Временная диаграмма машины организуется по синхронно-асинхронному принципу.

5. Машина одноадресная.

6. Система команд машины:

- | | | |
|--|---|--|
| (1). Сложение | } | С выработкой признака ω
по знаку результата. |
| (2). Вычитание | | |
| (3). Засылка в оперативную память. | | |
| (4). Передача управления по условию $\omega = 1$. | | |
| (5). Передача управления по условию $\omega = 0$. | | |
| (6). Команда выхода из цикла. | | |

Предусматривается модификация команд по семи индекс-регистрам и возможность организации семи независимых циклов.

Адресная часть команды потребует 12 разрядов. Исходя из объема оперативной памяти (2^{12}), требуемая разрядность счетчика циклов будет также 12. Таким образом, целесообразно размещать в каждой ячейке, отводимой под индекс-регистр, константу модификации и счетчик циклов.

24	I3	I2	I
константа модификации		счётчик циклов	

Под индекс-регистр отводятся ячейки оперативной памяти с номерами 1 - 7.

Из вышеизложенного следует формат слова команды:

24	23	22	21	20	19	18	I3	I2	I
						неиспользуемые		адрес операнда	
код операции		адрес индекс-регистра							

Описание команд на адресном языке составляется разработчиком на основании заданных характеристик устройства и опыта проектирования. Описание команд может производиться в любом порядке. Для рассматриваемого примера возможен следующий вариант описания.

Сложение

Каждой формуле засылки (действию) удобно отводить одну строку. Адрес очередной команды необходимо хранить в некотором регистре. Пусть P1 - 12-разрядный регистр адресов команд, а P2 - 12-разрядный регистр адресов запоминающего устройства. Тогда засылка адреса новой команды в регистр P2 запишется следующим образом:

$$P1 \Rightarrow P2.$$

По адресу, хранящемуся в P2, выбирается слово, которое записывается в 24-разрядном выходном регистре памяти P3.

$$P2 \Rightarrow P3.$$

С регистра P3 отдельные части команды поступают на 12-разрядный регистр адресов операндов P4, 3-разрядный регистр кодов операций P6 и 3-разрядный регистр адресов индекс-регистров P5.

$$P3_{1-12} \Rightarrow P4,$$

$$P3_{13-21} \Rightarrow P5,$$

$$P3_{22-24} \Rightarrow P6.$$

Если выбранная команда требует модификации адреса операнда, то P5 $\neq$ 0. В противном случае, желательно не терять времени на работу сумматора адресов и перейти непосредственно к выполнению команды. Для этого вводится условие:

$$P \{ P5 = 0 \} \text{ (Начать выполнение команды) } \uparrow \text{ (Модифицировать адрес) }$$

Модификация адреса производится следующим образом. Адрес индекс-регистра засылается в P2, из запоминающего устройства выбирается константа модификации, которая складывается с адресом в команде.

$$P5 \Rightarrow P2;$$

$$P2 \Rightarrow P3;$$

$$P3_{13-24} + P4 \Rightarrow P4.$$

Для выполнения операций в арифметическом устройстве вводятся 24-разрядные регистры слагаемого P7 и суммы P8. Операция сложения выполняется следующим образом:

$$\begin{aligned}
 &'P4 \Rightarrow P2 ; \\
 &"P2 \Rightarrow P3 ; \\
 &'P3 \Rightarrow P7 ; \\
 &'P7 + 'P8 \Rightarrow P8 ; \\
 &P\{ 'P8 \geq 0 \} 0 \Rightarrow P9 \mid I \Rightarrow P9,
 \end{aligned}$$

где P9 - регистр ω .

На этом выполнение собственно команды сложения заканчивается. К началу следующей команды необходимо иметь ее адрес в регистре адресов команд:

$$'PI + I \Rightarrow PI.$$

В ы ч и т а н и е

Запись операции вычитания на адресном языке производится аналогично записи сложения, за исключением действия

$$'P8 + 'P7 \Rightarrow P8,$$

вместо которого записывается действие

$$'P8 - 'P7 \Rightarrow P8.$$

З а с ы л к а в о п е р а т и в н у ю п а м я т ь

Выполнение настоящей операции заключается в том, что результат вычислений из арифметического устройства направляется в память по адресу, засылаемому в регистр P2:

$$'P4 \Rightarrow P2;$$

$$'P8 \Rightarrow ('P2).$$

К началу следующей команды адрес в регистре адресов команд должен быть увеличен на единицу:

$$'PI + I \Rightarrow PI.$$

К о м а н д ы п е р е д а ч и у п р а в л е н и я п о у с л о в и ю

При реализации команд передачи управления после засылки кода слова команды в регистры P4, P5, P6 может осуществляться изменение адреса команды, хранимого в регистре PI, в зависи-

мости от содержимого регистра P9.

$$P\{ 'P9 = 1 \} 'P4 \Rightarrow PI \mid 'PI + I \Rightarrow PI$$

для команды передачи по $\omega = 1$ и

$$P\{ 'P9 = 0 \} 'P4 \Rightarrow PI \mid 'PI + I \Rightarrow PI$$

для команды передачи по $\omega = 0$.

В ы х о д и з ц и к л а

При реализации команды выхода из цикла после засылки кода слова команды в регистры P4, P5, P6 осуществляется вычитание единицы из вызванного командой счетчика циклов и сравнение его с нулем. По результату сравнения производится условный выход из цикла.

$$'P5 \Rightarrow P2 ;$$

$$"P2 \Rightarrow P3 ;$$

$$'P3_{I-I2} - I \Rightarrow P10 ;$$

$$'P10 \Rightarrow ('P2)_{I-I2};$$

$$P\{ 'P10 = 0 \} 'PI + I \Rightarrow PI \mid 'P4 \Rightarrow PI ;$$

Исходя из опыта проектирования и предусматриваемой схемной реализации, разработчик указывает относительную длительность действий.

Например, в рассматриваемом случае могут быть получены следующие данные:

- длительность пересылки информации из регистра в регистр равна τ ;
- относительная продолжительность обращения к памяти 5τ ;
- относительное время одного цикла суммирования в арифметическом устройстве 4τ ;
- относительное время одного цикла работы вспомогательных сумматоров в устройстве управления 2τ ;
- проверка и фиксация переходов по предикатам τ .

3. ФОРМАЛЬНАЯ ЗАПИСЬ СИСТЕМЫ КОМАНД НА АДРЕСНОМ ЯЗЫКЕ

При записи операций на адресном языке каждое действие отмечается порядковой меткой. Отсчет меток внутри каждой опера-

ции начинается с единицы. Под действием понимается одиночная формула засылки или одиночная предикатная формула.

Для удобства описания запись разбивается на строки таким образом, что в строке остается одна метка и помеченное ею действие.

Запись должна отражать логическую последовательность действий при выполнении данной операции.

В записи предиката разветвление указывается только метками.

При вхождении какого-либо регистра в различные действия частями в каждом случае явно указывается разрядность. Те регистры, разрядность которых следует из характеристик машины, указываются с списком разрядностей и регистров (СР).

Все действия, относительная длительность которых больше ϵ , даются с списком длин действий (СД).

Для рассматриваемого примера формальная запись системы команд (массив М1) и списки СР и СД приведены в приложении 2. Для удобства ориентировки в списках в приложении 1 приведен перечень всех регистров машины.

4. АЛГОРИТМ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ЦВМ

Программа I. Присвоение длительностей действиям

В массиве М1 действия были отмечены порядковыми номерами, независимо от их длительностей. Программа I присваивает действиям длительности в соответствии с СД. Для дальнейшей работы алгоритма удобно представить каждое действие длины ϵ как ϵ таких же действий единичной длительности. В связи с изменением нумерации действий производятся соответствующие изменения меток, входящих в предикаты. Для этого служит вспомогательная таблица меток предикатов (МП).

На рис. 1 приведена блок-схема программы I.

Для рассматриваемого примера таблица М1 и результат работы программы I (массив М2) приведены в приложении 3.

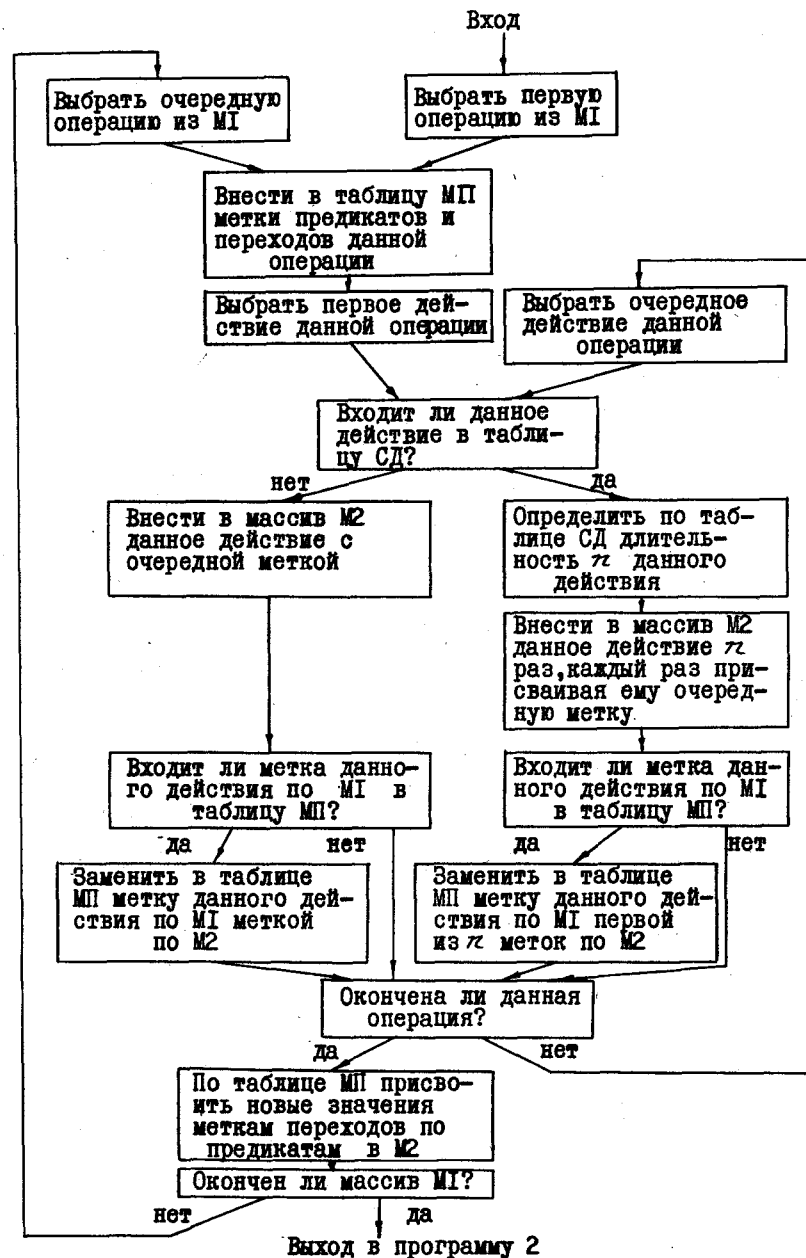


Рис. 1. Программа I. Присвоение длительностей.

Программа 2. Совмещение действий

Программа 2 осуществляет максимальное сокращение длительности выполнения каждой операции. Действия, которые могут выполняться одновременно, объединяются в наборы. Исходным массивом для работы программы 2 является массив М2. Для каждого действия проверяется возможность смещения его в предыдущий набор. Действие не может быть смещено, если:

- оно принадлежит первому набору операции;
- в предыдущем наборе имеется такое же действие;
- переменная в левой (правой) части рассматриваемого действия совпадает с переменной в правой (левой) части любого действия предыдущего набора;
- в предыдущем наборе имеется предикат, одна из меток перехода которого совпадает с меткой рассматриваемого действия.

Справедливость первого, третьего и четвертого условий очевидна. Второе условие запрещает сворачивание действий длительности более $\approx$.

Особенности обработки предикатов программой 2 заключаются в следующем:

- смещение предиката в предыдущий набор не допускается;
- после того, как произведены все возможные смещения действий в данной операции, в некоторых наборах могут оказаться формулы засылки и предикат; тогда предикат и все следующие за ним действия смещаются так, чтобы предикат оказался в отдельном наборе, при этом разрыв длинных действий не допускается.

Указанные правила обработки предикатов облегчают построение проектируемой ЦВМ по синхронно-асинхронному принципу.

На рис. 2 приведена блок-схема программы 2.

