

# УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ

## ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра  
КС и С

### Методические указания

для выполнения курсовой работы по  
дисциплине "ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ОСНОВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ  
СИСТЕМ"



Ташкент - 2008

С.К. Ганиев, А.А. Ганиев. Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине "Информационные основы вычислительных систем"./ ТУИТ. 26 с. Ташкент, 2008.

Информационно-логические основы построения вычислительных систем охватывают круг вопросов, связанных с формами и системами представления информации, с логико-математическим синтезом вычислительных схем, а также схемотехникой компонентов компьютера. В методических указаниях к курсовой работе рассмотрены вопросы построения структуры управляющего автомата, реализующего конкретную операцию.

Методические указания предназначены для студентов бакалавриатуры направлений "Информатика и информационные технологии", «Безопасность информации», «Профессиональное образование» (Информатика и информационные технологии).

Напечатано по решению учебно-методического Совета ТУИТ.

(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2008г.)

Рецензенты:

Доцент кафедры

"Прикладная информатика"

ТУИТ, к.т.н., доцент

**Расулова С.С.**

Доцент кафедры

"Автоматизация и управление"

ТГТУ, к.т.н., доцент

**Абдуллаев М.М.**

Ташкентский университет информационных технологий, 2008

## I. Цель и содержание курсовой работы

Основной целью курсовой работы является приобретение практических навыков по разработке граф-схемы алгоритма (ГСА) выполнения арифметических операций и построению структуры управляющих автоматов, реализующих эти алгоритмы.

Поставленная цель достигается путем самостоятельной разработки студентом алгоритмов выполнения ряда микрооперации на заданной структуре операционной части автомата, построение управляющего автомата, реализующего эти алгоритмы на типовых логических схемах заданного базиса.

Обоженная тема курсовой работы: "Синтез управляющего автомата устройства, реализующего заданный алгоритм выполнения арифметических операций".

## II. Задания

Задания на курсовую работу включают **набор исходных данных и ограничений** для синтеза управляющего автомата. Все варианты задания сведены в табл.1.

Строка таблицы представляет один вариант задания, причем номер варианта определяется порядковым номером по списку группы.

Табл.1.

## Варианты задания курсовой работы

№	Операции	Код выполнения операций	Тип элемента памяти	Тип автомата
1	$\pm$	ОК	D	Мур
2	x	ПК	RS	Мили
3	$\div 1$	ДК	JK	Мур
4	$\div 2$	ДК	D	Мили
5	x2	ПК	JK	Мур
6	$\pm$	ОК	JK	Мили
7	x	ПК	D	Мур
8	x2	ПК	RS	Мили
9	$\div 1$	ДК	D	Мили
10	$\div 2$	ДК	RS	Мур
11	$\pm$	ДК	T	Мили
12	x	ПК	T	Мур
13	$\div 1$	ДК	D	Мили
14	$\div 2$	ДК	RS	Мур
15	x2	ПК	T	Мили
16	$\pm$	ДК	D	Мур
17	x	ПК	JK	Мили
18	x2	ПК	T	Мили
19	$\div 1$	ДК	T	Мур
20	$\div 2$	ДК	JK	Мур

Варианты операций обозначены в табл.1. следующим образом:

$\pm$  - алгебраическое сложение/вычитание;

x – умножение обыкновенное;

x2 – умножение ускоренное (с анализом двух разрядов множителя).

- ÷1 – деление с восстановлением остатка;  
÷2 – деление без восстановления остатка;  
ПК – прямой код;  
ОК – обратный код;  
ДК – дополнительный код.

### III. Этапы выполнения работы

При синтезе управляющего автомата с жесткой (схемной) логикой можно выделить следующие этапы:

1. Разработка структуры операционной части автомата.
2. Разработка содержательной ГСА выполняемой операции.
3. Получение функциональной ГСА.
4. Получение отмеченной ГСА.
5. Построение граф автомата.
6. Кодирование состояния автомата.
7. Составление структурной таблицы переходов.
8. Определение систем логических функций для выходных сигналов и сигналов возбуждения и их совместная минимизация.
9. Построение функциональной схемы управляющего автомата.

#### IV. Пример синтеза управляющего автомата с жесткой (схемной) логикой

Ниже приведена реализация вышеприведенных этапов синтеза управляющего автомата с жесткой (схемной) логикой, обеспечивающего выполнение операций сложения (вычитания) чисел, представленных с фиксированной запятой.

При параллельном способе выполнения операции сложения (вычитания), для представления чисел используются модифицированные коды, где для знака отводятся два разряда (00), (11), (01) и (10). Сложение осуществляется согласно следующему алгоритму:

- если знак операнда положителен, то операнд вступает в операцию в прямом модифицированном коде. Если знак операнда отрицателен, то операнд вступает в операцию в обратном модифицированном коде.

- производится сложение двоичных кодов операндов включая знаковые разряды. При этом спадающая единица из старшего знакового разряда передается в качестве единицы переноса в младший разряд суммы.

- если знак суммы имеет значение "00", то это означает, что сумма имеет положительное значение и представлена в прямом коде.

