

## Моделирование на конечных автоматах

### ***Цель работы:***

Целью работы является изучение конечных автоматов и применение их для моделирования процессов дискретной природы.

### ***Описание процесса:***

**Мультиварка** — многофункциональный бытовой или профессиональный кухонный электроприбор с программным управлением, предназначенный для приготовления блюд в автоматическом режиме. Выпускается и продается с начала XXI века, является прямым потомком электрической рисоварки, изобретенной во второй половине XX века в Японии и широко применяющейся в странах Юго-Восточной Азии, где вареный рис является традиционным ежедневным продуктом питания.

Мультиварка позволяет варить, жарить, печь, тушить, готовить на пару и во фритюре, подогревать уже приготовленные блюда, поддерживать блюдо горячим длительное время, при этом, не требуя постоянного контроля. Таким образом, она объединяет в себе функциональность нескольких кухонных приборов: скороварки, пароварки, аэрогриля, печи, хлебопечки, электрической сковороды.

Приготовление блюда в мультиварке производится по программе, состоящей из одного или нескольких этапов. Для каждого этапа в программе задается необходимая температура приготовления, давление (если мультиварка поддерживает эту функцию) и длительность. В качестве некоторых этапов в программу может быть введена специальная команда задержки, по которой мультиварка останавливается и подает сигнал; чтобы продолжить приготовление, пользователь должен нажать на определенную кнопку на панели управления. Возможна также просто пауза определенной длительности между двумя этапами. В простейших конструкциях возможности выполнить несколько различных действий подряд по программе нет, мультиварка может обрабатывать без вмешательства пользователя только один режим нагрева в течение заданного времени, а переключение режимов при приготовлении сложных блюд производится пользователем.

После выбора пользователем программы мультиварка запускается нажатием кнопки на панели управления. В зависимости от рецепта, ингредиенты для готовящегося блюда могут закладываться либо непосредственно перед началом приготовления, либо после прохождения определенного количества этапов программы. Будучи запущена, мультиварка выполняет программу, то есть последовательно проходит все этапы приготовления. На каждом этапе производится нагрев рабочей емкости ТЭНом, включенным на заданную мощность, до достижения указанных в настройках температуры и давления, после чего включается таймер и достигнутые температура и давление сохраняются в течение заданного времени. При переходе на следующий этап процедура повторяется. Если в программе указана задержка, то мультиварка подает сигнал (звуковой и визуальный — на панели управления) и останавливается. Предполагается, что на данном этапе пользователь должен произвести какие-то манипуляции — перемешать, что-то добавить и так далее. После завершения необходимых действий пользователь нажимает на кнопку продолжения приготовления. Типичным примером использования задержки может служить программа варки полуфабрикатов, которые требуется погружать в уже разогретую воду, например, вареников или макарон.

### ***Ход работы:***

Мультиварка может находиться в следующих состояниях:

- Z1 – Мультиварка отключена
- Z2 – Мультиварка включена
- Z3 – Функция – варка
- Z4 – Функция – тушение
- Z5 – Функция – жарка
- Z6 – Функция – выпечка
- Z7 – Функция – разогрев
- Z8 – Функция – отсрочка приготовления
- Z9 – Пища готова
- Z10 – Аварийное состояние

Изначально мультиварка находится в состоянии Z1 – она отключена. При поступлении на вход сигнала X1 мультиварка включается и готова к работе и переходит в состояние Z2, если что-то идет не так, то переходит в состояние Z10 (аварийное состояние).

В зависимости от сделанного выбора (X2-X6), из состояния Z2 мультиварка переходит в одно из следующих состояний: Z3, Z4, Z5, Z6, Z7. Из этих состояний (Z3-Z7) можно перейти к состояниям Z8 или Z9. Из состояния Z8 (в случае удачного протекания процесса приготовления) система переходит в состояние Z9 или в состояние Z1 в случае вынужденного прерывания процесса (нажатие кнопки «Выключения»). После завершения приготовления - Z9 система переходит в состояние готовности - Z2 (мультиварка включена).