Для рассматриваемого примера результат работы программы 2 приведен в приложении 4 (массив М3).

Программа 3. Совмещение операций

Программа 3 обрабатывает массив М3. Назначение программы - установить взаимную связь между действиями всех операций

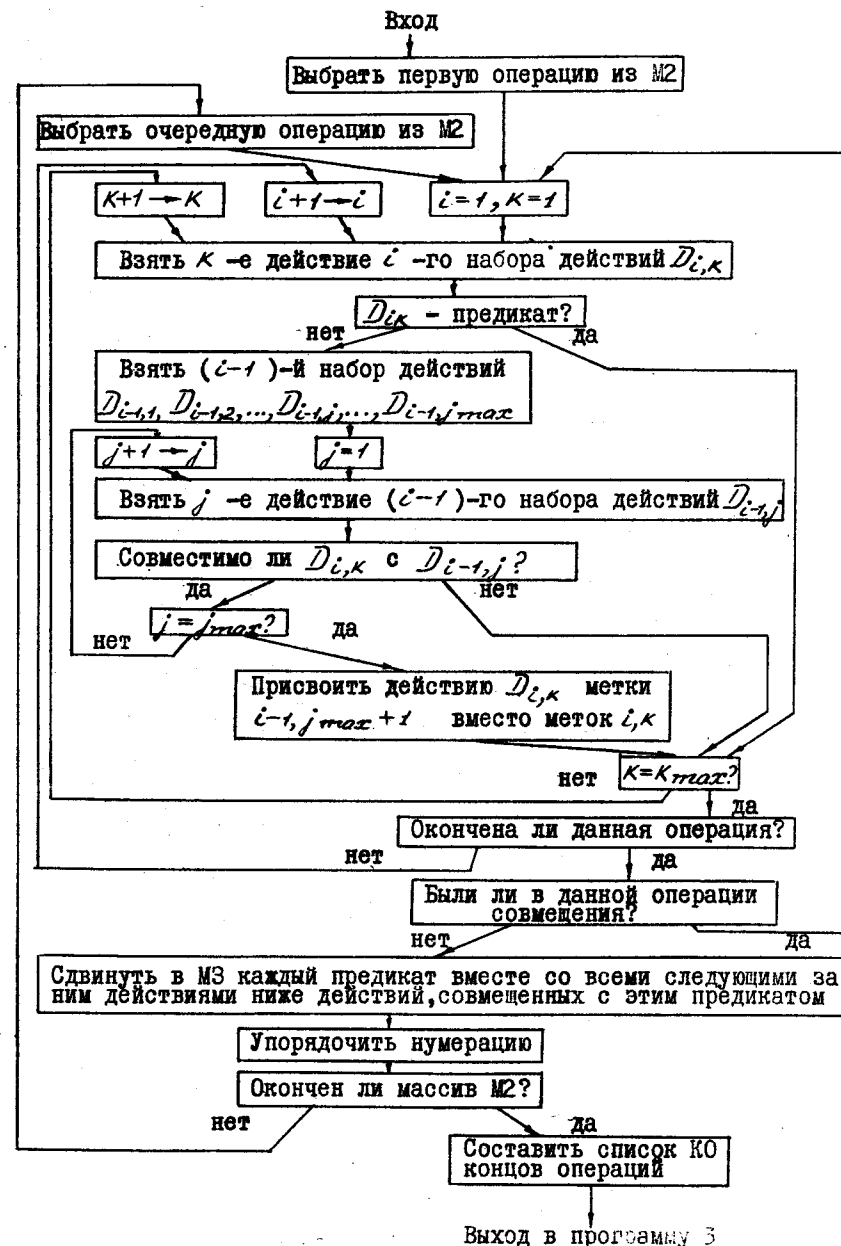


Рис. 2. Программа 2. Совмещение действий.

для удобства их реализации единой ЦВМ. При этом производится последовательная выборка действий из помеченных одинаковыми метками наборов операций массива МЗ и запись их в соответствующий набор массива М4 с указанием при каждом действии кода операции.

При составлении массива М4 предикаты не должны попадать в один набор с другими действиями.

На рис. 3 приведена блок-схема программы 3.

Массив М4 для рассматриваемого примера приведен в приложении 5.

Программа 4. Подготовка логических уравнений

Программа 4 обрабатывает массив М4, объединяя все условия выполнения каждого действия. Одновременно из массива М4 выбираются все предикаты с условиями их выполнения.

Массив объединенных действий М5 в дальнейшем используется для выработки логических уравнений входов регистров, а массив предикатов М6 – для выработки логических уравнений устройства управления.

На рис. 4 приведена блок-схема программы 4.

Массивы М5 и М6 для рассматриваемого примера приведены в приложении 6.

Программа 5. Присвоение разрядности

Программа 5 обрабатывает массив М5. В этой программе упрощаются логические выражения, описывающие условия выполнения каждого действия и производится присвоение разрядности регистрам. Выходом программы 5 для рассматриваемого примера является массив М7, приведенный в приложении 7. Блок-схема программы 5 приведена на рис. 5.

Программа 6. Запись системы логических уравнений

Программа 6 обрабатывает массив М7, превращая его в систему логических уравнений входов запоминающих элементов. В рассматриваемом примере в качестве запоминающего элемента при-

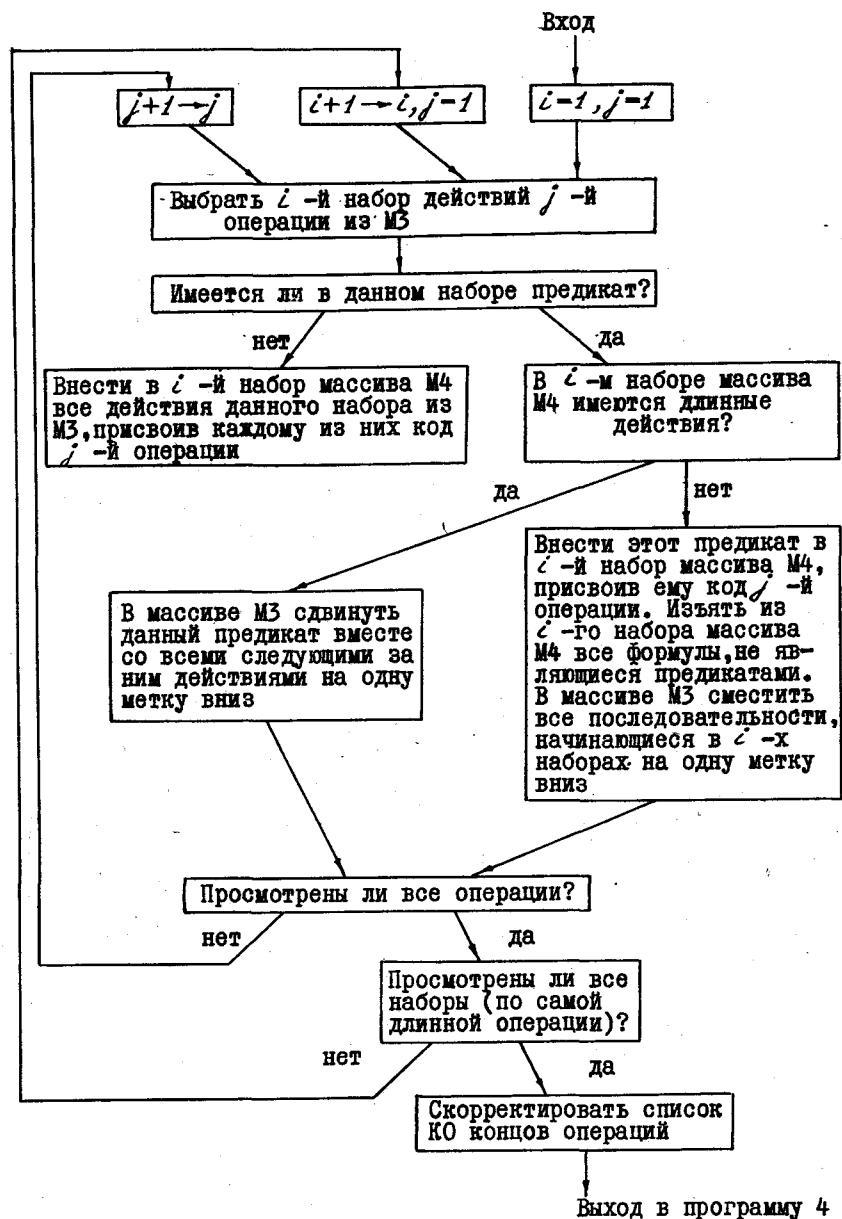


Рис. 3. Программа 3. Совмещение операций.

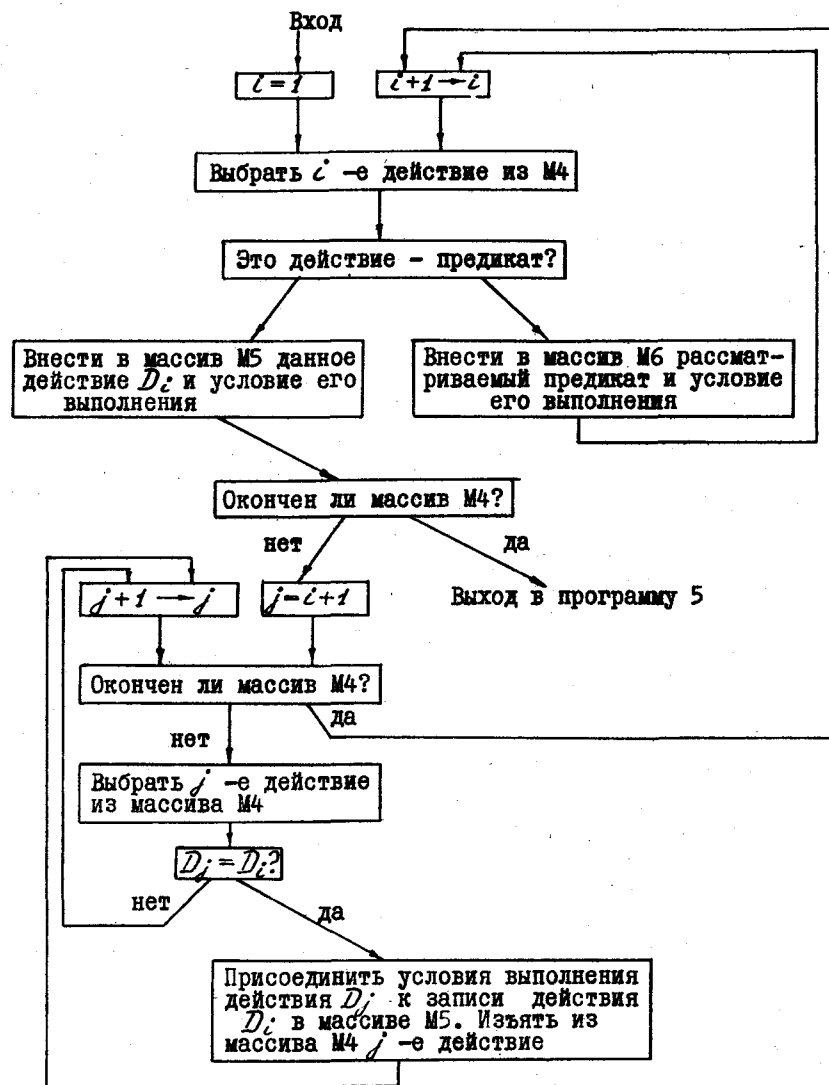


Рис. 4. Программа 4. Подготовка логических уравнений.

