

ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРИ СИНТЕЗЕ СТРУКТУРНОГО АВТОМАТА

7.1. ВВОДНЫЕ ПОНЯТИЯ

Важной частью любой системы управления является ее информационная составляющая. Информационные системы зачастую работают в условиях широкого изменения полезных составляющих входных сигналов. Использование фильтров с неизменной настройкой не всегда дает удовлетворительное выделение полезных сигналов в связи с переменностью параметров или недостаточно полным использованием априорных сведений о закономерностях изменения полезных сигналов.

Естественным выходом из сложившейся ситуации является применение принципов самонастройки с поисковыми составляющими; последние могут быть как регулярными, так и случайными. Ниже рассмотрим информационно-поисковую составляющую на примере информационно-поискового автомата (ИП-автомат).

7.2. РЕЖИМЫ ПОИСКА

Режимы поиска зависят от диапазона логических и вычислительных операций, выполняемых в данной информационно-поисковой системе (ИПС).

Критерий выдачи – это формальное правило, в соответствии с которым в информационном массиве определяются документы, подлежащие выдаче в ответ на поступивший в систему запрос.

Различают три вида критериев выдачи, формулируемых в терминах теории множеств (теоретико-множественные критерии). При этом поисковые образы документов и предписания запросов понимаются как множества лексических единиц информационно-поискового языка (ИПЯ).

Критерий «на совпадение». Для выдачи требуется, чтобы лексические единицы поискового образа документа и поискового предписания совпали. Такое совпадение возможно в автоматизированных информа-

ционно-поисковых системах (АИПС) в частном случае (поиск по формальным признакам документов – автор, язык и т.д.), в ручных ИПС этот критерий применяется очень широко.

Критерий «на включение» (или «на вхождение»). В ответ на запрос выдаются те документы, поисковые образы которых включают целиком поисковое предписание запроса. Если поисковый образ документа представить в виде множества M_d , а поисковое предписание – M_q , то сообщение выдается, когда $M_q \subset M_d$. Этот критерий используется многими АИПС дескрипторного типа

Критерий «на пересечение» требует не полного, а частичного совпадения лексических единиц документа и запроса, т.е. пересечения поисковых образов. Математически этот критерий записывается в виде формулы $M_q \cap M_d$.

7.3. АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ВЫДАЧИ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ

Любой поисковый образ документа (ПОД) во всякой дескрипторной ИПС можно рассматривать как набор кодов, называемых поисковыми характеристиками. В ИПС, где применяются информационно-поисковые языки «без грамматики» [4, 5], поисковыми характеристиками являются коды дескрипторов. Если в ИПС системы имеются некоторые грамматические средства [1, 6], то поисковые характеристики представляются сложными кодами, включающими коды одного или нескольких дескрипторов, и кодами указателей роли и связи, идентификаторов, меток и т.п.

Поисковый массив любой дескрипторной ИПС можно рассматривать как множество N , элементами которого является ПОД.

Чтобы из множества N выделить только один элемент, необходимо задать информационный запрос, указывающий, какие поисковые характеристики должны содержаться в требуемом ПОД и какие – отсутствовать.

Согласно [10] математическая модель информационного запроса, требующего выдачи только одного ПОД, представляется выражением

$$f = \varphi \cdot \psi,$$

где φ – конъюнкция неинверсных аргументов, соответствующих поисковым характеристикам требуемого ПОД; ψ – конъюнкция инверсных аргументов, соответствующих поисковым характеристикам, не вошедшим в требуемый ПОД. Отсюда следует, что функция отдельного ПОД представляет собой член СДНФ n аргументов, где n – число различных возможных поисковых характеристик, использующихся при индексировании документов.

В общем случае любое подмножество элементов множества N может быть представлено дизъюнкцией тех членов СДНФ, которым соответствуют искомые ПОД.