- если знак суммы имеет значение "11", то это означает, что сумма имеет отрицательное значение и представлена в обратном коде. Для получения прямого кода необходимо инвертировать цифровые коды суммы.

- если знак суммы имеет значение "01" "10", это означает, что результат переполняет разрядную сетку машины.

### 1. Разработка структуры операционной части автомата

Структура операционной части автомата, предназначенная для реализации операции сложения по вышеприведенному алгоритму приведена на рис.1

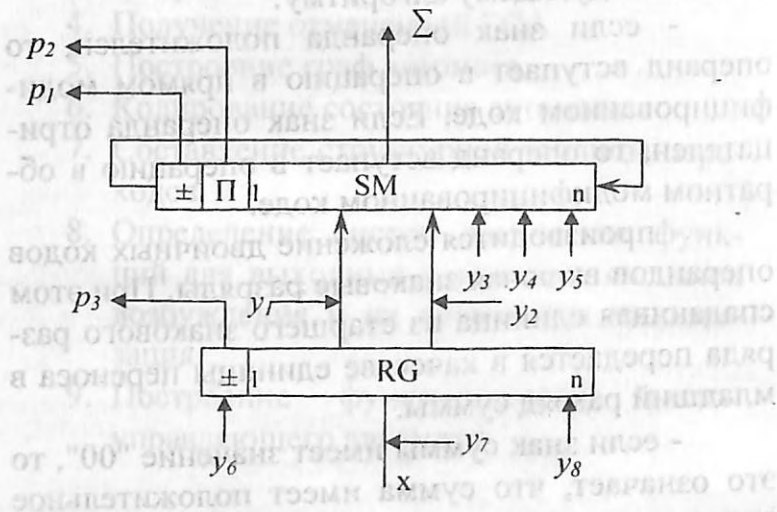


Рис.1. Структура операционной части автомата

В данной структуре используется  $n+2$  разрядный накопительный сумматор. Сумматор охвачен цепью циклической обратной связи, по которой сигнал переноса со старшего знакового разряда сумматора передается в его младший разряд.

Предполагается, что первое слагаемое хранится в сумматоре, второе слагаемое хранится в регистре, а результат формируется в выходной шине в параллельном коде.

В операционной части автомата выполняются следующие микрооперации:

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| $y_1 : SM := (RG)обр;$           | $y_6 : SM := (SM)обр;$                                      |
| $y_2 : SM := RG;$                | $y_7 : RG[0] := \overline{RG[0]};$ (для операции вычитания) |
| $y_3 : \text{сложение\_в\_} SM;$ | $y_8 : RG := X;$  |
| $y_4 : SM := 0;$                 | $y_8 : RG := 0;$  |

В операционной части автомата используются следующие логические условия (осведомительные сигналы)

$$p_1 = \text{sign}SM; \quad p_3 = \text{sign}RG;$$

$$p_2 = SM \mid П;$$

## 2. Разработка содержательной граф-схемы алгоритма операций сложения (вычитания)

Содержательная граф-схема алгоритма операции сложения (вычитания) приведена на рис. 2.