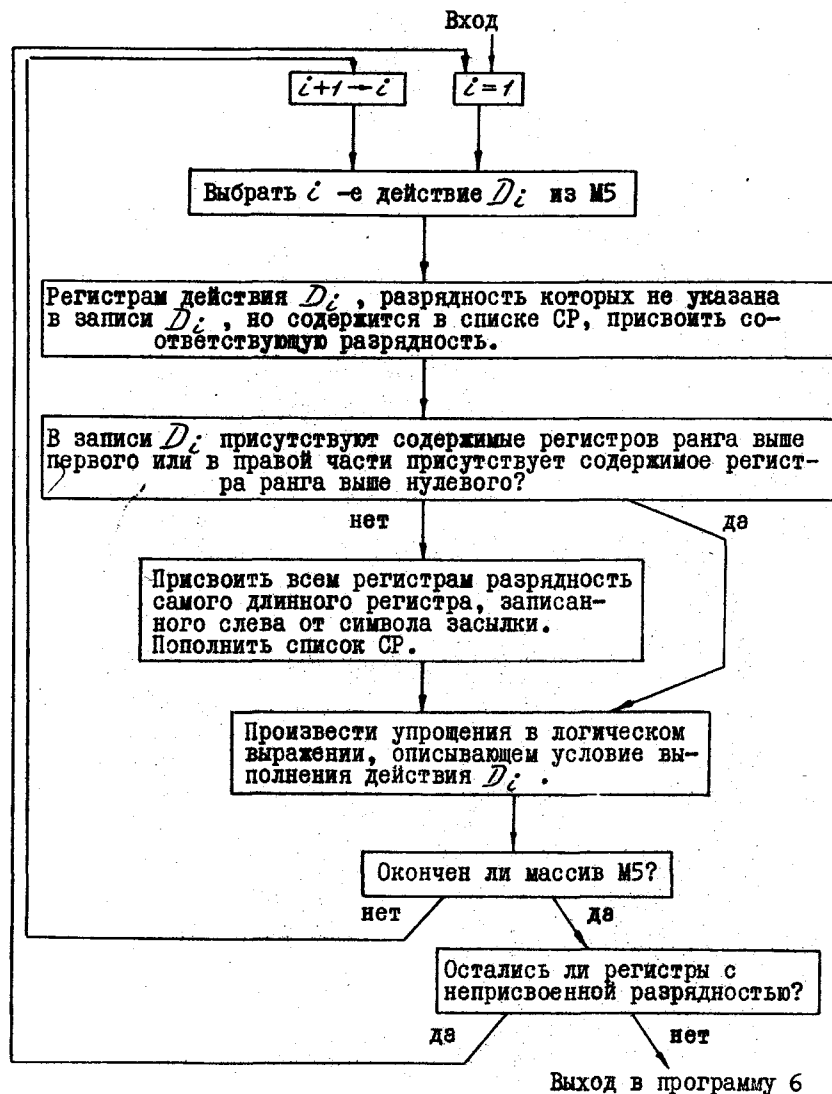


Рис. 5. Программа 5. Присвоение разрядности.

меняется триггер с двумя входами. Перепись информации - парафазная. Система логических уравнений представляет собой запись сигналов, подаваемых на единичный (S) и нулевой (R) входы всех регистров проектируемой ЦВМ.

Функциональные преобразователи представляются в обобщенном виде. Так, под сумматором понимается устройство, производящее одно из четырех арифметических действий при подаче на его управляющий вход кода выполняемой операции.

Далее, в формальном описании системы команд могут встретиться две разновидности записи арифметических операций:

$$'PA + 'PB \Rightarrow PC \quad \text{и}$$

$$'PA + 'PB \Rightarrow PB$$

В первом случае в схему должен быть введен сумматор, связывающий входы регистров А и В со входом регистра С. Во втором случае производится расщепление регистра В: в правой части рассматриваемого действия должен быть поставлен вспомогательный регистр PB-I и запись дополняется действием:

$$'PB-I \Rightarrow PB$$

Поэтому в общую длительность выполнения арифметических операций β , кроме "чистого" времени α работы функционального преобразователя, должно включаться время ε для переписи информации из вспомогательного регистра результата в основной.

При записи системы логических уравнений ЦВМ принимается, что оперативная память имеет следующие входы и выходы:

- Вх. 1 - вход записи,
- Вх. 2 - вход кода адреса,
- Вых. - выход считывания.

Результатом работы программы 6 для рассматриваемого примера являются массивы М8 и М9, приведенные в приложении 8. Блок-схема программы 6 приведена на рис. 6 - 10.

Программа 7. Объединение уравнений входов

Программа 7 обрабатывает массив М8. Ее назначение - выписать логические уравнения входов для каждого регистра и функционального преобразователя проектируемой ЦВМ, учитывая все допустимые передачи информации с других регистров и функциональных преобразователей, а также условия выполнения этих передач.

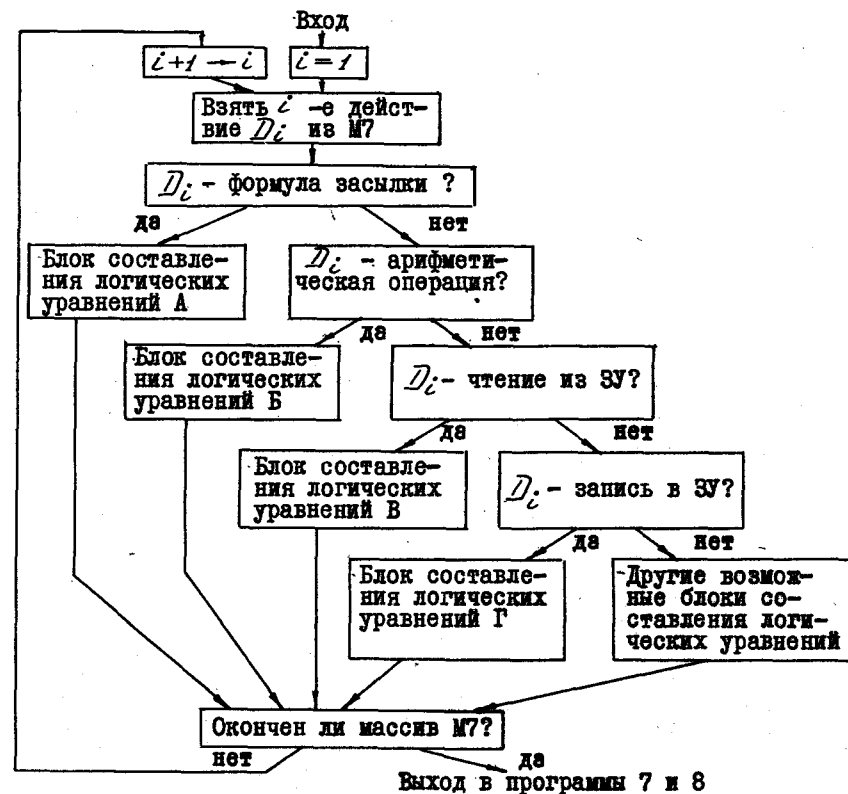


Рис. 6. Программа 6. Запись логических уравнений. Общая блок-схема.

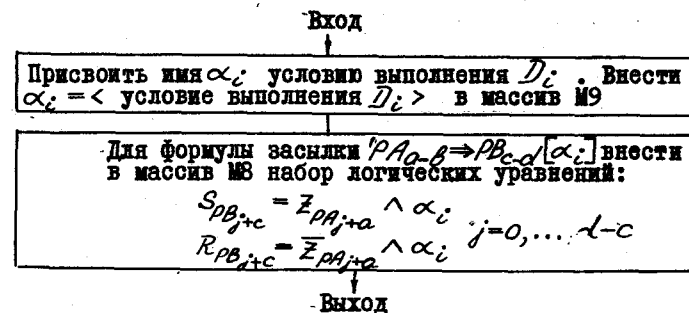
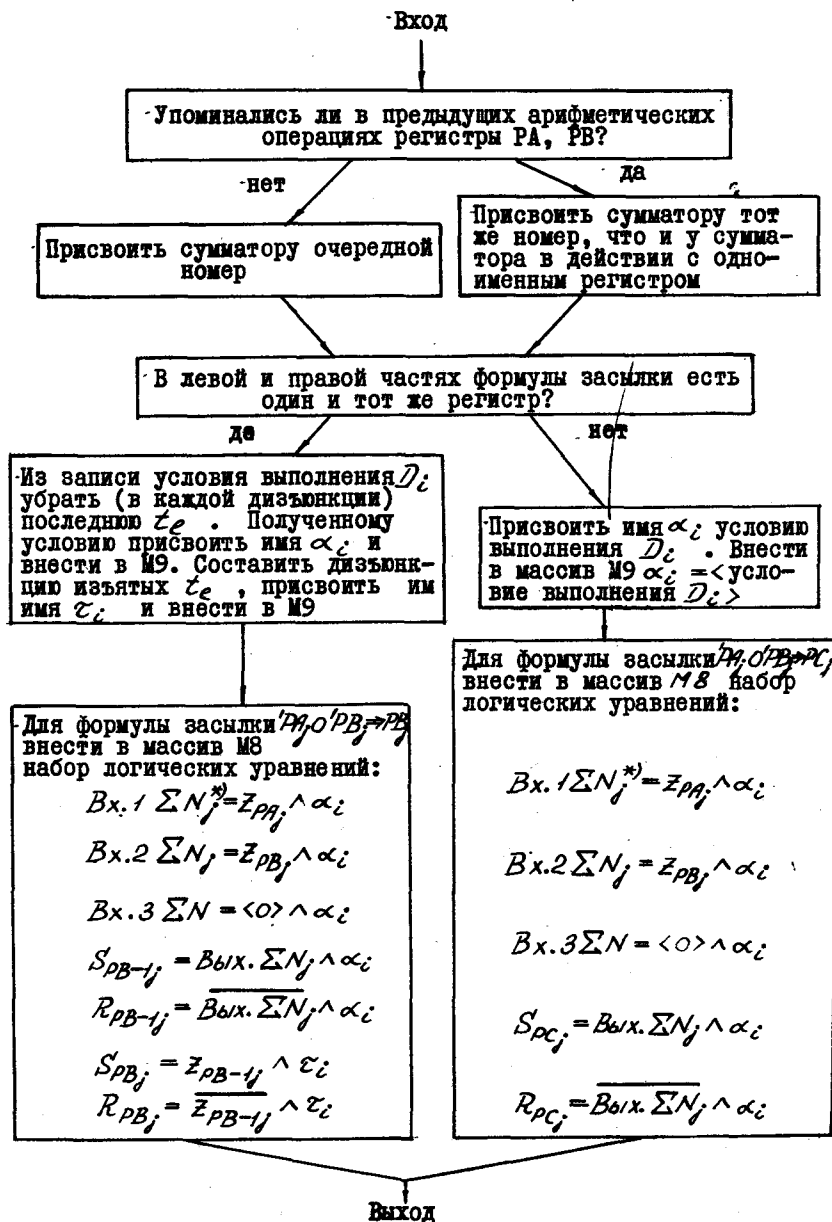


Рис. 7. Блок-схема подпрограммы А программы 6.



*) N – номер сумматора

Рис. 8. Блок-схема подпрограммы Б программы 6.

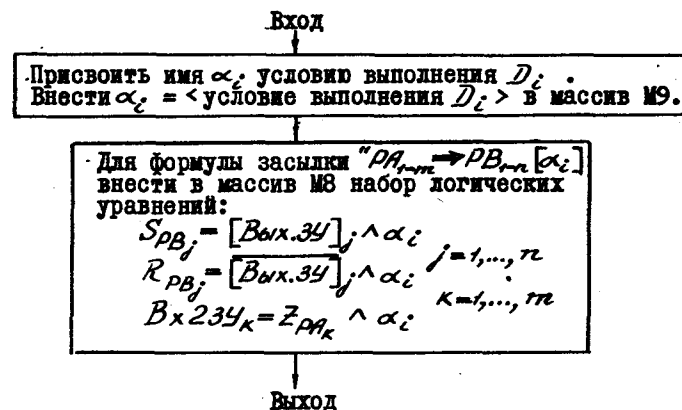


Рис. 9. Блок-схема подпрограммы В программы 6.

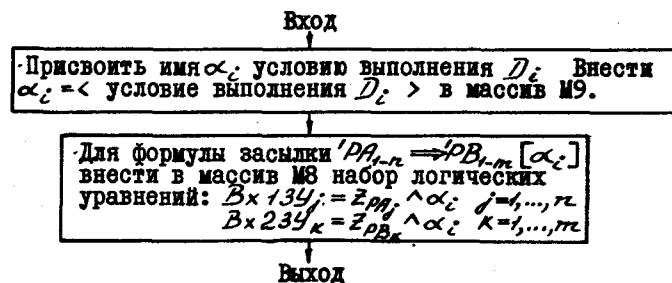


Рис. 10. Блок-схема подпрограммы Г программы 6.

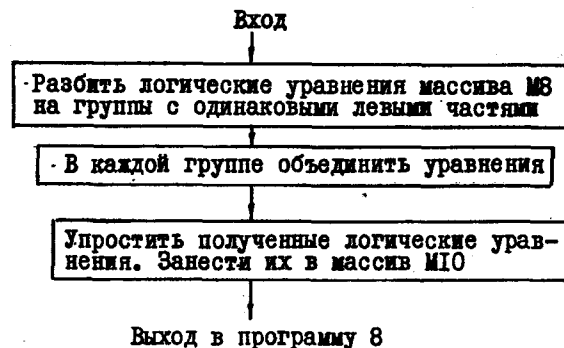


Рис. 11. Программа 7. Объединение логических уравнений входов запоминающих элементов.