Функцию, описывающую некоторое подмножество элементов множества N , условимся называть поисковой функцией. Критерий выдачи большинства ИПС характеризуется величиной K , где K – максимальное число различных поисковых характеристик одной заданной в системе поисковой функции. Если поисковая функция некоторого запроса содержит число аргументов, превышающее величину K , то эту функцию необходимо представить в виде нескольких самостоятельных поисковых функций, где каждая функция может быть задана критерием выдачи и реализована системой за одно обращение к поисковому массиву. Под выражением «одно обращение к поисковому массиву» будем подразумевать цикл операций, который необходимо выполнить ИПС при поиске документов (номеров документов) по информационному запросу, заданному в системе одной поисковой функцией. Для ИПС, реализованной на однопроцессорной ЭВМ, в указанный цикл входят операции, выполняемые процессором машины при сравнении поисковых характеристик ПОД с поисковыми характеристиками одной из заданных поисковых функций, и операции, связанные с анализом результатов сравнения (без учета операций вывода результатов поиска).

В многопроцессорных вычислительных системах число поисковых функций, по которым выполняются одновременные поисковые операции (за одно обращение к поисковому массиву), может быть соизмеримо с числом используемых в системе основных процессоров.

Булевы функции являются универсальным и одним из наиболее распространенных и удобных на практике математических средств для моделирования информационных запросов, содержащих произвольные сочетания числовых и нечисловых характеристик.

7.4. ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ

Критерий выдачи ИПС, работающий в динамическом режиме, условимся называть динамическим критерием выдачи (ДКВ).

В [11] выбран метод изменения запросов, известный под названием «обратная связь по релевантности», так как запросы автоматически корректируются на основе поступающей от пользователей информации о релевантности ранее выданных документов. В частности, при использовании обратной связи по релевантности предполагается, что по каждому поступившему в систему запросу производится предварительный поиск. Наибольшее количество документов, в наибольшей мере отвечающих запросу, выдается потребителю, который должен оценить некоторые из этих документов и разделить их на релевантные R , т.е. отвечающие его информационным потребностям, или нерелевантные S . Эти оценки релевантности возвращаются в систему и используются для изменения запросов таким образом, чтобы термины запросов, присутствующие в релевантных документах, «продвигались» (путем увеличения их веса), а термины, присутствующие в нерелевантных документах, одновременно «понижались».

В дальнейшем R ранее признанных релевантных документов и S нерелевантных используется для формулировки нового запроса q' , который предположительно будет более схож с релевантными и менее – с нерелевантными документами, чем первоначальный запрос q [8].

Можно выделить две разновидности ДКВ.

Первая характеризуется тем, что абонент обязан до поиска на основе своей информационной потребности полностью сформулировать исходный запрос (т.е. указать перечень поисковых признаков и логику поиска), который в дальнейшем, благодаря обратной связи по pertinентности, будет корректироваться и на основе которого будет осуществляться вторичный поиск. Такой ДКВ получил наибольшее распространение [2].

Вторая разновидность ДКВ характеризуется неполным формулированием запроса. Абонент перечисляет только поисковые характеристики

ки и не указывает поисковую логику. В этом случае поиск осуществляется по заранее принятому критерию, одинаковому для всех запросов, а по результатам анализа выдачи определяется поисковая логика. Такой критерий предполагает гораздо бóльшую практическую ценность по сравнению с первой разновидностью ДКВ, поскольку при его использовании уменьшается нагрузка на абонента.

Обеим разновидностям ДКВ присущи недостатки, из которых как основные можно отметить следующие.

Первоначальный (пробный) поиск ведется в малой части массива, а результат корректировки запроса распространяется на весь массив. В общем случае структура массива не является однородной ни для какого запроса, поэтому предположение о том, что полнота и точность при просмотре массива по скорректированному запросу значительно возрастут, является сомнительным.

Пробная выдача может содержать незначительное число pertinentных документов, вследствие чего пробную выдачу потребуется увеличить. Анализ большой выдачи представляет собой неоправданную (и значительную) нагрузку на абонента.

При выполнении профиля запроса необходимо снова анализировать пробную выдачу и снова корректировать запрос.

При корректировке запросов, логика поиска которых представлена динамическим критерием, основанным на весовых коэффициентах, на каждую величину необходимо увеличить или уменьшить вес того или иного признака.