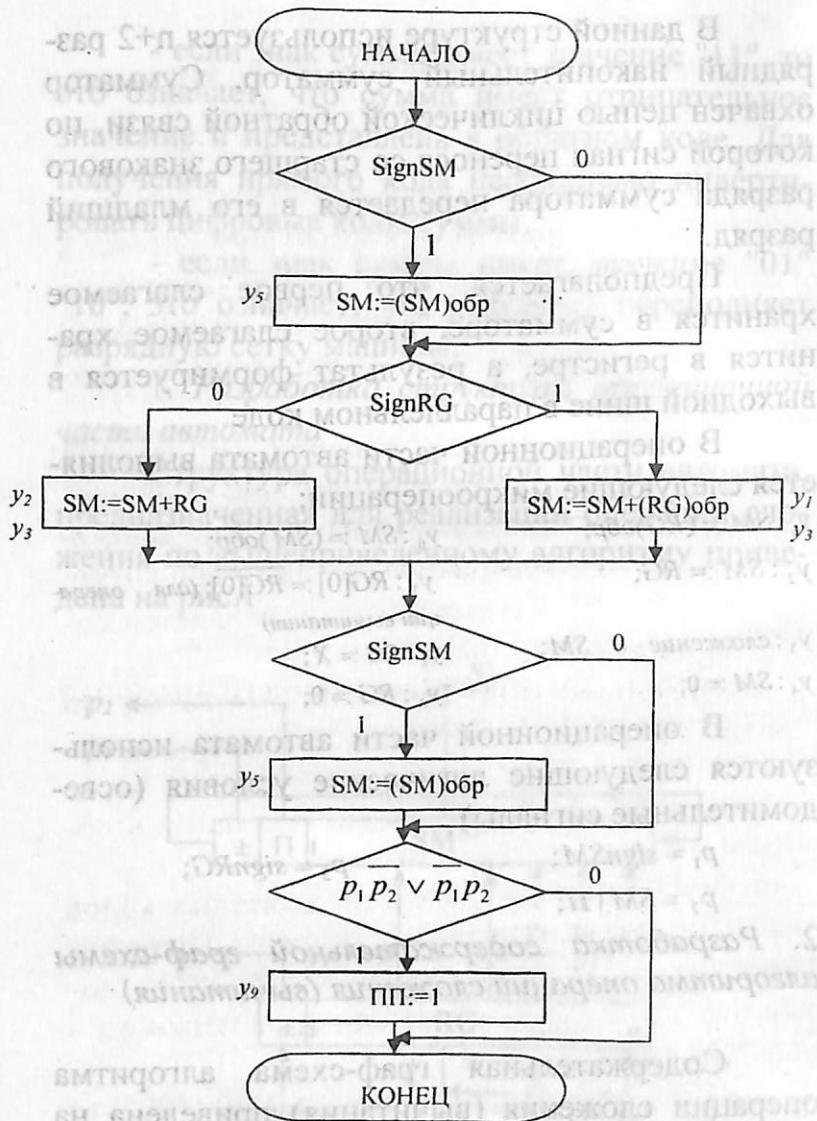


Рис.2. Содержательная граф-схема алгоритма операций сложения (вычитания).

### 3. Получение функциональной ГСА

На этапе получения функциональной ГСА операторные вершины графа алгоритма обозначаются символами микрокоманд, а условные вершины символами логических условий, которые вписываются во внутрь соответствующих вершин.

Для нашего примера

$$y_5 = Y_1; \quad y_2 y_3 = Y_2; \quad y_1, y_3 = Y_3; \quad y_9 = Y_4$$
$$SignSM = P_1, \quad SignRG = P_2 \quad P_1 P_2 \vee P_1 P_2 = P_3$$

Функциональная граф-схема алгоритма операции сложения (вычитания) приведена на рис. 3.

### 4. Получение отмеченной ГСА

При синтезе управляющего автомата на базе автомата Мили получение отмеченной ГСА производится по следующим правилам:

- символом "а<sub>1</sub>" отмечаются вход вершины следующим за начальным и вход конечной вершины;
- входы всех вершин, следующих за операторными, должны быть отмечены;
- если входы вершин отмечаются, то только одним символом;
- входы всех вершин, за исключением конечной, отмечаются различными символами.

При синтезе управляющего автомата на базе автомата Мура получение отмеченной ГСА производится по следующим правилам:

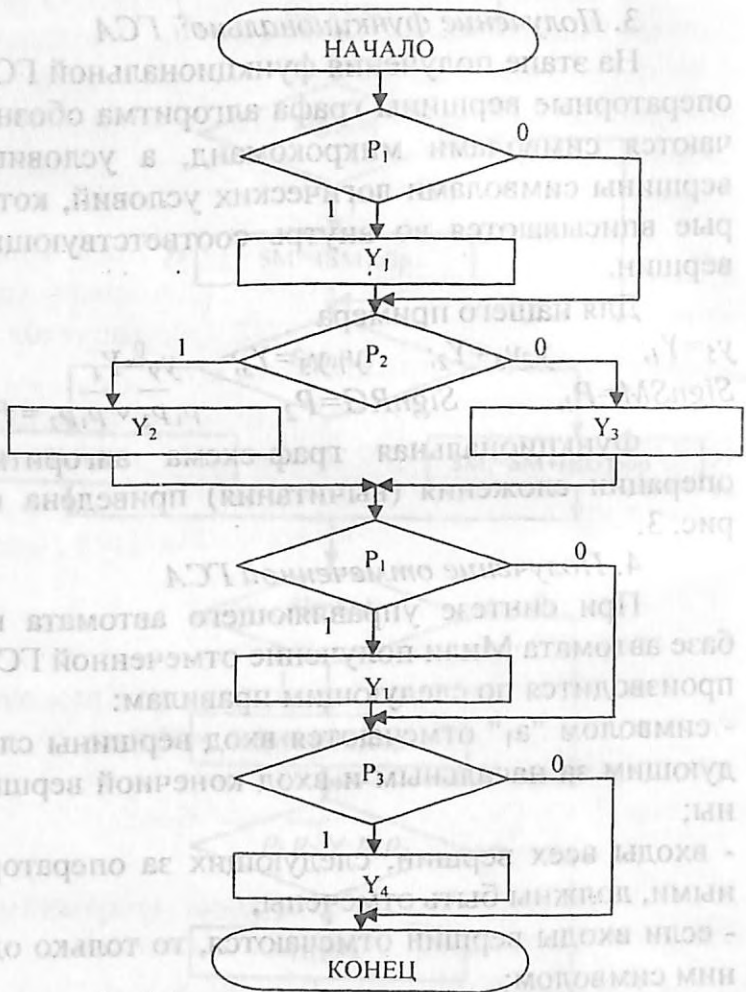


Рис.3. Функциональная граф-схема алгоритма операции сложения (вычитания).

- символом "а<sub>1</sub>" отмечаются начальный и конечный вершины;

- все операторные вершины должны быть отмечены;

- различные операторные вершины отмечаются различными символами.