Массив М10, получаемый в процессе работы программы, содержит информацию, однозначно описывающую функциональную схему проектируемой ЦВМ (приложение 9).

Блок-схема программы 7 приведена на рис. 11.

Программа 8. Формирование длительности временных интервалов

Исходным массивом для этой программы является М9. Назначение программы – сформулировать требования к генератору тактовых импульсов в отношении длительности его выходных сигналов, а также порядка их объединения для управления конкретными регистрами. Кроме этого, программа выполняет вспомогательную работу по проектированию схемы выработки сигналов, длительность которых больше τ .

Работа программы заканчивается получением массивов М11 и М12, приведенных в приложении 10.

Блок-схема программы приведена на рис. 12.

Программа 9. Выработка последовательности тактовых импульсов

Программа 9 использует список концов операций (КО), полученный в процессе работы программ 2 и 3, а также массив М6 (список предикатов и условий их реализации).

Последовательность сигналов t_i , вырабатываемая генератором тактовых импульсов, должна удовлетворять следующему условию:

$$t_i = (t_{i-1} + 1) \cdot [\bar{P}_{i-1} \vee P_{i-1} \cdot \bar{\Pi}_1] \vee t_{i-1}^{(0)} \cdot P_{i-1} \cdot \Pi_1 \vee t_{i-1}^{(n)} \cdot \bar{P}_{i-1} \cdot \Pi_1 \vee t_i \cdot \Pi_2$$

где i – целое число;

$t_{i-1}^{(0)}$ и $t_{i-1}^{(n)}$ – верхнее и нижнее значения предикатной формулы P_{i-1} ;

$P_{i-1} = \begin{cases} 1, & \text{если в такте } (i-1) \text{ имеется предикат;} \\ 0, & \text{если в такте } (i-1) \text{ нет предиката;} \end{cases}$

$\Pi_1 = \begin{cases} 1, & \text{если } K_j \in K^* ; \\ 0, & \text{если } K_j \notin K^* ; \end{cases}$

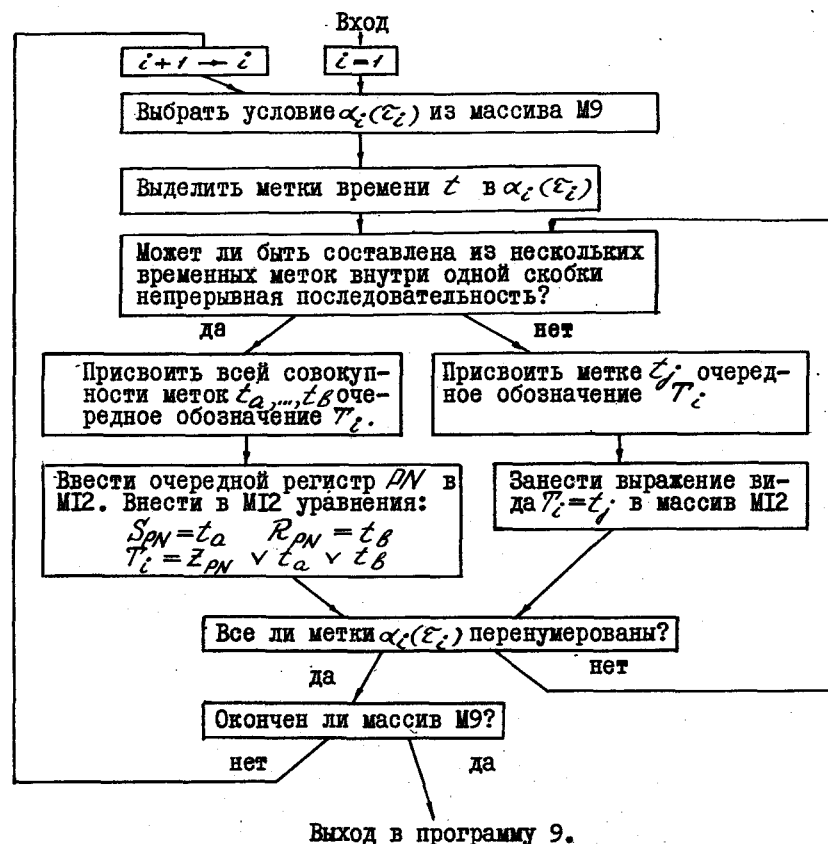


Рис. 12. Программа 8. Формирование длительности временных интервалов.

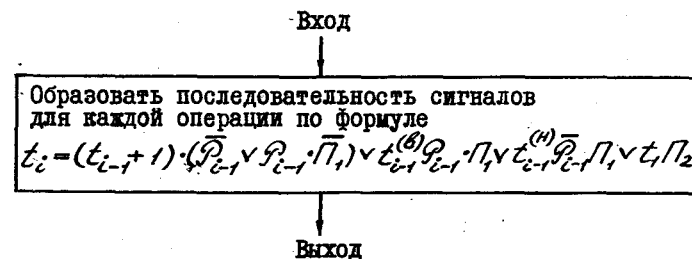


Рис. 13. Программа 9. Выработка последовательности тактовых импульсов.

где κ_j - код данной операции;
 K^* - множество кодов операций, на котором предикат определен.

$$P_2 = \begin{cases} 1, & \text{если } t_{i-1} \in K^0 \quad \text{для данной операции;} \\ 0, & \text{если } t_{i-1} \notin K^0 \quad \text{для данной операции;} \end{cases}$$

$$t_i \cdot t_j = \emptyset \text{ для } i \neq j.$$

Смысл приведенной формулы заключается в следующем:

Предполагается, что генератор тактовых импульсов при отсутствии переходов по предикатам вырабатывает последовательность импульсов t_i с номерами, непрерывно возрастающими от 1 до номера, соответствующего количеству тактов самой длинной операции. В реальном случае должны иметь место переходы по предикатам, в результате чего непрерывная последовательность импульсов должна измениться.

Номер очередного тактового импульса t_i равен номеру предыдущего t_{i-1} , увеличенному на единицу, если в такте $(i-1)$ либо отсутствовал предикат, либо присутствовал предикат, не определенный для выполняемой в настоящий момент операции. Если же в такте $(i-1)$ имелся предикат, определенный для данной операции, номер такта t_i должен соответствовать верхнему либо нижнему значению предикатной формулы. Очередным (t_i) тактом должен быть первый, если номер такта t_{i-1} равен номеру, указанному в списке K^0 для данной операции.

Полученная из указанной формулы последовательность тактовых импульсов является исходной информацией для построения схемы генератора тактовых импульсов. В частности, такая схема может представлять собой кольцевой сдвигатель. Формальные методы построения подобных схем описаны в работе [7].

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью описанного алгоритма были составлены (вручную) логические уравнения функциональной схемы гипотетической ЦМ и выработаны условия работы ее тактового генератора.

Описанный подход позволяет получить практические программы проектирования ЦМ, а в соединении с алгоритмами проектирования принципиальных и монтажных схем - позволит ввести полную систему автоматизации проектирования ЦМ от уровня системы команд до выдачи производственной документации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kloosok M., Case P.W., Graff H.H. The recording, checking and printing of logic diagrams. Proc. 1958 EJCC, Philadelphia, Dec. 1958, 108-118.
2. Rosenthal C.W. Computing machine aids to a development project. IRE Trans. Electron. Comput. 1961, EC-10, N 3, 400-406.
3. Реймон Ф. Автоматика переработки информации. Пер. с франц. М., Физматгиз, 1961.
4. Вычислительная техника. Справочник. Пер. с англ. под ред. А.В.Шилейко. М.-Л., "Энергия", 1964, т.2.
5. Фистер М. Логическое проектирование цифровых вычислительных машин. Пер. с англ. под ред. В.М.Глушкова. Киев, "Техника", 1964.
6. Бакус Дж.В. и др. Сообщение об алгоритмическом языке ALGOL-60. Журнал вычисл. мат. и мат. физики, 1961, I, №2, 308-342.
7. Закревский А.Д. ЛЯПАС - логический язык представления алгоритмов синтеза. I. "Теория автоматов", Киев, КДУП, 1964, 3-29. (Материалы научных семинаров по теоретическим и прикладным вопросам кибернетики).
8. Barteo T.C., Lebow I.L., Reed I.S. Theory and design of digital machines. New York, McGraw-Hill, 1962.
9. Юценко Е.Л. Адресное программирование. Киев, Гостехиздат УССР, 1963.
10. Юценко Е.Л. и др. Управляющая машина широкого назначения "Днипро" и программирующая программа к ней. Киев, "Наукова думка", 1964.

Ин-т математики СО АН СССР

Поступила в редакцию
 10.IV.1965 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Перечень регистров

Имя регистра	Назначение регистра	задан проек-тиров-дником	получен при раз-вертыв. алгоритма
PI	Регистр адресов команд	+	
PI-I	Вспомогательный регистр адресов команд		+
P2	Регистр адресов запоминающего устройства	+	
P3	Выходной регистр запоминающего устройства	+	
P4	Регистр адреса операнда	+	
P4-I	Вспомогательный регистр адреса операнда		+
P5	Регистр адресов индексных регистров	+	
P6	Регистр кодов операций	+	
P7	Входной регистр сумматора АУ	+	
P8	Регистр результата сумматора АУ	+	
P8-I	Вспомогательный регистр результата сумматора АУ		+
P9	Регистр признака перехода по условию	+	
PI0	Регистр результата счетчика циклов	+	
PI1	Триггеры формирования временных интервалов		+
PI2			
PI3			
PI4			
PI5			
PI6			

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

М А С С И В М I. Формальная запись системы команд.

Список СР. Разрядность регистров.

PI	I2 разрядов
P3	24 разряда
P9	I разряд

Список СД. Длительность действий.

"P2 ⇒ P3	5с
'X ^{*)} ⇒ 'P2	5с
'P8 ± 'P7 ⇒ P8	4с
'P3 ₁₉₋₂₄ + 'P4 ⇒ P4	2с
'P3 ₁₋₁₂ - I ⇒ P10	2с
'PI + I ⇒ PI	2с

^{*)} X - любой регистр.

Операция сложения (1)	Операция вычитания (2)	Операция засылки в память (3)	Переход по условию $\omega = 1$ (4)	Переход по условию $\omega = 0$ (5)	Выход из цикла (6)
1. 'PI ⇒ P2; 2. " P2 ⇒ P3; 3. 'P3 ₁₋₁₂ ⇒ P4; 4. 'P3 ₁₉₋₂₄ ⇒ P5; 5. 'P3 ₂₂₋₂₄ ⇒ P6; 6. P{'P5 = 0} I0 I7; 7. 'P5 ⇒ P2; 8. " P2 ⇒ P3; 9. 'P3 ₁₃₋₂₄ + 'P4 ⇒ P4; 10. 'P4 ⇒ P2; 11. " P2 ⇒ P3; 12. 'P3 ⇒ P7; 13. 'P7 + 'P8 ⇒ P8; 14. P{'P8 > 0} I5 I16; 15. 0 ⇒ P9; 16. I ⇒ P9; 17. 'PI + I ⇒ PI; 18. $\mathcal{E}$;	1. 'PI ⇒ P2; 2. " P2 ⇒ P3; 3. 'P3 ₁₋₁₂ ⇒ P4; 4. 'P3 ₁₉₋₂₄ ⇒ P5; 5. 'P3 ₂₂₋₂₄ ⇒ P6; 6. P{'P5 = 0} I0 I7; 7. 'P5 ⇒ P2; 8. " P2 ⇒ P3; 9. 'P3 ₁₃₋₂₄ + 'P4 ⇒ P4; 10. 'P4 ⇒ P2; 11. " P2 ⇒ P3; 12. 'P3 ⇒ P7; 13. 'P8 - 'P7 ⇒ P8; 14. P{'P8 > 0} I5 I16; 15. 0 ⇒ P9; 16. I ⇒ P9; 17. 'PI + I ⇒ PI; 18. $\mathcal{E}$;	1. 'PI ⇒ P2; 2. " P2 ⇒ P3; 3. 'P3 ₁₋₁₂ ⇒ P4; 4. 'P3 ₁₉₋₂₄ ⇒ P5; 5. 'P3 ₂₂₋₂₄ ⇒ P6; 6. P{'P5=0} I0 I7; 7. 'P5 ⇒ P2; 8. " P2 ⇒ P3; 9. 'P3 ₁₃₋₂₄ + 'P4 ⇒ P4; 10. 'P4 ⇒ P2; 11. 'P8 ⇒ 'P2; 12. 'PI + I ⇒ PI; 13. $\mathcal{E}$;	1. 'PI ⇒ P2; 2. " P2 ⇒ P3; 3. 'P3 ₁₋₁₂ ⇒ P4; 4. 'P3 ₁₉₋₂₄ ⇒ P5; 5. 'P3 ₂₂₋₂₄ ⇒ P6; 6. P{'P9=I} 7 I8; 7. 'P4 ⇒ PI; 8. 'PI + I ⇒ PI; 9. $\mathcal{E}$;	1. 'PI ⇒ P2; 2. " P2 ⇒ P3; 3. 'P3 ₁₋₁₂ ⇒ P4; 4. 'P3 ₁₉₋₂₄ ⇒ P5; 5. 'P3 ₂₂₋₂₄ ⇒ P6; 6. P{'P9=0} 7 I8; 7. 'P4 ⇒ PI; 8. 'PI + I ⇒ PI; 9. $\mathcal{E}$;	1. 'PI ⇒ P2; 2. " P2 ⇒ P3; 3. 'P3 ₁₋₁₂ ⇒ P4; 4. 'P3 ₁₉₋₂₄ ⇒ P5; 5. 'P3 ₂₂₋₂₄ ⇒ P6; 6. 'P5 ⇒ P2; 7. " P2 ⇒ P3; 8. 'P3 ₁₋₁₂ - I ⇒ P10; 9. 'P10 ⇒ ('P2) ₁₋₁₂ ; 10. P{'P10=0} I1 I12; 11. 'PI + I ⇒ PI; 12. 'P4 ⇒ PI; 13. $\mathcal{E}$;