Таким образом, в связи с тем, что динамический критерий, основанный на принципах корректировки логики запросов (поисковой функции), ориентирован лишь на уточнение самого запроса и практически не учитывает динамику поискового массива, возникает необходимость разработки такого ДКВ, который обеспечивал бы выдачу наиболее релевантных документов после однократного просмотра поискового массива с учетом его структуры.

7.5. ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫЙ АВТОМАТ

В [15] приведена классическая схема ИП-автомата. Напомним, что логическим называется управление с помощью сигналов, принимающих

конечное число фиксированных значений, осуществляемое в соответствии с заданным алгоритмом [12]. В работах [3, 7, 9] отражены модернизированные варианты классической схемы ИП-автомата. Далее рассмотрим построение ИП-автомата на основе МЛМ. Во всех указанных вариантах присутствует поисковая составляющая, а сам алгоритм поиска информации состоит из двух последовательностей:

- 1) операции сравнения всех признаков поисковых образов документа со всеми признаками поисковых образов заданий (ПОЗ);
- 2) операции нахождения значения булевых функций по результатам сравнения.

Обобщенная структурная схема такого ИП-автомата приведена на рис. 7.1.

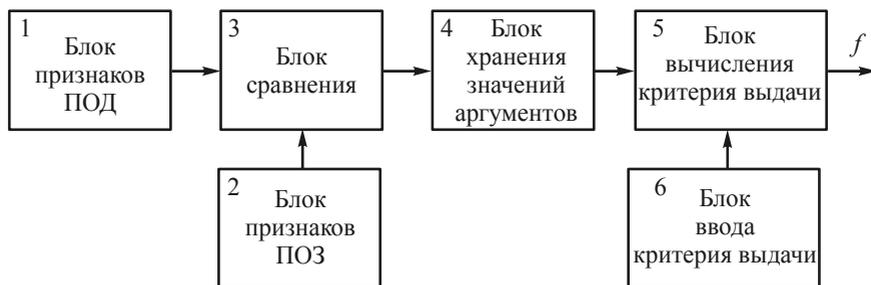


Рис. 7.1. Обобщенная структурная схема ИП-автомата: 1 – триггерный регистр, в который поступают коды признаков ПОД из внешнего запоминающего устройства (ЗУ); 2 – триггерный регистр для хранения кодов признаков ПОЗ; 3 – схема равенства; 4 – триггеры хранения результатов сравнения; 5 – логическая схема, моделирующая критерий выдачи; 6 – коммутационная среда либо триггерный регистр ввода булевой формулы

Наиболее важным в приведенной схеме является блок 5, поскольку он определяет функциональные возможности ИП-автомата относительно реализации того или иного критерия выдачи. Некоторое раскрытие функциональных блоков приведено на рис. 7.2, а на рис. 7.3 показана реализация ИП-автомата с помощью МЛМ [14].

Особенности работы рассматриваемого устройства покажем на следующих примерах.