На рис. 4 "а" и "б" приведены отмеченные ГСА, в случаях синтеза управляющих автоматов Мили и Мура, соответственно:

#### 5. Построение графа автомата

Граф автомата Мили строится по отмеченной ГСА следующим образом. Проставляются вершины графа, соответствующих состояниям автомата. Определяется дуги графа автомата выходящие из вершины  $a_i$ . При этом каждой дуге графа ставится в соответствие путь точки из  $a_i$  на ГСА через единственную операторную вершину в любую точку  $a_j$ , причем  $a_i \neq a_j$ . Исключение составляют дуги, идущие к конечной или начальной вершины.

Граф автомата Мура строится по отмеченной ГСА следующим образом. Проставляются вершины графа, соответствующих состояниям автомата. Каждому пути перехода  $a_i P(a_i, a_j) a_j$  ставится в соответствие переход автомата из состояния  $a_i$  в состояние  $a_j$  ( $a_i \neq a_j$ ) под воздействием входного сигнала  $P(a_i, a_j)$ , в пути перехода  $a_i a_j$  — переход из  $a_i$  в  $a_j$  под воздействием сигнала единицы.

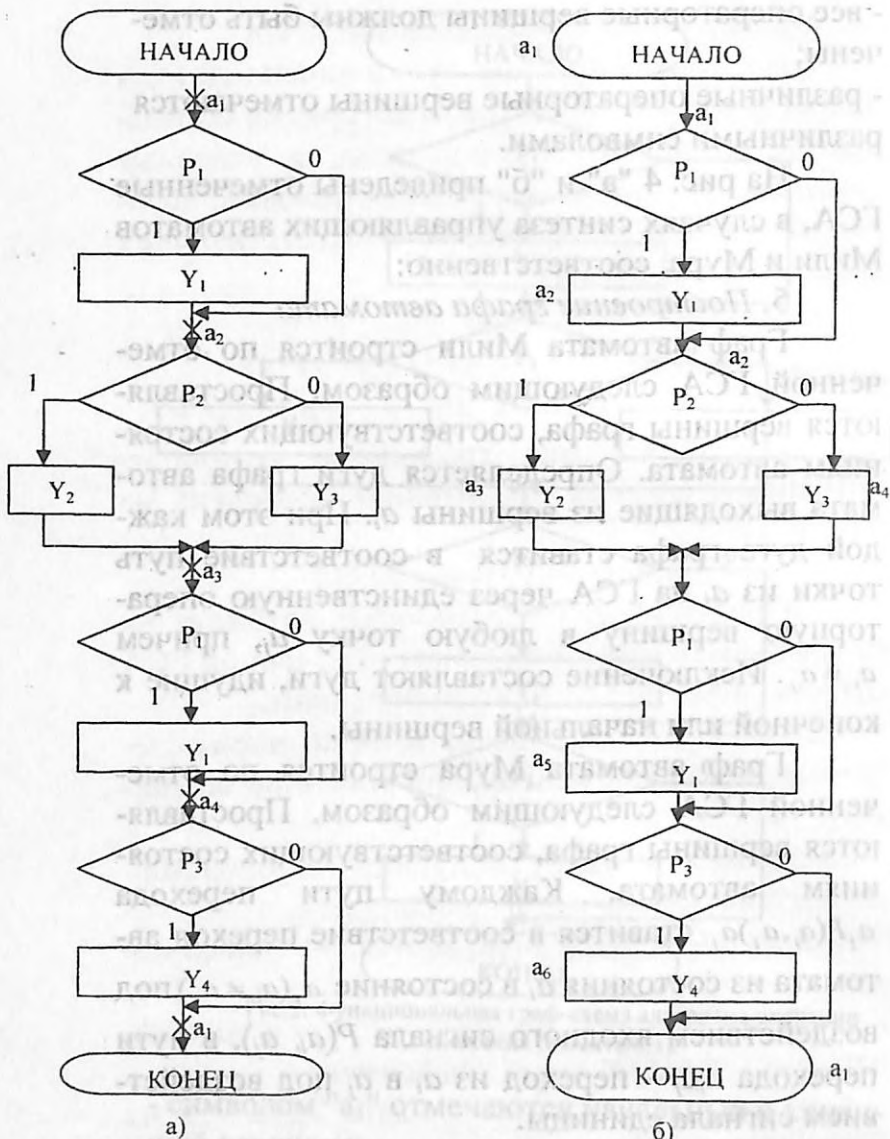


Рис.4. Отмеченные ГСА. а) в случае синтеза на базе автомата Мили. б) в случае синтеза на базе автомата Мура.

На рис.5 "а" и "б" приведены графы автоматов Мили и Мура, соответственно.