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

М А С Ш И Н М 2

Сложение (1)	Вычитание (2)	Запись в память (3)	Переход по условию $\omega = 1$ (4)	Переход по условию $\omega = 0$ (5)	Выход из цикла (6)
1. $P1 \Rightarrow P2$; 2. $P2 \Rightarrow P3$; 3. $P2 \Rightarrow P3$; 4. $P2 \Rightarrow P3$; 5. $P2 \Rightarrow P3$; 6. $P2 \Rightarrow P3$; 7. $P3_{f-12} \Rightarrow P4$; 8. $P3_{f-12} \Rightarrow P5$; 9. $P3_{22-24} \Rightarrow P6$; 10. $P\{P5=0\} I9 \vdash II$; 11. $P5 \Rightarrow P2$; 12. $P2 \Rightarrow P3$; 13. $P2 \Rightarrow P3$; 14. $P2 \Rightarrow P3$; 15. $P2 \Rightarrow P3$; 16. $P2 \Rightarrow P3$; 17. $P3_{f-12} + P4 \Rightarrow P4$; 18. $P3_{f-12} + P4 \Rightarrow P4$; 19. $P4 \Rightarrow P2$; 20. $P2 \Rightarrow P3$; 21. $P2 \Rightarrow P3$; 22. $P2 \Rightarrow P3$; 23. $P2 \Rightarrow P3$; 24. $P2 \Rightarrow P3$; 25. $P3 \Rightarrow P7$; 26. $P7 + P8 \Rightarrow P8$; 27. $P7 + P8 \Rightarrow P8$; 28. $P7 + P8 \Rightarrow P8$; 29. $P7 + P8 \Rightarrow P8$; 30. $P\{P8 > 0\} 31 \vdash 32$; 31. $0 \Rightarrow P9$; 32. $I \Rightarrow P9$; 33. $P1 + I \Rightarrow P1$; 34. $P1 + I \Rightarrow P1$; 35. $\mathcal{E}$;	1. $P1 \Rightarrow P2$; 2. $P2 \Rightarrow P3$; 3. $P2 \Rightarrow P3$; 4. $P2 \Rightarrow P3$; 5. $P2 \Rightarrow P3$; 6. $P2 \Rightarrow P3$; 7. $P3_{f-12} \Rightarrow P4$; 8. $P3_{f-12} \Rightarrow P5$; 9. $P3_{22-24} \Rightarrow P6$; 10. $P\{P5=0\} I9 \vdash II$; 11. $P5 \Rightarrow P2$; 12. $P2 \Rightarrow P3$; 13. $P2 \Rightarrow P3$; 14. $P2 \Rightarrow P3$; 15. $P2 \Rightarrow P3$; 16. $P2 \Rightarrow P3$; 17. $P3_{f-12} + P4 \Rightarrow P4$; 18. $P3_{f-12} + P4 \Rightarrow P4$; 19. $P4 \Rightarrow P2$; 20. $P2 \Rightarrow P3$; 21. $P2 \Rightarrow P3$; 22. $P2 \Rightarrow P3$; 23. $P2 \Rightarrow P3$; 24. $P2 \Rightarrow P3$; 25. $P3 \Rightarrow P7$; 26. $P8 - P7 \Rightarrow P8$; 27. $P8 - P7 \Rightarrow P8$; 28. $P8 - P7 \Rightarrow P8$; 29. $P8 - P7 \Rightarrow P8$; 30. $P\{P8 > 0\} 31 \vdash 32$; 31. $0 \Rightarrow P9$; 32. $I \Rightarrow P9$; 33. $P1 + I \Rightarrow P1$; 34. $P1 + I \Rightarrow P1$; 35. $\mathcal{E}$;	1. $P1 \Rightarrow P2$; 2. $P2 \Rightarrow P3$; 3. $P2 \Rightarrow P3$; 4. $P2 \Rightarrow P3$; 5. $P2 \Rightarrow P3$; 6. $P2 \Rightarrow P3$; 7. $P3_{f-12} \Rightarrow P4$; 8. $P3_{f-12} \Rightarrow P5$; 9. $P3_{22-24} \Rightarrow P6$; 10. $P\{P5=0\} I9 \vdash II$; 11. $P5 \Rightarrow P2$; 12. $P2 \Rightarrow P3$; 13. $P2 \Rightarrow P3$; 14. $P2 \Rightarrow P3$; 15. $P2 \Rightarrow P3$; 16. $P2 \Rightarrow P3$; 17. $P3_{f-12} + P4 \Rightarrow P4$; 18. $P3_{f-12} + P4 \Rightarrow P4$; 19. $P4 \Rightarrow P2$; 20. $P8 \Rightarrow P2$; 21. $P8 \Rightarrow P2$; 22. $P8 \Rightarrow P2$; 23. $P8 \Rightarrow P2$; 24. $P8 \Rightarrow P2$; 25. $P1 + I \Rightarrow P1$; 26. $P1 + I \Rightarrow P1$; 27. $\mathcal{E}$;	1. $P1 \Rightarrow P2$; 2. $P2 \Rightarrow P3$; 3. $P2 \Rightarrow P3$; 4. $P2 \Rightarrow P3$; 5. $P2 \Rightarrow P3$; 6. $P2 \Rightarrow P3$; 7. $P3_{f-12} \Rightarrow P4$; 8. $P3_{f-12} \Rightarrow P5$; 9. $P3_{22-24} \Rightarrow P6$; 10. $P\{P9=1\} II \vdash I2$; 11. $P4 \Rightarrow P1$; 12. $P1 + I \Rightarrow P1$; 13. $P1 + I \Rightarrow P1$; 14. $\mathcal{E}$;	1. $P1 \Rightarrow P2$; 2. $P2 \Rightarrow P3$; 3. $P2 \Rightarrow P3$; 4. $P2 \Rightarrow P3$; 5. $P2 \Rightarrow P3$; 6. $P2 \Rightarrow P3$; 7. $P3_{f-12} \Rightarrow P4$; 8. $P3_{f-12} \Rightarrow P5$; 9. $P3_{22-24} \Rightarrow P6$; 10. $P\{P9=0\} II \vdash I2$; 11. $P4 \Rightarrow P1$; 12. $P1 + I \Rightarrow P1$; 13. $P1 + I \Rightarrow P1$; 14. $\mathcal{E}$;	1. $P1 \Rightarrow P2$; 2. $P2 \Rightarrow P3$; 3. $P2 \Rightarrow P3$; 4. $P2 \Rightarrow P3$; 5. $P2 \Rightarrow P3$; 6. $P2 \Rightarrow P3$; 7. $P3_{f-12} \Rightarrow P4$; 8. $P3_{f-12} \Rightarrow P5$; 9. $P3_{22-24} \Rightarrow P6$; 10. $P5 \Rightarrow P2$; 11. $P2 \Rightarrow P3$; 12. $P2 \Rightarrow P3$; 13. $P2 \Rightarrow P3$; 14. $P2 \Rightarrow P3$; 15. $P2 \Rightarrow P3$; 16. $P3_{f-12} - I \Rightarrow P10$; 17. $P3_{f-12} - I \Rightarrow P10$; 18. $P10 \Rightarrow (P2)_{f-12}$; 19. $P10 \Rightarrow (P2)_{f-12}$; 20. $P10 \Rightarrow (P2)_{f-12}$; 21. $P10 \Rightarrow (P2)_{f-12}$; 22. $P10 \Rightarrow (P2)_{f-12}$; 23. $P\{P10=0\} 24 \vdash 26$; 24. $P1 + I \Rightarrow P1$; 25. $P1 + I \Rightarrow P1$; 26. $P4 \Rightarrow P1$; 27. $\mathcal{E}$;

Таблица меток предикатов и переходов (МП)

Операция	В начале работы программы I (в М1)			В конце работы программы I (в М2)		
	метка предиката	метки переходов		метка предиката	метки переходов	
Сложение (1)	6 14	10 15	7 16	10 30	19 31	11 32
Вычитание (2)	6 14	10 15	7 16	10 30	19 31	11 32
Запись в память (3)	6	10	7	10	19	11
Переход по $\omega=1$ (4)	6	7	8	10	11	12
Переход по $\omega=0$ (5)	6	7	8	10	11	12
Выход из цикла (6)	10	11	12	23	24	26