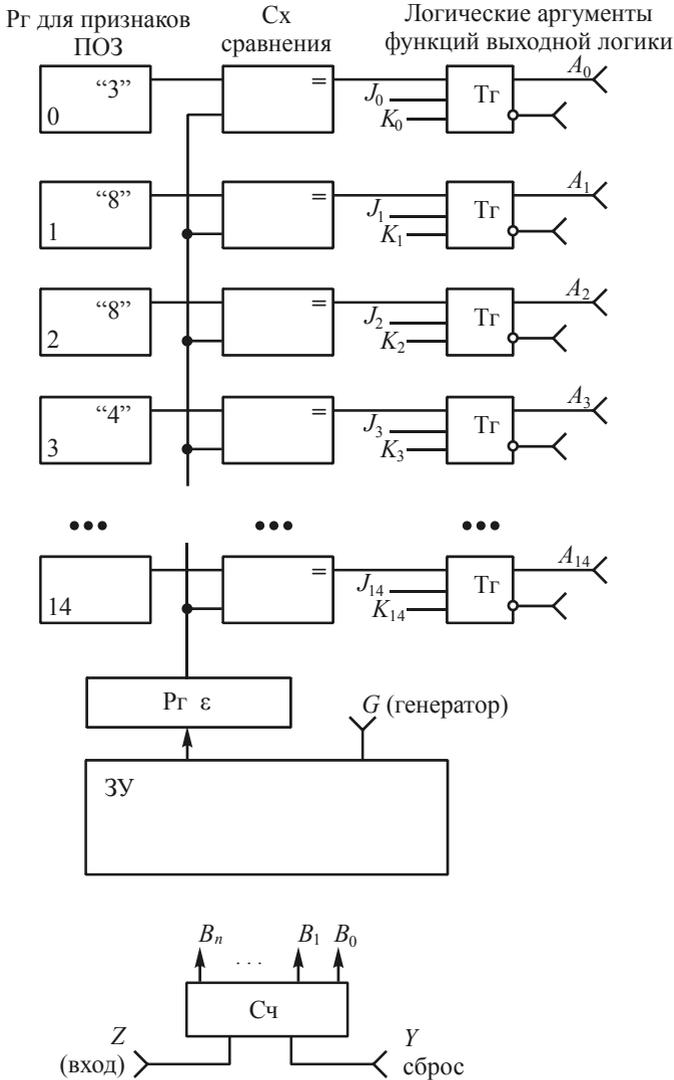


Рис. 7.2. Структурная схема ИП-автомата

Пример 1. На регистр ϵ (Рг ϵ) последовательно поступают цифры десятичной системы. Схема должна выдавать сигнал, когда во

входной последовательности окажется число, например, «3884» (для выдачи этого числа один символ должен четко идти за другим).