Входные сигналы:

- X1 – Нажать кнопку «Включить/Выключить»
- X2 – Выбор режима – варка
- X3 – Выбор режима – тушение
- X4 – Выбор режима – жарка
- X5 – Выбор режима – выпечка
- X6 – Выбор режима – разогрев
- X7 – Отсрочка приготовления
- X8 – Приготовление пищи
- X9 – Аварийное состояние

Выходные сигналы:

- Y1 – Не готова пища
- Y2 – Готова пища
- Y3 – Идет процесс приготовления пищи
- Y4 – Авария

С помощью программы «Редактор конечных автоматов» построим таблицу переходов и таблицу выходов для конечного автомата, моделирующего поведение мультиварки (рисунок 1).

ТАБЛИЦА ПЕРЕХОДОВ										
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
X1	Z2	Z1	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z1	Z2	Z10
X2	Z1	Z3	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
X3	Z1	Z4	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
X4	Z1	Z5	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
X5	Z1	Z6	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
X6	Z1	Z7	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
X7	Z1	Z2	Z8	Z8	Z8	Z8	Z8	Z8	Z9	Z10
X8	Z1	Z2	Z9	Z9	Z9	Z9	Z9	Z9	Z9	Z10
X9	Z1	Z10	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10

ТАБЛИЦА ВЫХОДОВ										
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
X1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1
X2	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1
X3	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1
X4	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1
X5	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1
X6	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1
X7	Y1	Y1	Y3	Y3	Y3	Y3	Y3	Y1	Y1	Y1
X8	Y1	Y1	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y1	Y1
X9	Y1	Y4	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1

Рис. 1 - Таблица переходов и выходов.

После того как построены таблицы, можно построить граф переходов конечного автомата, представленный на рисунке 2.

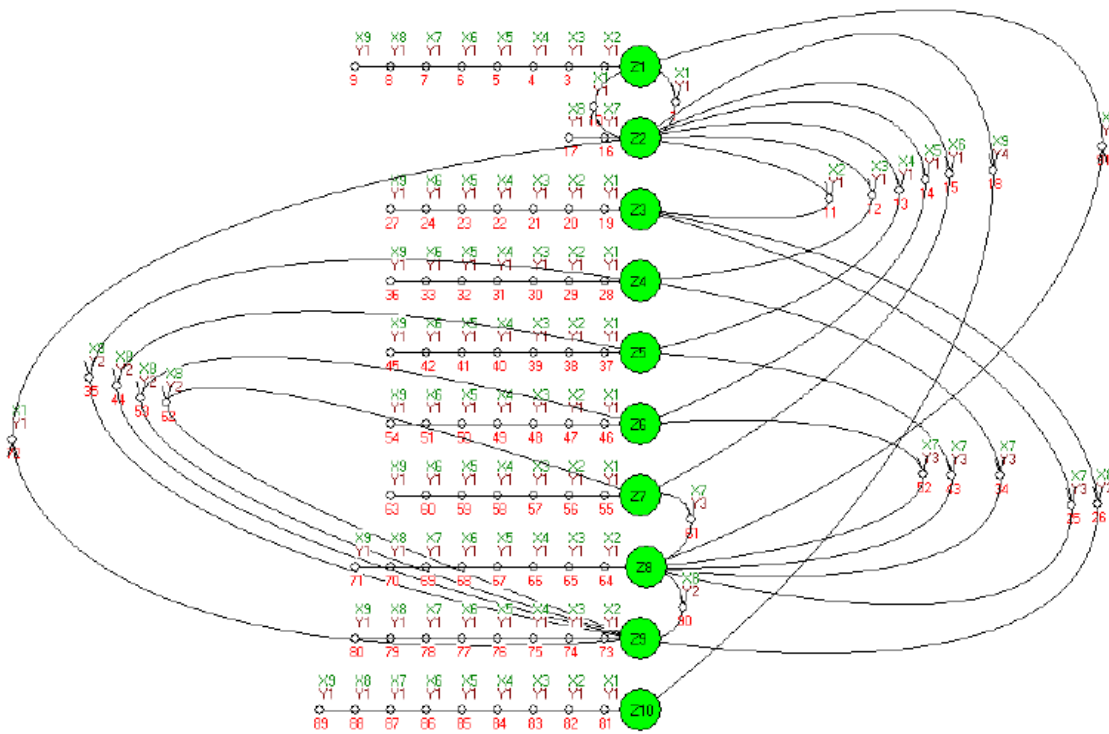


Рис. 2 - Граф переходов.