МАССИВ МЗ

Состояние (1)	Включение (2)	Засыпка в память (3)	Переход по условию $\omega = 1$ (4)	Переход по условию $\omega = 0$ (5)	Выход из цикла (6)
1.1. $'P1 \rightarrow P2$;	1.1. $'P1 \rightarrow P2$;	1.1. $'P1 \rightarrow P2$;	1.1. $'P1 \rightarrow P2$;	1.1. $'P1 \rightarrow P2$;	1.1. $'P1 \rightarrow P2$;
2.1. $'P2 \rightarrow P3$;	2.1. $'P2 \rightarrow P3$;	2.1. $'P2 \rightarrow P3$;	2.1. $'P2 \rightarrow P3$;	2.1. $'P2 \rightarrow P3$;	2.1. $'P2 \rightarrow P3$;
2.2. $'P1+I \rightarrow P1$;	2.2. $'P1+I \rightarrow P1$;	2.2. $'P1+I \rightarrow P1$;	3.1. $'P2 \rightarrow P3$;	3.1. $'P2 \rightarrow P3$;	3.1. $'P2 \rightarrow P3$;
3.1. $'P2 \rightarrow P3$;	3.1. $'P2 \rightarrow P3$;	3.1. $'P2 \rightarrow P3$;	4.1. $'P2 \rightarrow P3$;	4.1. $'P2 \rightarrow P3$;	4.1. $'P2 \rightarrow P3$;
3.2. $'P1+I \rightarrow P1$;	3.2. $'P1+I \rightarrow P1$;	3.2. $'P1+I \rightarrow P1$;	5.1. $'P2 \rightarrow P3$;	5.1. $'P2 \rightarrow P3$;	5.1. $'P2 \rightarrow P3$;
4.1. $'P2 \rightarrow P3$;	4.1. $'P2 \rightarrow P3$;	4.1. $'P2 \rightarrow P3$;	6.1. $'P2 \rightarrow P3$;	6.1. $'P2 \rightarrow P3$;	6.1. $'P2 \rightarrow P3$;
5.1. $'P2 \rightarrow P3$;	5.1. $'P2 \rightarrow P3$;	5.1. $'P2 \rightarrow P3$;	7.1. $'P3_{r-12} \rightarrow P4$;	7.1. $'P3_{r-12} \rightarrow P4$;	7.1. $'P3_{r-12} \rightarrow P4$;
6.1. $'P2 \rightarrow P3$;	6.1. $'P2 \rightarrow P3$;	6.1. $'P2 \rightarrow P3$;	7.2. $'P3_{r-12} \rightarrow P5$;	7.2. $'P3_{r-12} \rightarrow P5$;	7.2. $'P3_{r-12} \rightarrow P5$;
7.1. $'P3_{r-12} \rightarrow P4$;	7.1. $'P3_{r-12} \rightarrow P4$;	7.1. $'P3_{r-12} \rightarrow P4$;	7.3. $'P3_{r-12} \rightarrow P6$;	7.3. $'P3_{r-12} \rightarrow P6$;	7.3. $'P3_{r-12} \rightarrow P6$;
7.2. $'P3_{r-12} \rightarrow P5$;	7.2. $'P3_{r-12} \rightarrow P5$;	7.2. $'P3_{r-12} \rightarrow P5$;	8.1. $P\{P9=1\}9 \rightarrow 10$;	8.1. $P\{P9=0\}9 \rightarrow 10$;	8.1. $P5 \rightarrow P2$;
7.3. $'P3_{r-12} \rightarrow P6$;	7.3. $'P3_{r-12} \rightarrow P6$;	7.3. $'P3_{r-12} \rightarrow P6$;	9.1. $P4 \rightarrow P1$;	9.1. $P4 \rightarrow P1$;	9.1. $P2 \rightarrow P3$;
8.1. $P\{P5=0\}17 \rightarrow 19$;	8.1. $P\{P5=0\}17 \rightarrow 19$;	8.1. $P\{P5=0\}17 \rightarrow 19$;	10.1. $'P1+I \rightarrow P1$;	10.1. $'P1+I \rightarrow P1$;	10.1. $'P2 \rightarrow P3$;
9.1. $P5 \rightarrow P2$;	9.1. $P5 \rightarrow P2$;	9.1. $P5 \rightarrow P2$;	11.1. $'P1+I \rightarrow P1$;	11.1. $'P1+I \rightarrow P1$;	11.1. $'P2 \rightarrow P3$;
10.1. $'P2 \rightarrow P3$;	10.1. $'P2 \rightarrow P3$;	10.1. $'P2 \rightarrow P3$;	12.1. $\mathcal{E}$;	12.1. $\mathcal{E}$;	12.1. $'P2 \rightarrow P3$;
11.1. $'P2 \rightarrow P3$;	11.1. $'P2 \rightarrow P3$;	11.1. $'P2 \rightarrow P3$;			13.1. $'P2 \rightarrow P3$;
12.1. $'P2 \rightarrow P3$;	12.1. $'P2 \rightarrow P3$;	12.1. $'P2 \rightarrow P3$;			14.1. $'P3_{r-12} - I \rightarrow P10$;
13.1. $'P2 \rightarrow P3$;	13.1. $'P2 \rightarrow P3$;	13.1. $'P2 \rightarrow P3$;			15.1. $'P3_{r-12} - I \rightarrow P10$;
14.1. $'P2 \rightarrow P3$;	14.1. $'P2 \rightarrow P3$;	14.1. $'P2 \rightarrow P3$;			16.1. $P10 \rightarrow ('P2)_{r-12}$;
15.1. $'P3_{r-12} + P4 \rightarrow P4$;	15.1. $'P3_{r-12} + P4 \rightarrow P4$;	15.1. $'P3_{r-12} + P4 \rightarrow P4$;			17.1. $P10 \rightarrow ('P2)_{r-12}$;
16.1. $'P3_{r-12} + P4 \rightarrow P4$;	16.1. $'P3_{r-12} + P4 \rightarrow P4$;	16.1. $'P3_{r-12} + P4 \rightarrow P4$;			18.1. $P10 \rightarrow ('P2)_{r-12}$;
17.1. $'P4 \rightarrow P2$;	17.1. $'P4 \rightarrow P2$;	17.1. $'P4 \rightarrow P2$;			19.1. $P10 \rightarrow ('P2)_{r-12}$;
18.1. $'P2 \rightarrow P3$;	18.1. $'P2 \rightarrow P3$;	18.1. $P8 \rightarrow P2$;			20.1. $P10 \rightarrow ('P2)_{r-12}$;
19.1. $'P2 \rightarrow P3$;	19.1. $'P2 \rightarrow P3$;	19.1. $P8 \rightarrow P2$;			21.1. $P\{P10=0\}22 \rightarrow 24$;
20.1. $'P2 \rightarrow P3$;	20.1. $'P2 \rightarrow P3$;	20.1. $P8 \rightarrow P2$;			22.1. $'P1 + I \rightarrow P1$;
21.1. $'P2 \rightarrow P3$;	21.1. $'P2 \rightarrow P3$;	21.1. $P8 \rightarrow P2$;			23.1. $'P1 + I \rightarrow P1$;
22.1. $'P2 \rightarrow P3$;	22.1. $'P2 \rightarrow P3$;	22.1. $P8 \rightarrow P2$;			24.1. $P4 \rightarrow P1$;
23.1. $'P3 \rightarrow P7$;	23.1. $'P3 \rightarrow P7$;	23.1. $\mathcal{E}$;			25.1. $\mathcal{E}$;
24.1. $'P7+P8 \rightarrow P8$;	24.1. $'P8-P7 \rightarrow P8$;				
25.1. $'P7+P8 \rightarrow P8$;	25.1. $'P8-P7 \rightarrow P8$;				
26.1. $'P7+P8 \rightarrow P8$;	26.1. $'P8-P7 \rightarrow P8$;				
27.1. $'P7+P8 \rightarrow P8$;	27.1. $'P8-P7 \rightarrow P8$;				
28.1. $P\{P8 \neq 0\}29 \rightarrow 30$;	28.1. $P\{P8 \neq 0\}29 \rightarrow 30$;				
29.1. $0 \rightarrow P9$;	29.1. $0 \rightarrow P9$;				
30.1. $1 \rightarrow P9$;	30.1. $1 \rightarrow P9$;				
31.1. $\mathcal{E}$;	31.1. $\mathcal{E}$;				

Список КО

(1) 31

(2) 31

(3) 23

(4) 12

(5) 12

(6) 25

М А С С М В М4

1. (1)'P1 $\Rightarrow$ P2, (2)'P1 $\Rightarrow$ P2, (3)'P1 $\Rightarrow$ P2, (4)'P1 $\Rightarrow$ P2,
(5)'P1 $\Rightarrow$ P2, (6)'P1 $\Rightarrow$ P2;
2. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)"P2 $\Rightarrow$ P3, (4)"P2 $\Rightarrow$ P3,
(5)"P2 $\Rightarrow$ P3, (6)"P2 $\Rightarrow$ P3, (1)'PI + I $\Rightarrow$ PI,
(2)'PI + I $\Rightarrow$ PI, (3)'PI + I $\Rightarrow$ PI;
3. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)"P2 $\Rightarrow$ P3, (4)"P2 $\Rightarrow$ P3,
(5)"P2 $\Rightarrow$ P3, (6)"P2 $\Rightarrow$ P3, (1)'PI + I $\Rightarrow$ PI, (2)'PI + I $\Rightarrow$ PI,
(3)'PI + I $\Rightarrow$ PI;
4. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)"P2 $\Rightarrow$ P3, (4)"P2 $\Rightarrow$ P3,
(5)"P2 $\Rightarrow$ P3, (6)"P2 $\Rightarrow$ P3;
5. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)"P2 $\Rightarrow$ P3, (4)"P2 $\Rightarrow$ P3,
(5)"P2 $\Rightarrow$ P3, (6)"P2 $\Rightarrow$ P3;
6. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)"P2 $\Rightarrow$ P3, (4)"P2 $\Rightarrow$ P3,
(5)"P2 $\Rightarrow$ P3, (6)"P2 $\Rightarrow$ P3;
7. (1)'P3₁₋₁₂ $\Rightarrow$ P4, (2)'P3₁₋₁₂ $\Rightarrow$ P4, (3)'P3₁₋₁₂ $\Rightarrow$ P4,
(4)'P3₁₋₁₂ $\Rightarrow$ P4, (5)'P3₁₋₁₂ $\Rightarrow$ P4, (6)'P3₁₋₁₂ $\Rightarrow$ P4,
(1)'P3₁₉₋₂₁ $\Rightarrow$ P5, (2)'P3₁₉₋₂₁ $\Rightarrow$ P5, (3)'P3₁₉₋₂₁ $\Rightarrow$ P5,
(4)'P3₁₉₋₂₁ $\Rightarrow$ P5, (5)'P3₁₉₋₂₁ $\Rightarrow$ P5, (6)'P3₁₉₋₂₁ $\Rightarrow$ P5,
(1)'P3₂₂₋₂₄ $\Rightarrow$ P6, (2)'P3₂₂₋₂₄ $\Rightarrow$ P6, (3)'P3₂₂₋₂₄ $\Rightarrow$ P6,
(4)'P3₂₂₋₂₄ $\Rightarrow$ P6, (5)'P3₂₂₋₂₄ $\Rightarrow$ P6, (6)'P3₂₂₋₂₄ $\Rightarrow$ P6;
8. (1) P{'P5 = 0} I9 II, (2) P{'P5 = 0} I9 II,
(3) P{'P5 = 0} I9 II, (4) P{'P9 = I} 9 I10,
(5) P{'P9 = 0} 9 I10;
9. (1)'P5 $\Rightarrow$ P2, (2)'P5 $\Rightarrow$ P2, (3)'P5 $\Rightarrow$ P2, (4)'P4 $\Rightarrow$ PI,
(5)'P4 $\Rightarrow$ PI, (6)'P5 $\Rightarrow$ P2;
10. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)"P2 $\Rightarrow$ P3, (4)'PI + I $\Rightarrow$ PI,
(5)'PI + I $\Rightarrow$ PI, (6)"P2 $\Rightarrow$ P3;
11. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)"P2 $\Rightarrow$ P3, (4)'PI + I $\Rightarrow$ PI,
(5)'PI + I $\Rightarrow$ PI, (6)"P2 $\Rightarrow$ P3;

12. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)"P2 $\Rightarrow$ P3, (6)"P2 $\Rightarrow$ P3;
13. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)"P2 $\Rightarrow$ P3, (6)"P2 $\Rightarrow$ P3;
14. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)"P2 $\Rightarrow$ P3, (6)"P2 $\Rightarrow$ P3;
15. (1)'P3₁₃₋₂₄ + 'P4 $\Rightarrow$ P4, (2)'P3₁₃₋₂₄ + 'P4 $\Rightarrow$ P4,
(3)'P3₁₃₋₂₄ + 'P4 $\Rightarrow$ P4, (6)'P3₁₋₁₂ - I $\Rightarrow$ P10;
16. (1)'P3₁₃₋₂₄ + 'P4 $\Rightarrow$ P4, (2)'P3₁₃₋₂₄ + 'P4 $\Rightarrow$ P4,
(3)'P3₁₃₋₂₄ + 'P4 $\Rightarrow$ P4, (6)'P3₁₋₁₂ - I $\Rightarrow$ P10;
17. (1)'P4 $\Rightarrow$ P2, (2)'P4 $\Rightarrow$ P2, (3)'P4 $\Rightarrow$ P2, (6)'P10 $\Rightarrow$ ('P2)₁₋₁₂;
18. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)'P8 $\Rightarrow$ 'P2,
(6)'P10 $\Rightarrow$ ('P2)₁₋₁₂;
19. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)'P8 $\Rightarrow$ 'P2,
(6)'P10 $\Rightarrow$ ('P2)₁₋₁₂;
20. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)'P8 $\Rightarrow$ 'P2,
(6)'P10 $\Rightarrow$ ('P2)₁₋₁₂;
21. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)'P8 $\Rightarrow$ 'P2,
(6)'P10 $\Rightarrow$ ('P2)₁₋₁₂;
22. (1)"P2 $\Rightarrow$ P3, (2)"P2 $\Rightarrow$ P3, (3)'P8 $\Rightarrow$ 'P2;
23. (6) P{'P10 = 0} 24 I 26;
24. (1)'P3 $\Rightarrow$ P7, (2)'P3 $\Rightarrow$ P7, (6)'PI + I $\Rightarrow$ PI;
25. (1)'P7 + 'P8 $\Rightarrow$ P8, (2)'P8 - 'P7 $\Rightarrow$ P8, (6)'PI + I $\Rightarrow$ PI;
26. (1)'P7 + 'P8 $\Rightarrow$ P8, (2)'P8 - 'P7 $\Rightarrow$ P8, (6)'P4 $\Rightarrow$ PI;
27. (1)'P7 + 'P8 $\Rightarrow$ P8, (2)'P8 - 'P7 $\Rightarrow$ P8;
28. (1)'P7 + 'P8 $\Rightarrow$ P8, (2)'P8 - 'P7 $\Rightarrow$ P8;
29. (1) P{'P8 $\geq$ 0} 30 I 31, (2) P{'P8 $\geq$ 0} 30 I 31;
30. (1) 0 $\Rightarrow$ P9, (2) 0 $\Rightarrow$ P9;
31. (1) I $\Rightarrow$ P9, (2) I $\Rightarrow$ P9;
32. $\mathcal{E}$;