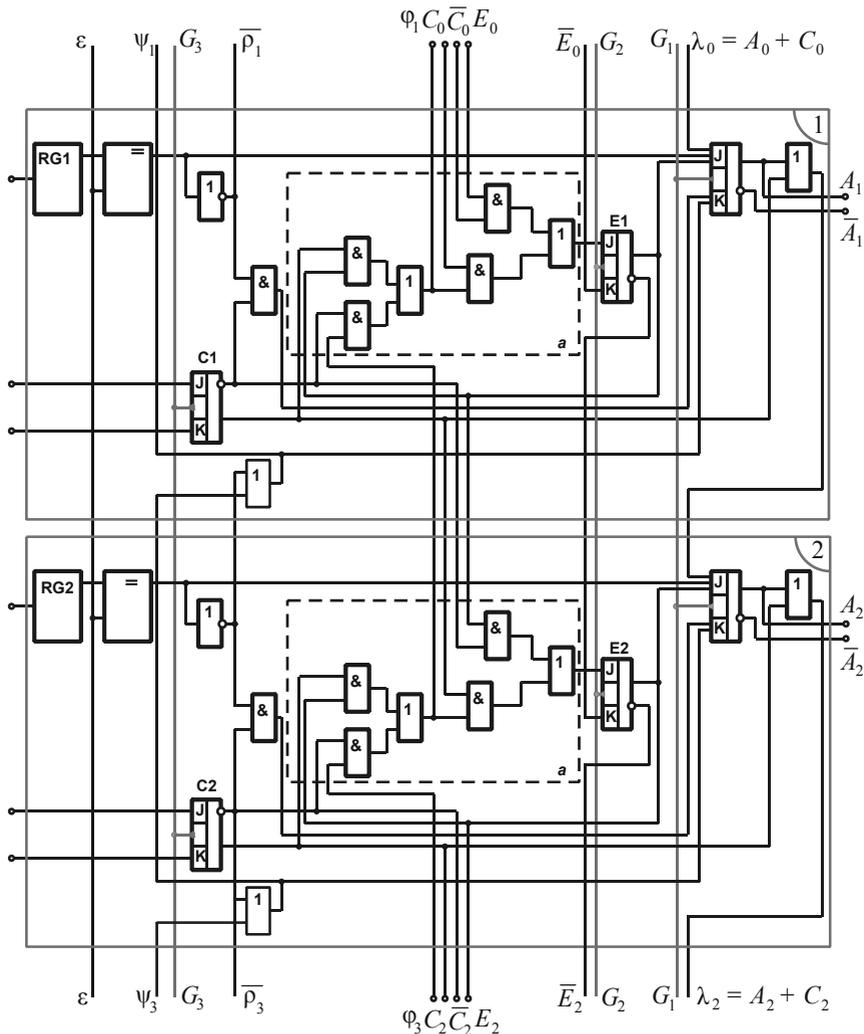


Рис. 7.3. Фрагмент функциональной схемы ИП-автомата, построенного на основе МЛМ

Поскольку первая цифра последовательности «3», то при поступлении ее из ЗУ в Рг ε счетчик (СЧ) должен получить импульс генератора (G) (эти импульсы идут симметрично, с периодом смены чисел в регистре Рг ε), следовательно, $Z = \rho_0 G$.

Если вторая цифра «8», то СЧ должен получить еще один импульс, следовательно,

$$Z = \rho_1 G \vee \rho_0 G = G(\rho_1 \vee \rho_0),$$

если же вторая цифра не «8», то СЧ необходимо сбросить в нуль, для этого заметим, что после прихода «3» $A_0 = 1$, следовательно, $Y = A_0 \bar{\rho}_1$.

Если третья цифра тоже «8», то

$$Z = \rho_1 G \vee \rho_0 G \vee \rho_2 G = G(\rho_1 \vee \rho_0 \vee \rho_2),$$

и если последняя цифра «4», то $Z = G(\rho_1 \vee \rho_0 \vee \rho_2 \vee \rho_3)$.

Предположим, что цифры «3» и «8» совпали ($A_0 = 1$, $A_1 = 1$), а третья цифра не «8», тогда

$$Y = A_0 A_1 \bar{\rho}_2 \vee A_0 \bar{\rho}_1,$$

если не совпала последняя цифра, то

$$Y = A_0 A_1 A_2 \bar{\rho}_3 \vee A_0 A_1 \bar{\rho}_2 \vee A_0 \bar{\rho}_1.$$

Если не совпала вторая цифра, то Тг A_1 не перейдет в «1», а Тг A_0 необходимо сбросить в «0», это можно сделать подачей импульса на вход K_0 , т.е. $K_0 = A_0 \bar{\rho}_1$.

Если не совпала третья цифра, то необходимо сбросить Тг A_0 и Тг A_1 , т.е. подать импульс на вход K_1 и K_0 , т.к. $K_0 = A_0 \bar{\rho}_1 \vee A_1 \bar{\rho}_2$, $K_1 = A_1 \bar{\rho}_2$.

Если не совпала четвертая цифра, то на входы K_0 , K_1 , K_2 надо подать импульсы

$$K_0 = A_0 \bar{\rho}_1 \vee A_1 \bar{\rho}_2 \vee A_2 \bar{\rho}_3,$$

$$K_1 = A_1 \bar{\rho}_2 \vee A_2 \bar{\rho}_3,$$

$$K_2 = A_2 \bar{\rho}_3.$$

Функция выходной логики имеет вид $f = A_3$ (при совпадении всех последовательностей цифр «3884»).

Анализ решения примера 1. Фактически автомат описывается тремя функциями, которые имеют вид

$$\begin{aligned} K_0 &= A_0\bar{\rho}_1 \vee A_1\bar{\rho}_2 \vee A_2\bar{\rho}_3, \\ K_1 &= A_1\bar{\rho}_2 \vee A_2\bar{\rho}_3, \\ K_2 &= A_2\bar{\rho}_3. \end{aligned} \quad (7.1)$$

Исходное состояние:

$$A_0 = A_1 = A_2 = A_3 = 0, \quad f = A_3 = 0.$$

1. Пришла не цифра «3» (и не «8», и не «4»), изменений в схеме нет.

2. Пришла цифра «8» (т.е. первая), тогда

$$\begin{cases} \rho_1 = 1; \\ \rho_2 = 1, \end{cases} \quad K_1 = A_1\bar{\rho}_2 \vee A_2\bar{\rho}_3 = 0 \quad \bar{1} \vee 0 \quad \bar{0} = 0.$$

3. Тг A_1 , Тг A_2 перейдут в «1».

