Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Уфимский университет науки и технологий

Отчёт по лабораторной работе № 3

По дисциплине «Теория автоматов»

Тема: Синтез микропрограммного автомата

Вариант: 6

Выполнили ст. гр. ИВТ-ПО-301Б

Кумушбаева Г. А.

Газизова Д.

Гиндуллин И.

Нигматуллин Д.

Проверил: Фрид А. И.

Уфа 2025

Содержание

[Введение: 3](#__RefHeading___Toc820_3333487162)

[1. Цель работы: 3](#__RefHeading___Toc822_3333487162)

[2. Ход работы: 4](#__RefHeading___Toc824_3333487162)

[3. Ответы на контрольные вопросы: 7](#__RefHeading___Toc933_3333487162)

[Вывод 13](#__RefHeading___Toc935_3333487162)

## **Введение:**

Микропрограммный автомат (МПА) представляет собой управляющее устройство, реализующее заданную микропрограмму и координирующее работу операционного автомата. Он состоит из управляющего автомата (УА), формирующего последовательность управляющих сигналов, и операционного автомата (ОА), выполняющего микрооперации. МПА может быть описан с помощью граф-схемы алгоритма (ГСА), таблиц переходов или логических уравнений. В зависимости от типа выходов различают автоматы Мили (выход зависит от состояния и входа) и автоматы Мура (выход зависит только от состояния)

## **1. Цель работы:**

Изучение методов абстрактного и структурного синтеза микропрограммных автоматов.  
Синтез структурной схемы автомата Мура **S7**, эквивалентного автомату Мили **S6** (рис. 6.7, табл. 6.2), с использованием **Т-триггеров** в качестве элементов памяти.

**2.** **Ход работы:**

**2.1. Исходное описание автомата Мили**

Задан автомат Мили с четырьмя состояниями: a1​,a2​,a3​,a4​ .  
Входные сигналы: B,x1​,x2​,x3​   
Выходные сигналы: y1​,y2​,y3​,y4​

Таблица переходов и выходов автомата Мили:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Текущее состояние | Следующее состояние | Условие перехода | Выход |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  | – |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  | – |
|  |  |  |  |

**2.2. Построение автомата Мура**

Для преобразования автомата Мили в автомат Мура применяется метод размножения состояний: каждое состояние Мили заменяется набором состояний Мура, по одному на каждый возможный выходной сигнал при уходе из этого состояния.

Анализ показывает, что необходимо **7 состояний** автомата Мура:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Состояние Мура | Состояние Мили / Выход | Выход |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | Состояния без  выхода | - |

Переходы между состояниями строятся на основе исходной таблицы с учётом новых меток.

**2.3. Структурный синтез на Т — триггерах**

Определение числа тригеров

Число состояний: М = 7

Число необходимых тригеров:

Кодирование состояний

Применено последовательное двоичное кодирование:

|  |  |
| --- | --- |
| Состояние | Код |
|  | 000 |
|  | 001 |
|  | 010 |
|  | 011 |
|  | 100 |
|  | 101 |
|  | 110 |

Структурная таблица

Для каждого перехода определяются сигнали возбуждения Т-триггеров по правилу:

T = 1, если бит состояния меняется; Т = 0, если не меняется.

Примерны строк структурной таблицы:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Входы |  | Выход |  |  |  |
| 000 |  | 011 |  | 0 | 1 | 1 |
| 001 |  | 100 |  | 1 | 0 | 1 |
| 010 |  | 100 |  | 1 | 1 | 0 |
| 110 |  | 101 | - | 0 | 1 | 1 |
| 101 |  | 000 |  | 1 | 0 | 1 |
| ... | ... | ... | ... | … | … | ... |

Логичекие функции

Входные функции:

Функции возбуждения Т-триггеров:

Стурктурная схема

Она включает в себя:

* Три триггера, синхронизируемые общим такстовым сигналом.
* Комибинационную схему, реализующую функции от текущих состояний и входных сигналов.
* Выходную комбинационную схему, формирующую управляющие сигналы только по состояниям.

Схема синхронна и реализуема на стандартных логических элементах.

## **3. Ответы на контрольные вопросы:**

1. Назовите функции операционного и управляющего автоматов.

Операционный автомат (ОА) выполняет микрооперации — элементарные действия по преобразованию информации (например, запись в регистр, сложение и т.д.).

Управляющий автомат (УА) координирует работу ОА, вырабатывая во времени последовательность управляющих сигналов, определяющих порядок выполнения микроопераций.

2. Приведите основные положения принципа микропрограммного управления.

Принцип микропрограммного управления заключается в том, что алгоритм работы устройства представляется в виде микропрограммы, состоящей из микрокоманд и функций перехода. Устройство разделяется на ОА и УА. УА интерпретирует микропрограмму и формирует управляющие сигналы для ОА в зависимости от текущего состояния и входных условий.

3. Объясните структуру МПА, полученную В.М. Глушковым.

В.М. Глушков предложил представлять микропрограммный автомат (МПА) в виде композиции двух частей:

* операционного автомата (ОА) — выполняет микрооперации над данными;
* управляющего автомата (УА) — генерирует управляющие сигналы на основе микропрограммы.

