

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОФОРОМ

В.Н. Зуева¹⁾, Ю.Ю. Никитина²⁾

1) к.т.н., доцент Армавирского механико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия

2) студентка ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, Россия

Аннотация: В данной работе рассмотрено проектирование и разработка программы управления светофором на основе цифрового автомата.

Ключевые слова: цифровой автомат, граф состояний автомата, синтез автомата, светофор.

PROGRAM DEVELOPMENT CONTROL THE TRAFFIC LIGHTS

V.N. Zueva¹⁾, Y.Y. Nikitina²⁾

1) Ph. D., associate Professor, Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia

2) the student FSBEI «Kuban state technological University», city of Krasnodar, Russia

Abstract: In this paper, the design and development of the control program of the traffic light based on the digital machine.

Keywords: digital state machine, the state graph of the automaton, the synthesis of automatic traffic lights.

В рамках данной работы рассмотрена задача синтеза устройства управления дорожным светофором. В общем виде светофор представляет собой практически идеальный объект для автоматизации, при программировании которого (аппаратном или программном) могут быть использованы автоматы [1, 2].

Обычно, светофор является одним из четырёх, стоящих на перекрестке. Он двухсторонний, одна сторона обращена к водителям, а другая к пешеходам. Сторона, обращённая к пешеходам, имеет 2 света: красный и зелёный, а к водителям – три: красный, жёлтый и зелёный.

Кроме того для водителя некоторое время перед сменой состояния мигает зелёный свет. Следовательно, автомат управления светофором имеет 5 последовательно сменяющихся через строго определенные промежутки времени состояний, определённых для водителя, и 2 состояния, определённых для пешехода [3]. Эти состояния можно наглядно представить в виде графов приведённых на рисунке 1.

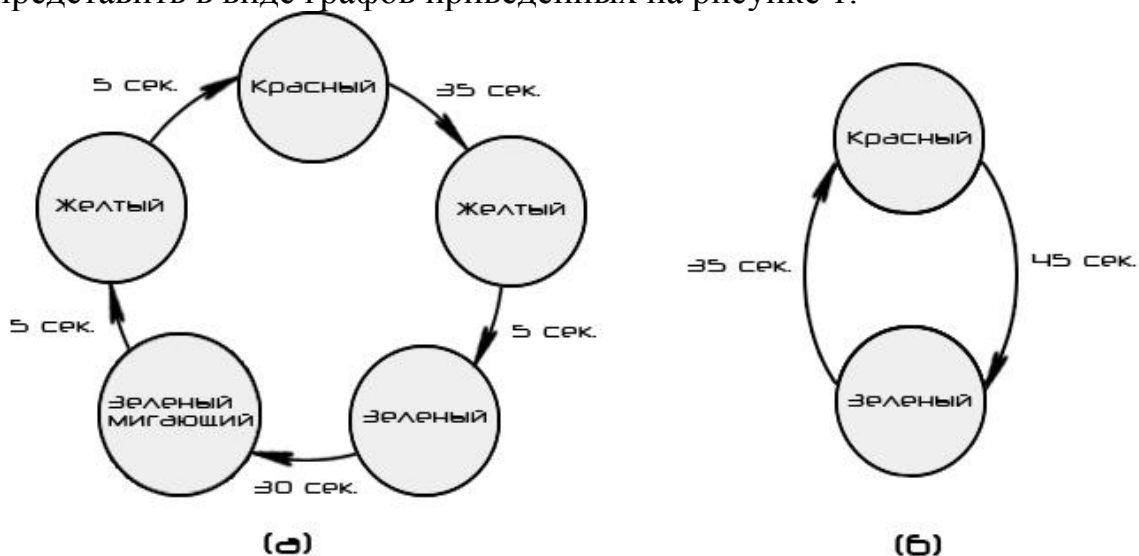


Рисунок 1 – Граф состояний светофора для водителя (а) и пешехода (б)

Также светофор можно перевести в мигание, то есть неработающее состояние – светофор мигает жёлтым светом и должен интерпретироваться участниками дорожного движения как неработающий. Как видно из представленного обобщенного графа переходов автомата, он имеет 5 состояний и не зависит от входного алфавита, т.е. входной алфавит состоит из единственного символа, посредством чего алгоритм переходов имеет не разветвленный, а строго последовательных характер, а устройство управления светофором описывается автоматом Мура, т.к. входные сигналы не могут влиять на характер переходов.