4. Следующая цифра, допустим, «3», при этом

$$\begin{aligned} K_1 &= A_1\bar{\rho}_2 \vee A_2\bar{\rho}_3 = 1 \quad \bar{0} \vee 1 \quad \bar{0} = 1 \quad (\text{Тг } A_1 \text{ сбросился в «нуль»}), \\ K_2 &= A_2\bar{\rho}_3 = 1 \quad \bar{0} = 1 \quad (\text{Тг } A_2 \text{ тоже сбросился в «нуль»}). \end{aligned}$$

Тг A_0 установился в «1», т.е. устанавливается начало нужной нам последовательности.

На синхровходы Тг одновременно поступают импульсы G . Тг меняет свое состояние после ухода синхроимпульса, так как срабатывает по заднему фронту.

5. Рассмотрим случай, когда первая цифра «4» (это последняя цифра заданной последовательности):

а) $A_0 = A_1 = A_2 = A_3 = 0$, до прихода «4» в Рг ε , так как считаем, что в начале Рг ε был нуль;

б) до прихода синхроимпульса $\rho_3 = 1$, $K_3 = 0$ (выясним, почему и как), т.е. $A_3 = 1$, а это равно f , что неверно!!!).

Для выхода из создавшегося положения необходимо сбрасывать Тг A_3 , т.е. найти формулу $K_3 = (\bar{A}_0 \vee \bar{A}_1 \vee \bar{A}_2)G$.

Пр и м е р 2. Рассмотрим случай, когда ведется поиск по последовательности «8888», и пришла в Рг ϵ «8»; все Тг $A_0 \div A_3 = 1$. Допустим, что опять пришла еще одна «8». $K_0 = K_1 = K_2 = 0$ (см. по установке в «1» при значении первой «8» $A_0 = A_1 = A_2 = A_3 = 1$, $\rho_0 = \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = 1$).

Состояние не изменяется с приходом любого числа восьмерок.

Рассмотрим теперь случай, когда ведется поиск последовательности «8888», по второй цифре (первой была цифра «8») пришла любая цифра, отличная от восьмерки.

В этом случае все $\rho = 0$, а согласно системе (7.1) при $A_0 \div A_3 = 1$, $K_0 = K_1 = K_2 = 1$, получим $A_0 = A_1 = A_2 = 0$, а $A_3 = 1$, при приходе третьей цифры не «8», A_3 установится в нуль.

Таким образом, получаем следующий результат (случай 1 и 2): если последовательность состоит из одинаковых цифр, то рассмотренная схема на нее реагирует *неправильно*.

Пр и м е р 3. Рассмотрим второй подход (с использованием аргументов $A_0 \div A_4$). Берем последовательность примера 1 (т.е. «3884»). Для распознавания первой цифры, т.е. «3», $J_0 = 1$, $K_0 = 0$, и если она («3») пришла первой, Тг A_0 установится в «1» ($A_0 = 1$).

После второго синхроимпульса Тг A_1 должен перейти в «1», если $A_0 = 1$ и если $\rho_1 = 1$, следовательно, $J_1 = A_0$; если после «3» не «8», т.е. $\rho_1 = 0$, то Тг A_0 надо сбросить в нуль, это можно сделать импульсом $K_0 = \bar{\rho}_1 A_0$.

Аналогично рассуждая, записываем $J_2 = A_1$, $K_1 = \bar{\rho}_2 A_1$, если после прихода двух цифр (т.е. «3» и «8») третья придет не «8», а, скажем, «5», то необходимо сбросить Тг A_0 и Тг A_1 , тогда

$$K_1 = K_0 = \bar{\rho}_2.$$

Рассмотрим случай, когда первой пришла цифра «4» (последняя из последовательностей), при этом $\rho_3 = 1$, $J_3 = A_2 = 0$, Тг A_3 остался в нуле. В случае прихода любой последовательности, отличной от «3884», автомат на нее не реагирует. В случае прихода первых трех цифр (т.е. «388»), когда четвертая не «4», $A_0 = A_1 = A_2 = 1$; $A_2 = J_3 = 1$; $\rho_3 = 0$;