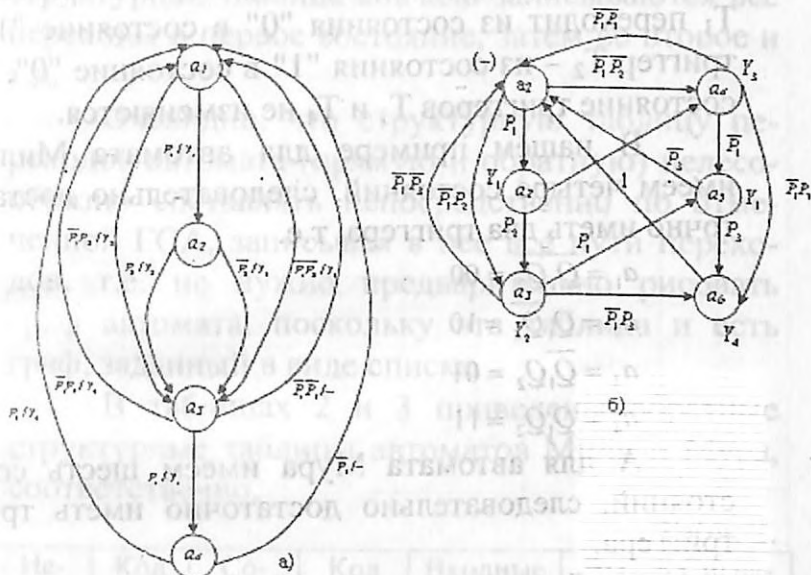


Рис.5. Графы автоматов Мили и Мура

### 6. Кодирование состояния автомата

Кодирование состояния автомата заключается в установлении взаимно-однозначного соответствия между множеством состояний автомата и множеством элемента памяти. Для простоты ограничимся использованием в качестве элементов памяти RS-триггеров, которые будем обозначать  $T_1, \dots, T_r$ .

Переход автомата из одного состояния в другое осуществляется за счет изменения состояний элементов памяти. Так, если автомат

переходит из состояния с кодом 0101 в состояние с кодом 1001, то это означает, что триггер  $T_1$  переходит из состояния "0" в состояние "1", триггер  $T_2$  – из состояния "1" в состояние "0", а состояние триггеров  $T_3$  и  $T_4$  не изменяются.

В нашем примере для автомата Мили имеем четыре состояний, следовательно достаточно иметь два триггера, т.е.

$$a_1 = \overline{Q_1} \overline{Q_2} = 00$$

$$a_2 = \overline{Q_1} Q_2 = 10$$

$$a_3 = \overline{Q_1} Q_2 = 01$$

$$a_4 = Q_1 Q_2 = 11$$

А для автомата Мура имеем шесть состояний, следовательно достаточно иметь три триггера.

$$a_1 = \overline{Q_1} \overline{Q_2} \overline{Q_3} = 000$$

$$a_3 = \overline{Q_1} \overline{Q_2} \overline{Q_3} = 010$$

$$a_5 = \overline{Q_1} \overline{Q_2} \overline{Q_3} = 001$$

$$a_2 = \overline{Q_1} \overline{Q_2} \overline{Q_3} = 100$$

$$a_4 = \overline{Q_1} \overline{Q_2} \overline{Q_3} = 110$$

$$a_6 = \overline{Q_1} \overline{Q_2} \overline{Q_3} = 101$$

*7. Составление структурных таблиц переходов.*

При использовании графов для задания автоматов с большим числом состояний и переходов наглядность теряется, поэтому оказывается предпочтительным задавать эти графы в виде структурных таблиц. Структурные таблицы переходов бывают прямые и обратные. В прямой структурной таблице последовательно перечисляются все переходы сначала из первого со-

стояния, затем из второго и т.д. В обратной структурной таблице сначала записываются все переходы в первое состояние, затем во второе и т.д.

Очевидно, что структурную таблицу переходов автомата (прямую и обратную) целесообразно составлять непосредственно по отмеченной ГСА, записывая в нее все пути переходов, т.е. не нужно предварительно рисовать граф автомата, поскольку эта таблица и есть граф, заданный в виде списка.

В таблицах 2 и 3 приведены обратные структурные таблицы автоматов Мили и Мура, соответственно.

Табл. 2.

Исходное состояние	Код исходного состояния	Состояние перехода	Код состояния перехода	Входные сигналы	Выходные сигналы	Сигналы возбуждения
$a_3$	01	$a_1$	00	$\overline{P_1}P_3$	$Y_4$	$R_2$
$a_3$	01			$\overline{P_1}P_3$	-	$R_2$
$a_4$	11			$P_3$	$Y_4$	$R_1 R_2$
$a_4$	11			$\overline{P_3}$	-	$R_1 R_2$
$a_1$	00	$a_2$	10	$P_1$	$Y_1$	$S_1$
$a_1$	00	$a_3$	01	$\overline{P_1}P_2$	$Y_2$	$S_2$
$a_1$	00			$\overline{P_1}P_2$	$Y_3$	$S_2$
$a_2$	10			$P_2$	$Y_2$	$R_1 S_2$
$a_2$	10			$\overline{P_2}$	$Y_3$	$R_1 S_2$
$a_3$	00	$a_4$	11	$P_1$	$Y_1$	$S_1$



Табл. 3.

