|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Министерство науки и высшего образования РФ | | | | | |
| Федеральное государственное автономное | | | | | |
| образовательное учреждение высшего образования | | | | | |
| **«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»** | | | | | |
|  | | | | | |
| Институт космических и информационных технологий | | | | | |
| институт | | | | | |
| Программная инженерия | | | | | |
| кафедра | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
| **ОТЧЕТ О ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ** | | | | | |
| Разработка методик построения модели системы | | | | | |
| тема | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
| Преподаватель | |  |  |  | Л. М. Коренюгина |
|  | |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |
| Студент | КИ23-16/1б, 032322546 |  |  |  | Е. А. Гуртякин |
|  | номер группы, зачётной книжки |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
| Красноярск 2025 | | | | | |

# ВВЕДЕНИЕ

## Цель работы

Освоить основные понятия теории автоматов и основные методы анализа и синтеза конечных автоматов на абстрактном уровне.

## Задачи

В рамках данной практической работы необходимо выполнить следующие задачи:

1. изучить теоретический материал по предложенной теме;
2. выполнить задания;
3. предоставить отчёт преподавателю.

## Задание

Автоматы в лабораторной работе заданы автоматной таблицей, в которой строки представляют собой состояния, а столбцы – буквы входного алфавита: на пересечении i-ой строки и j-го столбца стоит номер состояния, в которое переходит автомат из i-го состояния по j-ой входной букве, и через запятую – буква выходного алфавита, появляющаяся при этом на выходе автомата (для автоматов Мили). В таком же виде следует представлять и результаты заданий (где это необходимо).

1. Разложить заданный автомат А на автономные:
   1. По входным буквам ;
   2. по выходным буквам .
2. По автомату Мили построить эквивалентный ему автомат Мура;
3. По автомату Мура построить эквивалентный ему автомат Мили;
4. Найти автоматные отображения слов для заданного автомата, предполагая, что:
   1. функция выхода обычная (автомат 1-го рода);
   2. функция выхода сдвинутая (автомат 2-го рода).
5. Минимизировать автомат, используя алгоритм Мили;
6. Написать формулу в алгебре Клини, задающую событие в алфавите {a,b,c};
7. Синтезировать автомат (на абстрактном уровне), представляющий регулярное событие;
8. Провести анализ автомата (написать выражение регулярного события, представляемого автоматом). Начальное состояние – 1, заключительное – 4.

Вариант задания представлен на рисунке 1.

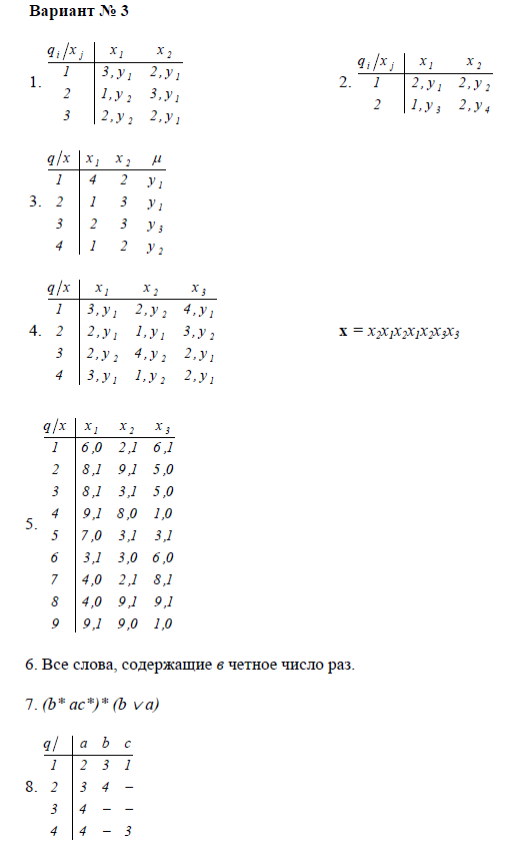


Рисунок 1 – Вариант задания

# ХОД РАБОТЫ

## Задание 1

Автомат представлен в таблице1.

Таблица 1 – Автоматная таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |

Рассмотрим пункт а. Автономный по входу автомат имеет входной алфавит, состоящий из одного элемента. Получаем два автономных автомата, представленных в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Автономный автомат по

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |

Таблица 3 – Автономный автомат по

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |

Рассмотрим пункт б. Автономный по выходу автомат имеет входной алфавит, состоящий из одного элемента. Имеем два автономных автомата, представленных в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Автономный автомат для

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |

Таблица 5 – Автономный автомат для

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |

## Задание 2

Автомат Мили представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Таблица автомата Мили

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |

Для исходного автомата имеем следующее:

По теореме пособия для эквивалентного автомата Мура имеем:

;

;

,

где соответствует , а соответствует парам .

Функция перехода определяется по формуле:

Таким образом:

;

;

;

;

Имеем формулу:

,

где – номер состояния, определяемого переходной функцией исходного автомата :

Таким образом:

;

;

;

;

;

;

;

;

Функция отметок в автомате Мура однозначно определена текущим состоянием. Таким образом:

не определены;

В получаем автомат Мура в табличном представлении. Он продемонстрирован в таблице 7.

Таблица 7 – Автомат Мура в табличном представлении

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  | - |
|  |  |  | - |

Окончание таблицы 7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

## Задание 3

Дан автомат Мура, заданный таблицей. Он представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Автомат Мура в табличном представлении

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Таблица переходов автомата Мили совпадает с таблицей переходов автомата Мура, только отметки состояний выходными сигналами переносятся на дуги, входящие в соответствующую вершину. Графически это представлено в виде процедуры на рисунке 2.