Тг $A_3 = 0$; при этой ситуации цифра, отличная от «4», проигнорируется: автомат ждет «4», и все цифры из последовательности ПОД, кроме «4», игнорируются, т.е. автомат работает на «выборке» «3884» из поступающих ПОД, т.е. автомат описывается следующей системой выходных аргументов (чтобы обойти этот момент, необходимо предыдущую информацию сбросить всю, т.е. после второго синхроимпульса $K_2 = K_1 = K_0 = \bar{\rho}_3$):

$$\begin{cases} J_0 = 1, & K_0 = \bar{\rho}_1 \vee \bar{\rho}_2 \vee \bar{\rho}_3; \\ J_1 = A_0, & K_1 = \bar{\rho}_2 \vee \rho_3; \\ J_2 = A_1, & K_2 = \rho_3; \\ J_3 = A_2; \\ f = A_3. \end{cases}$$

Изъян наступает при поступающей последовательности «3883884», когда с приходом второй «3» мы теряем первую, так как $\rho_3 = 0$ (мы ищем последовательность «3884»), а с приходом четвертой цифры, отличной от «4», все сбрасывается в «ноль». Чтобы обойти этот случай, необходимо на один из трех входов K_0 через инвертор подать ρ_0 .

Замечания

Замечание 1. Для триггеров E (на 6 ячеек):

$$\begin{aligned} J_0 &= C_0 E_0 \vee \bar{C}_0 \Phi_1, & K_0 &= 1; \\ J_1 &= E_0 \bar{C}_0 \vee C_0 (C_1 E_1 \vee \bar{C}_1 \Phi_2), & K_1 &= \bar{E}_0; \\ J_2 &= E_1 \bar{C}_1 \vee C_1 (C_2 E_2 \vee \bar{C}_2 \Phi_3), & K_2 &= \bar{E}_1; \\ J_3 &= E_2 \bar{C}_2 \vee C_2 (C_3 E_3 \vee \bar{C}_3 \Phi_4), & K_3 &= \bar{E}_2; \\ J_4 &= E_3 \bar{C}_3 \vee C_3 (C_4 E_4 \vee \bar{C}_4 \Phi_5), & K_4 &= \bar{E}_3; \\ J_5 &= E_4 \bar{C}_4 \vee C_4 (C_5 E_5 \vee \bar{C}_5 \Phi_6), & K_5 &= \bar{E}_4; \end{aligned}$$

$$\begin{cases} J_{E_i} = E_{i-1} \bar{C}_{i-1} \vee C_{i-1} (C_i E_i \vee \bar{C}_i \Phi_{i+1}); \\ K_{E_i} = \bar{E}_{i-1}. \end{cases}$$

Замечание 2.

Для триггеров A (на 6 ячеек);
единичные входы:

$$\begin{aligned} J_0 &= \rho_0 E_0; \\ J_1 &= (A_0 \vee C_0) \rho_1 E_1; \\ J_2 &= (A_1 \vee C_1) \rho_2 E_2; \\ J_3 &= (A_2 \vee C_2) \rho_3 E_3; \\ J_4 &= (A_3 \vee C_3) \rho_4 E_4; \\ J_5 &= (A_4 \vee C_4) \rho_5 E_5; \\ \dots \\ J_i &= (A_{i-1} \vee C_{i-1}) \rho_i E_i. \end{aligned}$$

Для триггеров A . Нулевые входы:

$$\begin{aligned} K_0 &= \bar{\rho}_0 \bar{C}_0 (\psi_1 \vee \bar{\rho}_1); \\ K_1 &= \bar{\rho}_1 \bar{C}_1 (\psi_2 \vee \bar{\rho}_2); \\ K_2 &= \bar{\rho}_2 \bar{C}_2 (\psi_3 \vee \bar{\rho}_3); \\ K_3 &= \bar{\rho}_3 \bar{C}_3 (\psi_4 \vee \bar{\rho}_4); \\ K_4 &= \bar{\rho}_4 \bar{C}_4 (\psi_5 \vee \bar{\rho}_5); \\ K_5 &= \bar{\rho}_5 \bar{C}_5 (\psi_6 \vee \bar{\rho}_6); \end{aligned}$$