Исходное состояние	Код исходного состояния	Состояние перехода	Код состояния перехода	Входные сигналы	Сигналы возбуждения
$a_3$	010	$a_1(-)$	000	$\overline{P_1 P_3}$	$R_2$
$a_4$	110		000	$\overline{P_1 P_3}$	$R_1 R_2$
$a_5$	001		000	$\overline{P_3}$	$R_3$
$a_6$	101		000	1	$R_1 R_3$
$a_1$	000	$a_2(Y_1)$	100	$P_1$	$S_1$
$a_1$	000	$a_3(Y_2)$	010	$\overline{P_1 P_2}$	$S_2$
$a_2$	100			$P_2$	$R_1 S_2$
$a_1$	000	$a_4(Y_3)$	110	$\overline{P_1 P_2}$	$S_1 S_2$
$a_2$	100			$\overline{P_2}$	$S_2$
$a_3$	010	$a_5(Y_1)$	001	$P_1$	$R_2 S_3$
$a_4$	110			$\overline{P_1}$	$R_1 R_2$
					$S_3$
$a_3$	010	$a_6(Y_4)$	101	$\overline{P_1 P_3}$	$S_1 R_2$
$a_4$	110			$\overline{P_1 P_3}$	$S_3$
$a_5$	001			$\overline{P_3}$	$R_2 S_3$
					$S_1$

Обратная структурная таблица автомата Мура будет иметь на один столбец меньше, если выходной сигнал записывать рядом с состоянием перехода.

8. *Определение систем логических функций для выходных сигналов и сигналов возбуждения и их совместная минимизация.*

Системы логических функций для выходных сигналов и сигналов возбуждения для таблицы 2 имеют следующий вид:

$$\begin{cases} Y_1 = a_1 P_1 \vee a_3 P_1; \\ Y_2 = a_1 \overline{P_1} P_2 \vee a_2 P_2; \\ Y_3 = a_1 \overline{P_1} P_2 \vee a_2 \overline{P_2}; \\ Y_4 = a_3 \overline{P_1} P_3 \vee a_4 P_3; \\ S_1 = a_1 P_1 \vee a_3 P_1; \\ R_1 = a_2 P_2 \vee a_2 \overline{P_2} \vee a_4 P_3 \vee a_4 \overline{P_3}; \\ S_2 = a_1 \overline{P_1} P_2 \vee a_1 \overline{P_1} P_2 \vee a_2 P_2 \vee a_2 \overline{P_2}; \\ R_2 = a_3 \overline{P_1} P_3 \vee a_3 \overline{P_1} P_3 \vee a_4 P_3 \vee a_4 \overline{P_3}; \end{cases} \quad (1)$$

В результате совместной минимизации данных систем логических функций получим:

$$\begin{cases} Y_1 = (a_1 \vee a_3) P_1; \\ Y_2 = (a_1 \overline{P_1} \vee a_2) P_2; \\ Y_3 = (a_1 \overline{P_1} \vee a_2) \overline{P_2}; \\ Y_4 = (a_3 \overline{P_1} \vee a_4) P_3; \\ S_1 = Y_1; \\ R_1 = a_2 \vee a_4; \\ S_2 = Y_2 \vee Y_3; \\ R_2 = a_3 \overline{P_1} \vee a_4; \end{cases} \quad (2)$$

Системы логических функций для выходных сигналов и сигналов возбуждения для таблицы 3 имеют следующий вид:

$$\begin{cases}
 Y_1 = a_2 \vee a_5; \\
 Y_2 = a_3; \\
 Y_3 = a_4; \\
 Y_4 = a_6; \\
 S_1 = a_1 P_1 \vee a_1 \overline{P_1} \overline{P_2} \vee a_3 \overline{P_1} P_3 \vee a_5 P_3; \\
 R_1 = a_2 P_2 \vee a_4 \overline{P_1} \vee a_4 \overline{P_1} P_2 \vee a_6; \\
 S_2 = a_1 \overline{P_1} P_2 \vee a_1 \overline{P_1} \overline{P_2} \vee a_2 P_2 \vee a_2 \overline{P_2}; \\
 R_2 = a_3 P_1 \vee a_3 \overline{P_1} P_3 \vee a_1 \overline{P_1} P_3 \vee a_4 \overline{P_1} P_3 \vee a_4 \overline{P_1} P_2; \\
 S_3 = a_3 P_1 \vee a_4 \overline{P_1} \vee a_3 P_1 P_3 \vee a_4 \overline{P_1} P_3 \\
 R_3 = a_5 \overline{P_3} \vee a_6
 \end{cases} \quad (3)$$

В результате минимизации данных систем логических функций получим:

$$\begin{cases}
 Y_1 = a_2 \vee a_5; \\
 Y_2 = a_3; \\
 Y_3 = a_4; \\
 Y_4 = a_6; \\
 S_1 = a_1 P_1 \vee a_1 \overline{P_1} \overline{P_2} \vee (a_3 \overline{P_1} \vee a_5) P_3; \\
 R_1 = a_2 \overline{P_2} \vee a_4 \overline{P_1} \vee a_6; \\
 S_2 = a_1 \overline{P_1} \vee a_2; \\
 R_2 = a_3 \vee (a_4 P_3 \vee a_4 P_2) P_1; \\
 S_3 = a_3 P_1 \vee a_4 \overline{P_1} P_3 \vee a_4 P_3; \\
 R_3 = a_5 \overline{P_3} \vee a_6.
 \end{cases} \quad (4)$$

## 9. Построение функциональной схемы управляющего автомата

Зависимости 2 и 4 являются математическими моделями комбинационных частей синтезируемых автоматов Мили и Мура, соответственно.