Список КО

- (1) 32
- (2) 32
- (3) 23
- (4) 12
- (5) 12
- (6) 27

$$\begin{aligned}
 & 'P1 \Rightarrow P2 \quad [\neg I \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 6)] ; \\
 & ''P2 \Rightarrow P3 \quad [\neg 2 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 6) \vee \neg 3 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 6) \vee \\
 & \quad \vee \neg 4 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 6) \vee \neg 5 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 6) \vee \\
 & \quad \vee \neg 6 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 6) \vee \neg 10 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 6) \vee \\
 & \quad \vee \neg 11 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 6) \vee \neg 12 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 6) \vee \\
 & \quad \vee \neg 13 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 6) \vee \neg 14 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 6) \vee \\
 & \quad \vee \neg 18 \cdot (I \vee 2) \vee \neg 19 \cdot (I \vee 2) \vee \neg 20 \cdot (I \vee 2) \vee \neg 21 \cdot (I \vee 2) \vee \\
 & \quad \vee \neg 22 \cdot (I \vee 2)] ;
 \end{aligned}$$

$$'P1 + I \Rightarrow P1 [\neg 2 \cdot (I \vee 2 \vee 3) \vee \neg 3 \cdot (I \vee 2 \vee 3) \vee \neg 10 \cdot (4 \vee 5) \vee \\
 \vee \neg 11 \cdot (4 \vee 5) \vee \neg 24 \cdot (6) \vee \neg 25 \cdot (6)] ;$$

$$'P3_{1-12} \Rightarrow P4 [\neg 7 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 6)] ;$$

$$'P3_{19-21} \Rightarrow P5 [\neg 7 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 6)] ;$$

$$'P3_{22-24} \Rightarrow P6 [\neg 7 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5 \vee 6)] ;$$

$$'P5 \Rightarrow P2 [\neg 9 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 6)] ;$$

$$'P4 \Rightarrow P1 [\neg 9 \cdot (4 \vee 5) \vee \neg 26 \cdot (6)] ;$$

$$'P3_{13-24} + 'P4 \Rightarrow P4 [\neg 15 \cdot (I \vee 2 \vee 3) \vee \neg 16 \cdot (I \vee 2 \vee 3)] ;$$

$$'P3_{1-12} - I \Rightarrow P10 [\neg 15 \cdot (6) \vee \neg 16 \cdot (6)] ;$$

$$'P4 \Rightarrow P2 [\neg 17 \cdot (I \vee 2 \vee 3)] ;$$

$$'P8 \Rightarrow ('P2) [\neg 18 \cdot (3) \vee \neg 19 \cdot (3) \vee \neg 20 \cdot (3) \vee \neg 21 \cdot (3) \vee \neg 22 \cdot (3)] ;$$

$$'P10 \Rightarrow ('P2)_{1-12} [\neg 17 \cdot (6) \vee \neg 18 \cdot (6) \vee \neg 19 \cdot (6) \vee \neg 20 \cdot (6) \vee \\
 \vee \neg 21 \cdot (6)] ;$$

$$'P3 \Rightarrow P7 [\neg 24 \cdot (I \vee 2)] ;$$

$$'P7 + 'P8 \Rightarrow P8 [\neg 25 \cdot (1) \vee \neg 26 \cdot (1) \vee \neg 27 \cdot (1) \vee \neg 28 \cdot (1)] ;$$

$$'P8 - 'P7 \Rightarrow P8 [\neg 25 \cdot (2) \vee \neg 26 \cdot (2) \vee \neg 27 \cdot (2) \vee \neg 28 \cdot (2)] ;$$

$$0 \Rightarrow P9 [\neg 30 \cdot (I \vee 2)] ;$$

$$I \Rightarrow P9 [\neg 31 \cdot (I \vee 2)] ;$$

Д;

$$\begin{aligned}
 & \neg 8. (1) P\{ 'P5 = 0 \} \quad 19 \vdash II, (2) P\{ 'P5 = 0 \} \quad 19 \vdash II, \\
 & (3) P\{ 'P5 = 0 \} \quad 19 \vdash II, (4) P\{ 'P9 = 1 \} \quad 9 \vdash IO, \\
 & (5) P\{ 'P9 = 0 \} \quad 9 \vdash IO;
 \end{aligned}$$

$$\neg 23. (6) P\{ 'P10 = 0 \} \quad 24 \vdash 26;$$

$$\neg 29. (1) P\{ 'P8 \geq 0 \} \quad 30 \vdash 31, (2) P\{ 'P8 \geq 0 \} \quad 30 \vdash 31;$$

Д;

$$\begin{aligned}
 & ('P1)_{1-12} \Rightarrow P2_{1-12} \quad [\neg 1]; \\
 & ('P2)_{1-12} \Rightarrow P3_{1-24} \quad [(\neg 2 \vee \neg 3 \vee \neg 4 \vee \neg 5 \vee \neg 6) \vee (\neg 10 \vee \neg 11 \vee \neg 12 \vee \\
 & \quad \vee \neg 13 \vee \neg 14) \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 6) \vee (\neg 18 \vee \neg 19 \vee \\
 & \quad \vee \neg 20 \vee \neg 21 \vee \neg 22) \cdot (I \vee 2)];
 \end{aligned}$$

$$('P1)_{1-12} + I \Rightarrow P1_{1-12} \quad [(\neg 2 \vee \neg 3) \cdot (I \vee 2 \vee 3) \vee (\neg 10 \vee \neg 11) \cdot (4 \vee 5) \vee \\
 \vee (\neg 24 \vee \neg 25) \cdot (6)] ;$$

$$('P3)_{1-12} \Rightarrow P4_{1-12} \quad [\neg 7];$$

$$('P3)_{19-21} \Rightarrow P5_{1-3} \quad [\neg 7];$$

$$('P3)_{22-24} \Rightarrow P6_{1-3} \quad [\neg 7];$$

$$('P5)_{1-3} \Rightarrow P2_{1-12} \quad [\neg 9 \cdot (I \vee 2 \vee 3 \vee 6)];$$

$$('P4)_{1-12} \Rightarrow P1_{1-12} \quad [\neg 9 \cdot (4 \vee 5)];$$

$$('P3)_{13-24} + ('P4)_{1-12} \Rightarrow P4_{1-12} \quad [(\neg 15 \vee \neg 16) \cdot (I \vee 2 \vee 3)];$$

$$('P3)_{1-12} - I \Rightarrow P10_{1-12} \quad [(\neg 15 \vee \neg 16) \cdot (6)];$$

$$('P4)_{1-12} \Rightarrow P2_{1-12} \quad [\neg 17 \cdot (I \vee 2 \vee 3)];$$

$$('P8)_{1-24} \Rightarrow ('P2)_{1-12} \quad [(\neg 18 \vee \neg 19 \vee \neg 20 \vee \neg 21 \vee \neg 22) \cdot (3)];$$

$$('P10)_{1-12} \Rightarrow ('P2)_{1-12} \quad [(\neg 17 \vee \neg 18 \vee \neg 19 \vee \neg 20 \vee \neg 21) \cdot (6)];$$

$$('P3)_{1-24} \Rightarrow P7_{1-24} \quad [\neg 24 \cdot (I \vee 2)];$$

$$('P7)_{1-24} + ('P8)_{1-24} \Rightarrow P8_{1-24} \quad [(\neg 25 \vee \neg 26 \vee \neg 27 \vee \neg 28) \cdot (1)];$$

$$('P8)_{1-24} - ('P7)_{1-24} \Rightarrow P8_{1-24} \quad [(\neg 25 \vee \neg 26 \vee \neg 27 \vee \neg 28) \cdot (2)];$$

$$0 \Rightarrow P9_1 \quad [\neg 30 \cdot (I \vee 2)];$$

$$I \Rightarrow P9_1 \quad [\neg 31 \cdot (I \vee 2)];$$

Д;

Массив М8.	Массив М9.
$S_{p2j} = \bar{z}_{p1j} \wedge \alpha_1; j=1...12;$	$\alpha_1 = (t1);$
$R_{p2j} = \bar{z}_{p1j} \wedge \alpha_1; j=1...12;$	
$S_{p3j} = [\bar{Bx.34}]_j \wedge \alpha_2; j=1...24;$	$\alpha_2 = (t2 \vee t3 \vee t4 \vee t5 \vee t6) \vee (t10 \vee$
$R_{p3j} = [\bar{Bx.34}]_j \wedge \alpha_2; j=1...24;$	$t11 \vee t12 \vee t13 \vee t14) \vee (1 \vee 2 \vee 3 \vee 6) \vee$
$Bx.2.34_j = \bar{z}_{p2j} \wedge \alpha_2; j=1...12;$	$\vee (t18 \vee t19 \vee t20 \vee t21 \vee t22) \vee (1 \vee 2);$
$Bx.1 \Sigma 1_j = \bar{z}_{p1j} \wedge \alpha_3; j=1...12;$	$\alpha_3 = t2 \cdot (1 \vee 2 \vee 3) \vee t10 \cdot (4 \vee 5) \vee t21 \cdot (6);$
$Bx.2 \Sigma 1_j = 0; j=2...12;$	
$Bx.2 \Sigma 1_1 = \alpha_3;$	
$S_{p1-j} = [\bar{Bx.1} \Sigma 1]_j; j=1...12;$	
$R_{p1-j} = [\bar{Bx.1} \Sigma 1]_j; j=1...12;$	
$S_{p1j} = \bar{z}_{p1-j} \wedge \varepsilon_3; j=1...12;$	$\varepsilon_3 = t3 \vee t11 \vee t25;$
$R_{p1j} = \bar{z}_{p1-j} \wedge \varepsilon_3; j=1...12;$	
$Bx.3 \Sigma 1 = \alpha_3 \wedge (\text{знак операции});$	
$S_{p4j} = \bar{z}_{p3j} \wedge \alpha_4; j=1...12;$	$\alpha_4 = t7;$
$R_{p4j} = \bar{z}_{p3j} \wedge \alpha_4; j=1...12;$	
$S_{p5j} = \bar{z}_{p3j+18} \wedge \alpha_4; j=1...3;$	
$R_{p5j} = \bar{z}_{p3j+18} \wedge \alpha_4; j=1...3;$	
$S_{p6j} = \bar{z}_{p3j+21} \wedge \alpha_4; j=1...3;$	
$R_{p6j} = \bar{z}_{p3j+21} \wedge \alpha_4; j=1...3;$	
$S_{p2j} = \bar{z}_{p5j} \wedge \alpha_5; j=1...12;$	$\alpha_5 = t9 \cdot (1 \vee 2 \vee 3 \vee 6);$
$R_{p2j} = \bar{z}_{p5j} \wedge \alpha_5; j=1...12;$	
$S_{p1j} = \bar{z}_{p4j} \wedge \alpha_6; j=1...12;$	$\alpha_6 = t9 \cdot (4 \vee 5);$
$R_{p1j} = \bar{z}_{p4j} \wedge \alpha_6; j=1...12;$	