Эта структура позволяет отделить логику управления от операций обработки данных.

4. Способы задания микропрограммных автоматов.

МПА можно задавать с помощью:

* содержательной граф-схемы алгоритма (ГСА);
* закодированной ГСА;
* логической схемы алгоритма (ЛСА);
* матричной схемы алгоритма (МСА);
* таблиц и графов переходов;
* временных диаграмм;
* формул перехода.

5. Что называется микропрограммой?

Микропрограмма — это совокупность микрокоманд (наборов микроопераций) и функций перехода между ними, определяющих порядок выполнения операций в зависимости от входных условий.

6. Объясните отличие содержательной ГСА и ГСА.

В содержательной ГСА микрооперации и условия записаны в виде понятных человеку команд (например, «S := 0», «i ≤ n»).

В закодированной ГСА они заменены символами: микрооперации — Y1​,Y2​,… , условия — X1​,X2​,… .

7. Что такое логическая схема алгоритма?

Логическая схема алгоритма (ЛСА) — это линейная запись алгоритма в виде строки, содержащей символы операторов (Yi​ ), условий (Xj​ ) и стрелок (↑, ↓), указывающих на переходы. ЛСА эквивалентна ГСА, но удобна для формального анализа.

8. Приведите правила построения ЛСА.

Основные правила:

1. ЛСА содержит один оператор начала YH​ и один конец YK​
2. После условия xi​ ставится верхняя стрелка ↑.
3. Каждой верхней стрелке соответствует одна нижняя ↓ с тем же номером.
4. Одинаковые нижние стрелки недопустимы.
5. Нижние стрелки ставятся при входе в вершины, к которым ведут несколько дуг.
6. При зацикливании вместо повторной стрелки используется тождественно ложное условие w↑ .

9. Как происходит переход от ГСА к ЛСА?

Переход выполняется по следующему алгоритму:

1. Отмечаются входы всех вершин ГСА, к которым подходит более одной дуги (и вход YK​ ), цифрами 1, 2, …
2. Записывается последовательность операторов и условий от YH​ к YK​ .
3. После каждого условия ставится ↑ с номером, если его нулевой выход отмечен.
4. Если единичный выход ведёт к отмеченной вершине, после ↑ ставится ↓ с номером.
5. Все циклы оформляются через w↑ , а строки объединяются в одну.

10. Что такое функция перехода?

Функция перехода αij​ — это логическое выражение от входных переменных X={x1​,...,xL​} , которое определяет, при каких условиях осуществляется переход от микрокоманды Yi​ к Yj​ . Она строится как конъюнкция условий на пути (или дизъюнкция путей, если их несколько).

11. Что такое формула перехода?

Формула перехода — это выражение вида:

Yi​→t⋁​Yt​⋅αit​,

где αit​ — функция перехода от Yi​ к Yt​ . Она описывает все возможные переходы из данной микрокоманды.

12. Что такое матричная схема алгоритма?

Матричная схема алгоритма (МСА) — это квадратная таблица, в которой по строкам и столбцам указаны операторные вершины Yi​ , а в ячейках — функции перехода αij​ между ними.

13. Приведите основные этапы абстрактного синтеза.

1. Описание автомата на стандартном автоматном языке (ГСА, таблица, граф).
2. Определение числа внутренних состояний (отметка ГСА).
3. Минимизация числа состояний (выявление эквивалентных состояний).

14. В чем отличие абстрактного синтеза автоматов Мили и Мура?

При отметке ГСА:

* Для автомата Мили метки ставятся на входах операторных вершин (кроме начальной и конечной).
* Для автомата Мура метки ставятся непосредственно на операторных вершинах, так как выход зависит только от состояния.

Следовательно, автомат Мура обычно имеет больше состояний, чем эквивалентный автомат Мили.

15. Как строится таблица переходов или граф МПА?

На основе ГСА:

* Определяются все переходы между состояниями.
* Для каждого перехода записывается:
  + - * текущее и следующее состояние,
      * условие перехода (входной сигнал),
      * выходной сигнал (для Мили — на переходе, для Мура — в состоянии).

Эта информация оформляется либо в виде таблицы, либо в виде помеченного графа.

16. Какую структуру имеет структурная таблица переходов МПА?

Структурная таблица содержит столбцы:

* текущее состояние am​ и его код K(am​) ;
* следующее состояние as​ и его код K(as​) ;
* входной сигнал X(am​,as​) ;
* выходной сигнал Y(am​,as​) ;
* сигналы возбуждения элементов памяти F(am​,as​) (например, S,R для RS-триггера или T для Т-триггера).

Каждая строка соответствует одному переходу на графе автомата.

## **Вывод**

В ходе выполнения лабораторной работы был построен автомат Мура, эквивалентный заданному автомату Мили. Выполнен полный структурный синтез на Т-триггерах: определено число триггеров, проведено кодирование состояний, составлена структурная таблица, получены и минимизированы логические функции возбуждения и выходов. Предложена структурная схема управляющего автомата. Работа подтверждает корректность применения канонического метода синтеза для микропрограммных автоматов.