На рис. 6 и 7 приведены функциональные схемы микропрограммных автоматов Мили и Мура, обеспечивающих выполнение операций сложения и вычитания чисел, представленных с фиксированной запятой, соответственно.

При включении вычислительного устройства триггеры автомата устанавливаются в произвольное состояние. Для перевода автомата в начальное состояние используется сигнал "ПУСК".

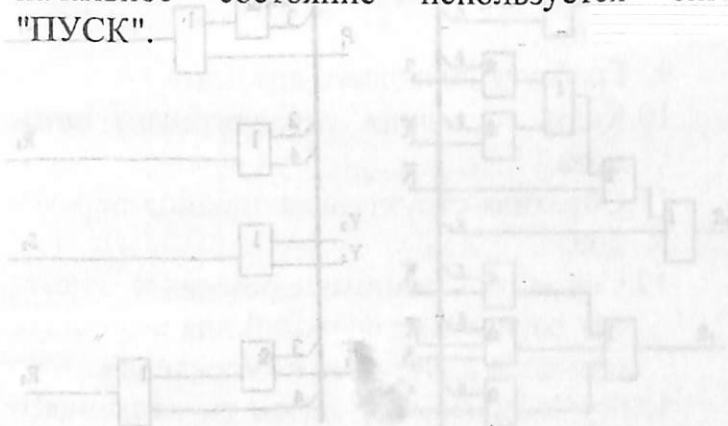


Рис. 6. Функциональная схема автомата Милли

Рис. 7. Функциональная схема автомата Мура

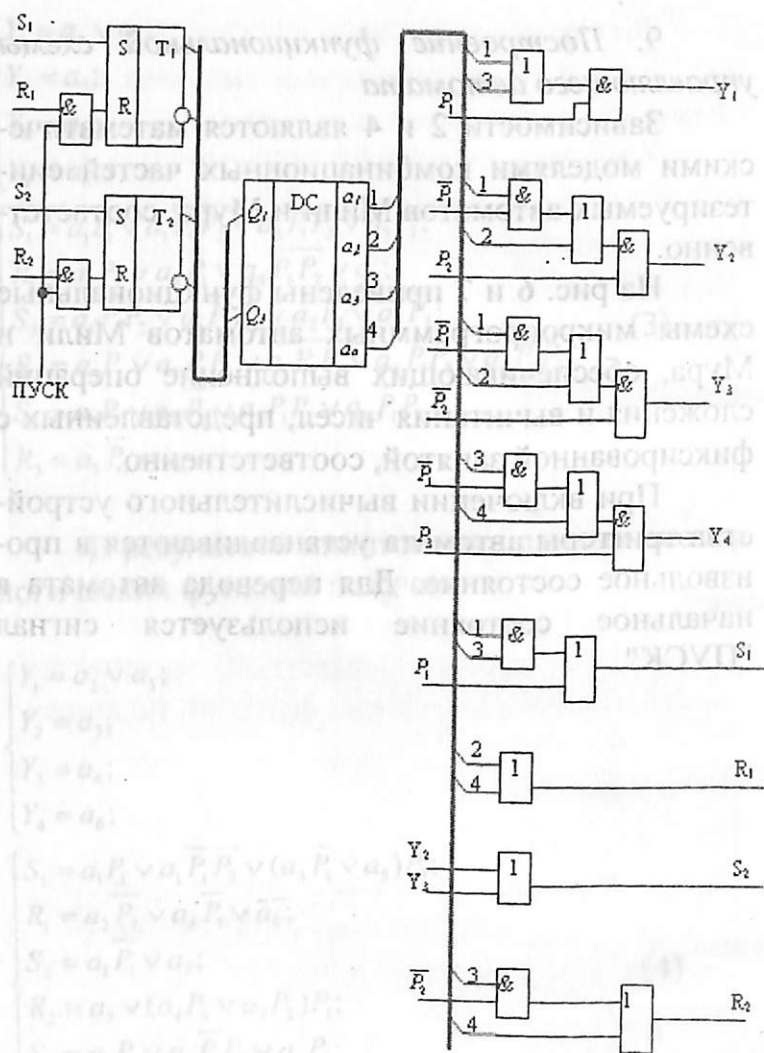


Рис.6. Функциональная схема автомата Мили

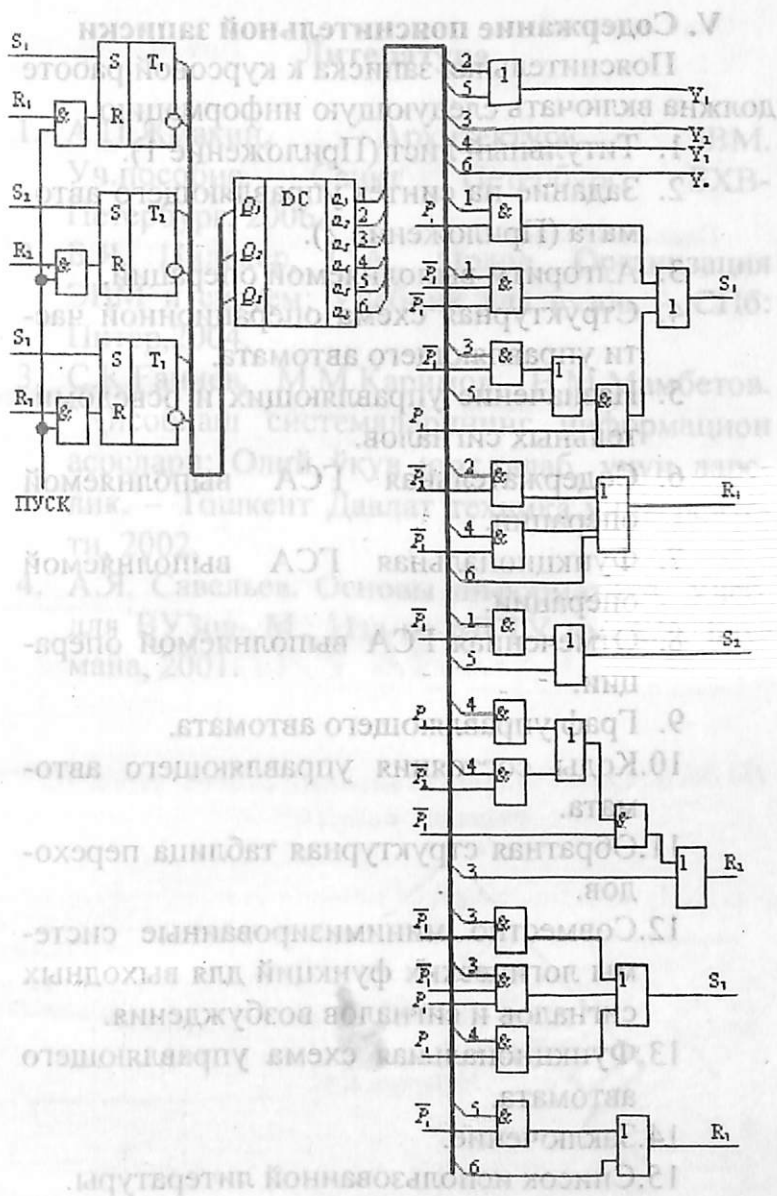


Рис.7. Функциональная схема автомата Мура

## V. Содержание пояснительной записки

Пояснительная записка к курсовой работе должна включать следующую информацию.

1. Титульный лист (Приложение 1).
2. Задание на синтез управляющего автомата (Приложение 2).
3. Алгоритм выполняемой операций.
4. Структурная схема операционной части управляющего автомата.
5. Назначение управляющих и осведомительных сигналов.
6. Содержательная ГСА выполняемой операции.
7. Функциональная ГСА выполняемой операции.
8. Отмеченная ГСА выполняемой операции.
9. Граф управляющего автомата.
10. Коды состояния управляющего автомата.
11. Обратная структурная таблица переходов.
12. Совместно минимизированные системы логических функций для выходных сигналов и сигналов возбуждения.
13. Функциональная схема управляющего автомата.
14. Заключение.
15. Список использованной литературы.

## Литература

1. А.П.Жмакин. Архитектура ЭВМ. Уч.пособие. Санкт Петербург, БХВ-Петербург, 2006.
2. Б.Я. Цилькер, С.А., Орлов. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов. – СПб: Питер, 2004.