для последней ячейки $\psi_6 = \rho_6 = 1$;

$$K_i = \bar{\rho}_i \bar{C}_i (\psi_{i+1} \vee \bar{\rho}_{i+1}).$$

Замечание 3. Формула J_{E_0} имеет вид

$$J_{E_0} = \bar{C}_0 \{C_1 E_1 \vee \bar{C}_1 \{C_2 E_2 \vee \bar{C}_2 [C_3 E_3 \vee \bar{C}_3 (C_4 E_4 \vee \bar{C}_4 C_5 E_5)]\}\}.$$

Замечание 4. Для реализации режима работы информационно-поисковой машины «Квантор» [13] необходимо:

а) в регистр C ввести число «111111» – все единицы располагаются на триггерной части (см. рис. 7.3);

б) в регистр C ввести число «000000». Во всех регистрах записалась одна последовательность (в данном случае «012345»);

в) в регистр C ввести число

$$\begin{array}{cccccc} C5 & C4 & C3 & C2 & C1 & C0 \\ \langle 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \rangle; \end{array}$$

г) в регистр C ввести код

$$\langle 101010 \rangle.$$

7.6. ВЫВОДЫ

Представленные варианты ИП-автомата показывают многоцелевую направленность разработанного устройства, осуществляющего реализацию конкретного случая с помощью перестройки выбранной структуры. На основе выбранных МЛМ можно построить различные проблемно-ориентированные комплексы, настраивающиеся на реализацию конкретного алгоритма из заданного класса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексенко А.Г.* Основы микросхемотехники. Элементы морфологии микроэлектронной аппаратуры. – М.: Сов. радио, 1971. – 352 с.
2. *Баранов С.И.* Синтез микропрограммных автоматов. – Л.: Энергия, 1979. – 136 с.
3. *Васильев С.Н. и др.* Интеллектуальное управление динамическими системами. – М.: Физматлит, 2000. – 352 с.
4. *Визирев И.С.* и др. А.с. 807270 (СССР). Ячейка вычислительной среды // Б.И. – 1981. – № 7.
5. *Высоцкий В.Ф., Алексеев В.И., Панчин В.Н. и др.* Цифровые фильтры и устройства обработки сигналов на интегральных схемах: Справочное пособие / Под ред. В.Ф. Высоцкого. – М.: Радио и связь, 1984. – 216 с.
6. *Глушков В.М.* Синтез цифровых автоматов. – М.: Наука, 1962. – 467 с.
7. *Латко А.В., Ченцов С.В.* Непараметрические системы обработки информации. – М.: Наука, 2000. – 350 с.
8. *Малашевич Б.М.* Ассоциативные параллельные процессоры и микропроцессоры // Микроэлектроника и полупроводниковые приборы / Под ред. А.А. Васенкова и Я.А. Федотова. – М.: Сов. радио, 1979. – Вып. 4. – С. 70–82.
9. *Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник* / Под ред. Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 744 с.
10. *Михайлов А.И., Черный А.И., Гиляревский Р.С.* Основы информатики. – М.: Наука, 1968. – 756 с.
11. *Солтон Дж.* Динамические библиотечно-информационные системы. – М.: Мир, 1979. – 560 с.
12. *Шалыто А.А.* Логическое управление. Методы аппаратной и программной реализации алгоритмов. – СПб.: Наука, 2000. – 780 с.
13. *Шевелев Ю.П.* Логика поиска документальной информации. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1980. – 123 с.
14. *Шидловский С.В.* Перестраиваемые структуры на многофункциональных логических модулях // Информационные системы: Труды постоянно действующей науч.-техн. школы-семинара студентов, аспирантов и молодых специалистов «Информационные системы мониторинга окружающей среды». Вып. 2. – Томск: ТУСУР, 2003. – С. 105–117.
15. *Энциклопедия кибернетики* / Под ред. В.М. Глушкова и др. – Киев, 1975. – Т. 1, 2.