Далее проведем моделирование работы мультиварки в реальном времени, для чего зайдём в «Моделирование» и зададим последовательность сигналов X, поступающих на вход системы в соответствующие моменты времени.

Запустим «Моделирование» и увидим процесс имитации работы автомата в виде временной диаграммы (рисунок 3).

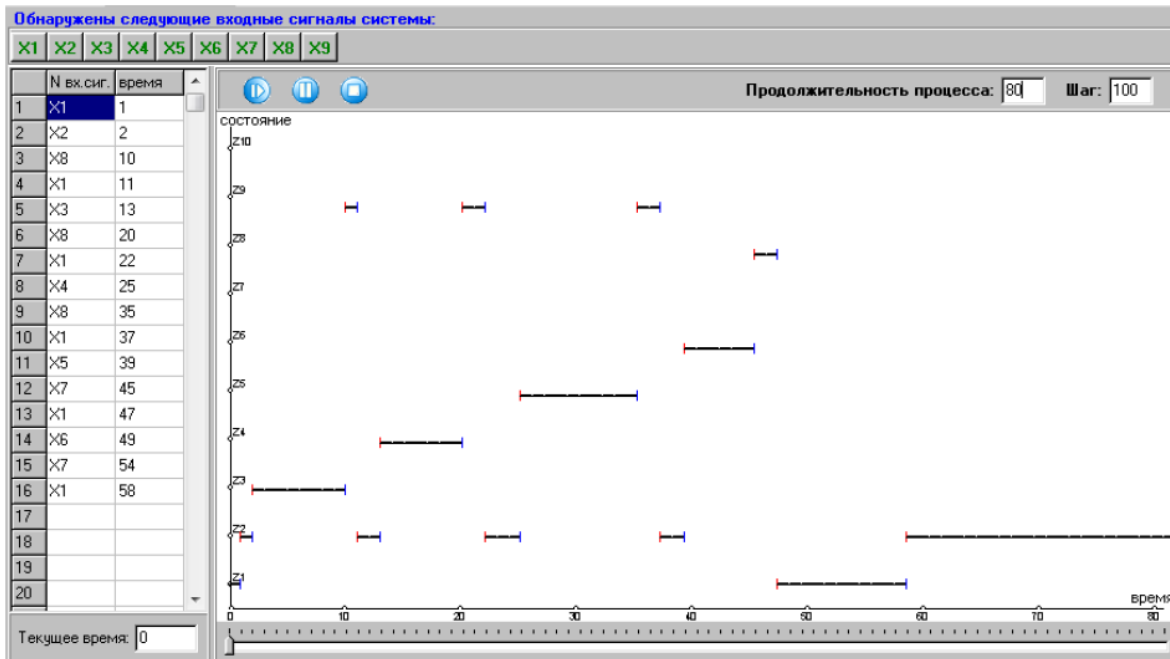


Рис. 3 - Имитация работы мультиварки.

В процессе имитационного моделирования составляется протокол (рисунок 4).

### [14:34:38] ЗАПУСК ПРОЦЕССА МОДЕЛИРОВАНИЯ

[14:34:38] В момент времени  $t = 0$  система находится в состоянии Z1

[14:34:38] В момент времени  $t = 1$  [система находится в состоянии Z1]:

- на вход системы поступает сигнал X1
- система переходит в новое состояние Z2

[14:34:39] В момент времени  $t = 2$  [система находится в состоянии Z2]:

- на вход системы поступает сигнал X2

Рис. 4 – Протокол процесса.

#### **Вывод:**

Особенности дискретно-детерминированного подхода на этапе формализации процесса функционирования систем рассмотрим на примере использования в качестве математического аппарата теории автоматов.

Теория автоматов - это раздел теоретической кибернетики, в котором изучаются математические модели - автоматы. На основе этой теории система представляется в виде автомата, перерабатывающего дискретную информацию и меняющего свои внутренние состояния лишь в допустимые моменты времени. Понятие автомат варьируется в зависимости от характера конкретно изучаемых систем, от принятого уровня абстракции и целесообразной степени общности.

В работе, на примере мультиварки, был рассмотрен конечный автомат называющийся автоматом Мили. Он был описан при помощи таблицы переходов и таблицы выходов, а также представлен в виде ориентированного графа. Осуществлена имитация работы автомата.