3. С.К.Ғаниев, М.М.Каримов, Н.М.Мамбетов. "Ҳисоблаш системаларининг информацион асослари: Олий ўқув юрт.талаб. учун дарслик. – Тошкент Давлат техника университети, 2002.
4. А.Я. Савельев. Основы информатики. Учеб. для ВУЗов- М.: Изд-во МГТУ им А.Э. Баумана, 2001.

По вопросам информатикни асоси аниқлаш  
4. Соҳибдони асоси аниқлаш

Таблица с заголовком "Таблица с заголовком" (нечитаемо)

№	Имя	Фамилия
1	Иванов	Иван
2	Петров	Петр

Руководитель



**УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И  
ИНФОРМАТИЗАЦИИ**

**Ташкентский университет информационных  
технологий**

**Факультет “Информационные  
технологии”**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

исциплине “Информационные основы вычисли-  
тельных систем”

Выполнил(а): \_\_\_\_\_

Проверил(а): \_\_\_\_\_

Ташкент – 200\_ г.

## Приложение 2

Утверждаю

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ " " \_\_\_\_\_ 200 г.

Курсовая работа

По курсу \_\_\_\_\_

Студента \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_ руководитель \_\_\_\_\_

### ЗАДАНИЕ

1. Тема работы \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Исходные данные \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Литература \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Содержание пояснительной записки \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Период сдачи работы

1	2	3	4		Защита

Руководитель \_\_\_\_\_

Приложение 2

Приложение 1

Утверждено

Кафедра ИИИСТУО СВЯИ И  
ИНФОРМАЦИОННИ

Ташкентский университет  
Информационно-коммуникационные технологии

\_\_\_\_\_

По дате

Утверждено

Формат 60x84 1/16 Заказ №136 Тираж 50

Отпечатано в Издательско

полиграфическом

центре «ALOQASHI» при ТУИТ

ул. Ташкент Амир Темура, 108

Ташкент - 200 г.

25