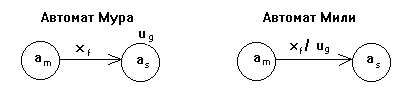


Рисунок 2 – Процедура перехода отметок

Для каждого перехода выход задаётся как , то есть выход следующего состояния .

Выполним преобразование:

;

;

;

;

;

;

;

;

Таким образом, получаем таблицу для автомата Мура. Она представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Автомат Мили

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

## Задание 4

Дан автомат в виде таблицы. Он представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Табличный автомат

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Дана цепочка алфавита :

Рассмотрим пункт а – функция выхода обычная.

Начальным состоянием считаем . Для автомата первого рода имеем следующие формулы:

Получим автоматную ленту. Она представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Автоматная лента для автомата первого рода

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Такт** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
|  | - | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
|  | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 |
|  | - | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |

Таким образом получаем цепочку: .

Рассмотрим пункт б – функция выхода сдвинутая.

Начальным состоянием считаем . Для автомата второго рода имеем следующие формулы:

Вычислим по тактам нужные значения.

Такт 0:

Такт 1:

Такт 2:

Такт 3:

Такт 4:

Такт 5:

Такт 6

Такт 7:

Заполним автоматную ленту. Она представлена в виде таблицы 12.

Таблица 12 – Автоматная лента для автомата второго рода

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Такт** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
|  | - | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
|  | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 |
|  | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |

Таким образом, полученная цепочка имеет вид: .

## Задание 5

Дан табличный автомат (таблица 13).

Таблица 13 – Табличный автомат

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1 | 6, 0 | 2, 1 | 6, 1 |
| 2 | 8, 1 | 9, 1 | 5, 0 |
| 3 | 8, 1 | 3, 1 | 5, 0 |
| 4 | 9, 1 | 8, 0 | 1, 0 |
| 5 | 7, 0 | 3, 1 | 3, 1 |
| 6 | 3, 1 | 3, 0 | 6, 0 |
| 7 | 4, 0 | 2, 1 | 8, 1 |
| 8 | 4, 0 | 9, 1 | 9, 1 |
| 9 | 9, 1 | 9, 0 | 1, 0 |

Определим для каждого состояния вектор выходов:

Объединим векторы выходов в группы. Они представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Группы состояний по векторам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Группа** | **Вектор** | **Состояния** |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Проверим, что в группах с несколькими состояниями вектор перехода имеет одинаковую сигнатуру. Иначе разобьём состояния на новые группы. Результат представлен в виде таблицы 15.

Таблица 15 – Проверка сигнатуры

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Группа** |  |  |  |  | **Вектор** |
|  | 1 | 6 | 2 | 6 |  |
| 5 | 7 | 3 | 3 |  |
| 7 | 4 | 2 | 8 |  |
| 8 | 4 | 9 | 9 |  |
|  | 4 | 9 | 8 | 1 |  |
| 6 | 3 | 3 | 6 |  |
| 9 | 9 | 9 | 1 | () |
|  | 2 | 8 | 9 | 5 |  |
| 3 | 8 | 3 | 5 |  |

Группа разбивается на:

Группа –

Группа –

Получаем новое разбиение :

Проверим, требуется ли изменить разбиение . Для этого проверим векторы переходов. Одинаковых векторов нету, разбиение не меняется.

Все состояния неотличимы друг от друга (нет эквивалентных пар). Автомат уже находится в минимально возможной форме, с 9 состояниями.

## Задание 6

Дано событие:

«Все слова, содержащие чётное число раз»

Чётным считается следующее количество символов :

Рассмотрим два случая:

Первый случай можно записать следующим образом:

Второй случай будет выглядеть следующим образом:

Объединим эти два рассмотренных случая и получим итоговое выражение:

## Задание 8

Дан табличный автомат (таблица 16).

Таблица 16 – Табличный автомат

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **/переменная** | **a** | **b** | **c** |
| 1 | 2 | 3 | 1 |
| 2 | 3 | 4 | – |
| 3 | 4 | – | – |
| 4 | 4 | – | 3 |

Визуально автомат можно представить в виде графа переходов. Он представлен на рисунке 3.

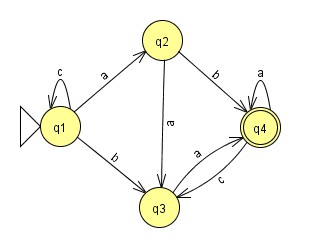


Рисунок 3 – Граф переходов

Воспользуемся алгоритмом удаления случайной не начальной и не конечной вершины.

Начнём со второй вершины. Граф переходов после удаления вершины представлен на рисунке 4.

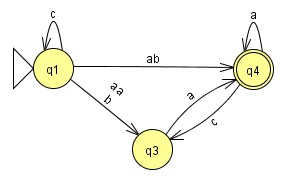


Рисунок 4 – Граф переходов после удаления вершины 2

Теперь удалим вершину 3. Граф переходов после удаления вершины представлен на рисунке 5.

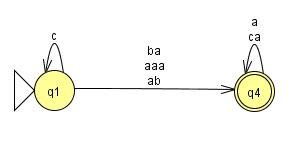


Рисунок 5 – Граф переходов после удаления вершины 3

Остались начальная и конечная вершины. Получим регулярное выражение:

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам работы был изучен теоретический материал по теме «Разработка методик построения модели системы». Все поставленные цели и задачи были выполнены. Задания были выполнены и помогли лучше усвоить пройденный материал.