$[Bx.1 \Sigma 2]_j = \bar{z}_{p3j+12} \wedge \alpha_7; j=1...12;$	$\alpha_7 = t15 \cdot (1 \vee 2 \vee 3);$
$[Bx.2 \Sigma 2]_j = \bar{z}_{p4j} \wedge \alpha_7; j=1...12;$	
$S_{p4-j} = [\bar{Bx.1} \Sigma 2]_j \wedge \alpha_7; j=1...12;$	
$R_{p4-j} = [\bar{Bx.1} \Sigma 2]_j \wedge \alpha_7; j=1...12;$	
$S_{p4j} = \bar{z}_{p4-j} \wedge \varepsilon_7; j=1...12;$	
$R_{p4j} = \bar{z}_{p4-j} \wedge \varepsilon_7; j=1...12;$	$\varepsilon_7 = t16;$
$Bx.3 \Sigma 2 = \alpha_7 \wedge (\text{знак операции});$	
$[Bx.2 \Sigma 3]_j = 0; j=2...12;$	
$[Bx.2 \Sigma 3]_1 = \alpha_8;$	
$S_{p10j} = [\bar{Bx.1} \Sigma 3]_j \wedge \alpha_8; j=1...12;$	$\alpha_8 = (t15 \vee t16) \cdot (6);$
$R_{p10j} = [\bar{Bx.1} \Sigma 3]_j \wedge \alpha_8; j=1...12;$	
$Bx.5 \Sigma 3 = \alpha_8 \wedge (\text{знак операции});$	
$S_{p2j} = \bar{z}_{p4j} \wedge \alpha_9; j=1...12;$	$\alpha_9 = t17 \cdot (1 \vee 2 \vee 3);$
$R_{p2j} = \bar{z}_{p4j} \wedge \alpha_9; j=1...12;$	
$[Bx.134]_j = \bar{z}_{p3j} \wedge \alpha_{10}; j=1...24;$	$\alpha_{10} = (t18 \vee t19 \vee t20 \vee t21 \vee t22) \cdot (3);$
$[Bx.2.34]_j = \bar{z}_{p2j} \wedge \alpha_{10}; j=1...12;$	
$[Bx.134]_j = \bar{z}_{p10j} \wedge \alpha_{11}; j=1...12;$	$\alpha_{11} = (t17 \vee t18 \vee t19 \vee t20 \vee t21) \cdot (6);$
$[Bx.234]_j = \bar{z}_{p2j} \wedge \alpha_{11}; j=1...12;$	
$S_{p7j} = \bar{z}_{p3j} \wedge \alpha_{12}; j=1...24;$	$\alpha_{12} = t24 \cdot (1 \vee 2);$
$R_{p7j} = \bar{z}_{p3j} \wedge \alpha_{12}; j=1...24;$	
$[Bx.1 \Sigma 4]_j = \bar{z}_{p7j} \wedge \alpha_{13}; j=1...24;$	$\alpha_{13} = (t25 \vee t26 \vee t27) \cdot (1);$
$[Bx.2 \Sigma 4]_j = \bar{z}_{p8j} \wedge \alpha_{13}; j=1...24;$	
$S_{p8-j} = [\bar{Bx.1} \Sigma 4]_j \wedge \alpha_{13}; j=1...24;$	
$R_{p8-j} = [\bar{Bx.1} \Sigma 4]_j \wedge \alpha_{13}; j=1...24;$	
$S_{p8j} = \bar{z}_{p8-j} \wedge \varepsilon_{13}; j=1...24;$	$\varepsilon_{13} = t28;$
$R_{p8j} = \bar{z}_{p8-j} \wedge \varepsilon_{13}; j=1...24;$	
$Bx.3 \Sigma 4 = \alpha_{13} \wedge (\text{знак операции});$	

$[Bx.1 \Sigma 4]_j = Z_{p7j} \wedge \alpha_{14}, j=1 \dots 24;$	$\alpha_{14} = (t25 \vee t26 \vee t27) \cdot (2);$
$[Bx.2 \Sigma 4]_j = Z_{p8j} \wedge \alpha_{14}, j=1 \dots 24;$	
$S_{p8-j} = [Bx. \Sigma 4]_j \wedge \alpha_{14}, j=1 \dots 24;$	
$R_{p8-j} = [Bx. \Sigma 4]_j \wedge \alpha_{14}, j=1 \dots 24;$	
$S_{p8j} = Z_{p8-j} \wedge \tau_{14}, j=1 \dots 24;$	$\tau_{14} = t28;$
$R_{p8j} = Z_{p8-j} \wedge \tau_{14}, j=1 \dots 24;$	
$Bx.3 \Sigma 4 = \alpha_{14} \wedge (\text{знак операции});$	
$S_{p9j} = 0 \wedge \alpha_{15};$	$\alpha_{15} = t30 \cdot (1 \vee 2);$
$R_{p9j} = 0 \wedge \alpha_{15};$	
$S_{p9j} = 1 \wedge \alpha_{16};$	$\alpha_{16} = t31 \cdot (1 \vee 2);$
$R_{p9j} = 1 \wedge \alpha_{16};$	
$\vartheta;$	$\vartheta;$

Массив M10	
$S_{p2j} = Z_{p1j} \cdot \alpha_1 \vee Z_{p5j} \cdot \alpha_5 \vee Z_{p4j} \cdot \alpha_9;$	$j=1 \dots 12;$
$R_{p2j} = Z_{p1j} \cdot \alpha_1 \vee Z_{p5j} \cdot \alpha_5 \vee Z_{p4j} \cdot \alpha_9;$	$j=1 \dots 12;$
$S_{p3j} = [Bx.3 \Sigma]_j \cdot \alpha_2;$	$j=1 \dots 24;$
$R_{p3j} = [Bx.3 \Sigma]_j \cdot \alpha_2;$	$j=1 \dots 24;$
$[Bx.2 \Sigma 4]_j = Z_{p2j} \cdot (\alpha_2 \vee \alpha_{10} \vee \alpha_{11});$	$j=1 \dots 12;$
$[Bx.1 \Sigma 1]_j = Z_{p1j} \cdot \alpha_3;$	$j=1 \dots 12;$
$[Bx.2 \Sigma 1]_j = 0;$	$j=2 \dots 12;$
$[Bx.2 \Sigma 1]_j = \alpha_3;$	
$S_{p1-j} = [Bx. \Sigma 1]_j;$	$j=1 \dots 12;$
$R_{p1-j} = [Bx. \Sigma 1]_j;$	$j=1 \dots 12;$
$S_{p1j} = Z_{p1-j} \cdot \tau_3 \vee Z_{p4j} \cdot \alpha_6;$	$j=1 \dots 12;$
$R_{p1j} = Z_{p1-j} \cdot \tau_3 \vee Z_{p4j} \cdot \alpha_6;$	$j=1 \dots 12;$
$Bx.3 \Sigma 1 = \alpha_3 \cdot (\text{знак операции});$	
$S_{p4j} = Z_{p3j} \cdot \alpha_4 \vee Z_{p4-j} \cdot \tau_7;$	$j=1 \dots 12;$
$R_{p4j} = Z_{p3j} \cdot \alpha_4 \vee Z_{p4-j} \cdot \tau_7;$	$j=1 \dots 12;$
$S_{p5j} = Z_{p3j+12} \cdot \alpha_4;$	$j=1 \dots 3;$
$R_{p5j} = Z_{p3j+12} \cdot \alpha_4;$	$j=1 \dots 3;$
$S_{p6j} = Z_{p3j+21} \cdot \alpha_4;$	$j=1 \dots 3;$
$R_{p6j} = Z_{p3j+21} \cdot \alpha_4;$	$j=1 \dots 3;$
$[Bx.1 \Sigma 2]_j = Z_{p3j+12} \cdot \alpha_7;$	$j=1 \dots 12;$
$[Bx.2 \Sigma 2]_j = Z_{p4j} \cdot \alpha_7;$	$j=1 \dots 12;$
$S_{p4-j} = [Bx. \Sigma 2]_j \cdot \alpha_7;$	$j=1 \dots 12;$
$R_{p4-j} = [Bx. \Sigma 2]_j \cdot \alpha_7;$	$j=1 \dots 12;$

$Bx.3\Sigma 2 = \alpha_7 \cdot (\text{знак операции});$	
$[Bx.2\Sigma 3]_j = 0;$	$j = 2 \dots 12;$
$[Bx.2\Sigma 3]_1 = \alpha_8;$	
$S_{\rho 0_j} = [Bx.\Sigma 3]_j \cdot \alpha_8;$	$j = 1 \dots 12;$
$R_{\rho 0_j} = [Bx.\Sigma 3]_j \cdot \alpha_8;$	$j = 1 \dots 12;$
$Bx.3\Sigma 3 = \alpha_8 \cdot (\text{знак операции});$	
$[Bx.134]_j = Z_{\rho 3_j} \cdot \alpha_{10} \vee Z_{\rho 0_j} \cdot \alpha_{11};$	$j = 1 \dots 24;$
$S_{\rho 7_j} = Z_{\rho 3_j} \cdot \alpha_{12};$	$j = 1 \dots 24;$
$R_{\rho 7_j} = Z_{\rho 3_j} \cdot \alpha_{12};$	$j = 1 \dots 24;$
$[Bx.1\Sigma 4]_j = Z_{\rho 7_j} \cdot (\alpha_{13} \vee \alpha_{14});$	$j = 1 \dots 24;$
$[Bx.2\Sigma 4]_j = Z_{\rho 8_j} \cdot (\alpha_{13} \vee \alpha_{14});$	$j = 1 \dots 24;$
$S_{\rho 8-1_j} = [Bx.\Sigma 4]_j \cdot (\alpha_{13} \vee \alpha_{14});$	$j = 1 \dots 24;$
$R_{\rho 8-1_j} = [Bx.\Sigma 4]_j \cdot (\alpha_{13} \vee \alpha_{14});$	$j = 1 \dots 24;$
$S_{\rho 8_j} = Z_{\rho 8-1_j} \cdot (\epsilon_{13} \vee \epsilon_{14});$	$j = 1 \dots 24;$
$R_{\rho 8_j} = Z_{\rho 8-1_j} \cdot (\epsilon_{13} \vee \epsilon_{14});$	$j = 1 \dots 24;$
$Bx.3\Sigma 4 = (\alpha_{13} \vee \alpha_{14}) \cdot (\text{знак операции});$	
$S_{\rho 9_1} = 0 \cdot \alpha_{15} \vee 1 \cdot \alpha_{16};$	
$R_{\rho 9_1} = 0 \cdot \alpha_{15} \vee 1 \cdot \alpha_{16};$	
$\emptyset;$	

Массив M 11	Массив M 12
$\alpha_1 = T1;$	$T1 = t1;$
$\alpha_2 = T2 \vee T3 \cdot (1 \vee 2 \vee 3 \vee 6) \vee T4 \cdot (1 \vee 2);$	$T2 = Z_{\rho 11} \vee t_2 \vee t_6;$
$\alpha_3 = T5 \cdot (1 \vee 2 \vee 3) \vee T6 \cdot (4 \vee 5) \vee T7 \cdot 6;$	$S_{\rho 11} = t_2;$
$\epsilon_3 = T8 \vee T9 \vee T10;$	$R_{\rho 11} = t_6;$
$\alpha_4 = T11;$	$T3 = Z_{\rho 12} \vee t_{10} \vee t_{14};$
$\alpha_5 = T12 \cdot (1 \vee 2 \vee 3 \vee 6);$	$S_{\rho 12} = t_{10};$
$\alpha_6 = T12 \cdot (4 \vee 5);$	$R_{\rho 12} = t_{14};$
$\alpha_7 = T13 \cdot (1 \vee 2 \vee 3);$	$T4 = Z_{\rho 13} \vee t_{18} \vee t_{22};$
$\epsilon_{17} = T14;$	$S_{\rho 13} = t_{18};$
$\alpha_8 = T15 \cdot (6);$	$R_{\rho 13} = t_{22};$
$\alpha_9 = T16 \cdot (1 \vee 2 \vee 3);$	$T5 = t_2;$
$\alpha_{10} = T4 \cdot (3);$	$T6 = t_{10};$
$\alpha_{11} = T17 \cdot (6);$	$T7 = t_{24};$
$\alpha_{12} = T7 \cdot (1 \vee 2);$	$T8 = t_3;$
$\alpha_{13} = T18 \cdot (1);$	$T9 = t_{11};$
$\epsilon_{13} = T19;$	$T10 = t_{25};$
$\alpha_{14} = T18 \cdot (2);$	$T11 = t_7;$
$\epsilon_{14} = T19;$	$T12 = t_9;$
$\alpha_{15} = T20 \cdot (1 \vee 2);$	$T13 = t_{15};$
$\alpha_{16} = T21 \cdot (1 \vee 2);$	$T14 = t_{16};$
$\emptyset;$	$T15 = Z_{\rho 14} \vee t_{15} \vee t_{16};$
	$S_{\rho 14} = t_{15};$
	$R_{\rho 14} = t_{16};$
	$T16 = t_{17};$
	$T17 = Z_{\rho 15} \vee t_{17} \vee t_{21};$
	$S_{\rho 15} = t_{17};$
	$R_{\rho 15} = t_{21};$
	$T18 = Z_{\rho 16} \vee t_{25} \vee t_{27};$
	$S_{\rho 16} = t_{25};$
	$R_{\rho 16} = t_{27};$
	$T19 = t_{28};$
	$T20 = t_{30};$
	$T21 = t_{31};$
	$\emptyset;$