Так как граф переходов имеет 5 состояний, а светофор всего 4 сигнала, в состав устройства управления светофором также включается дополнительный блок управления, который проводит отображение каждого из состояний на соответствующий сигнал светофора. Таким образом, строя граф блока управления, ясно, что его входным алфавитом являются описанные ранее состояния светофора в его обобщенном автоматном графе, а выходным – сигналы светофора соответственно. Обозначив входной алфавит и выходной соответственно следующими множествами $X = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5\}$ и $Y = \{Y_1, Y_2, Y_3, Y_4\}$, получим следующий автоматный граф блока управления светофора, представленный на рисунке 2.

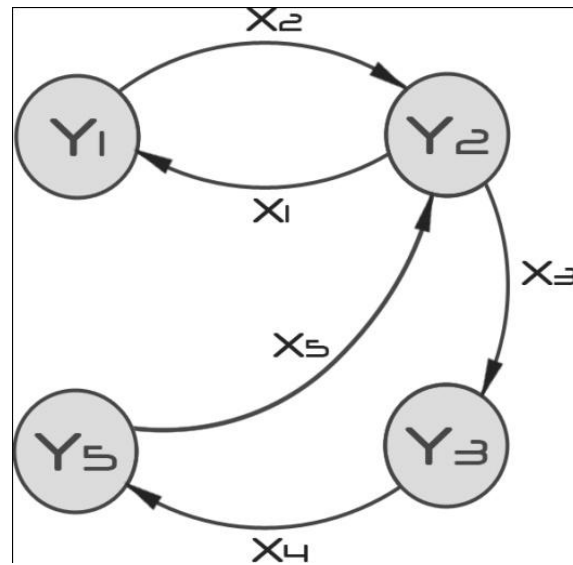


Рисунок 2 – Автоматный граф блока управления светофора

Таким образом, представленная связка графов описывает систему преобразования последовательности однородных входных сигналов в циклическую последовательность сигнализаций светофора.

Автоматная таблица описывает систему переходов и выходов конечного автомата в табличной форме, т.е. является некоторым аналогом автоматного графа, представляющим её в более структурированной форме. Обобщенный автомат устройство светофора, граф которого представлен ранее на рисунке 3, тогда можно представить в виде следующей таблицы.

Таблица 1 – Таблица переходов обобщенного автомата светофора

I	q ₂	q ₃	q ₄	q ₅	q ₁
Q	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₅

Таблица переходов блока управления светофора выглядит несколько сложнее, она, определенная в соответствии с обозначенными ранее на ассоциированном графе входного и выходного алфавитов, представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Таблица переходов автомата блока управления светофора

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Y ₁	Y ₂	–	–	–	–
Y ₂	–	Y ₃	–	–	Y ₁
Y ₃	–	–	Y ₄	–	–
Y ₄	–	–	–	Y ₂	–

Как видно из представленной таблицы переходов, она имеет множество неопределенных переходов, это объясняется тем, что она основывается в первую очередь на результатах работы обобщенного автомата работы, который играет роль поставщика входных сигналов, следовательно, при обработке входных сигналов известно, какой входной сигнал будет следующим.

Таким образом, для каждой входной переменной в соответствие поставлено единственное состояние, являющееся одновременно и выходным алфавитом автомата, что делает автомат необоснованно громоздким и обладающим памятью. Так как каждой входной переменной в соответствие ставится единственное состояние, то данный автомат можно представить как автомат без памяти, т.е. автомат с единственным активным состоянием, ведь основная его задача – отражение входного алфавита на выходной, что не требует запоминания активного состояния. Итак, объединив все состояния автомата в состояние W , а выходной алфавит $Y = \{Y_1, Y_2, Y_3, Y_4\}$ оставив без изменений, получим следующий более компактный автомат Мили не обладающий памятью, представленный в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Таблица переходов автомата Мили без памяти блока управления светофора

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
W	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_2

Таким образом, проведя данные преобразования в дальнейшем при синтезе структурной схемы можно добиться упрощения общей организации блока управления, не включая тем самым в него элементы памяти, что требует реализация конечных автоматов с несколькими состояниями.

На основе представленных ранее таблицах переходов обоих автоматов (обобщенного и блока управления) на рисунке 3 представлены графические схемы алгоритмов МП.

Обе представленные ГСА описывают те же алгоритмы функционирования автомата, но акцентируют большее внимание именно на алгоритмической последовательности. Так, в ГСА (а) видно, что последовательный цикл переходов от состояния q_1 к q_2 и т. д. не зависит от рода поступающего сигнала, в то время как в ГСА (б) переход осуществляется только при принятии соответствующего сигнала, иначе никаких действий не выполняется.

Для анализа последовательностей импульсов исходной структурной схемы устройства управления приводящих к соответствующей логике

работы в реальном времени рассмотрим некоторую программу, написанную на языке программирования Microsoft Visual C# в рамках демонстрации программной реализации исследуемого конечного автомата, представленную на рисунке 4.

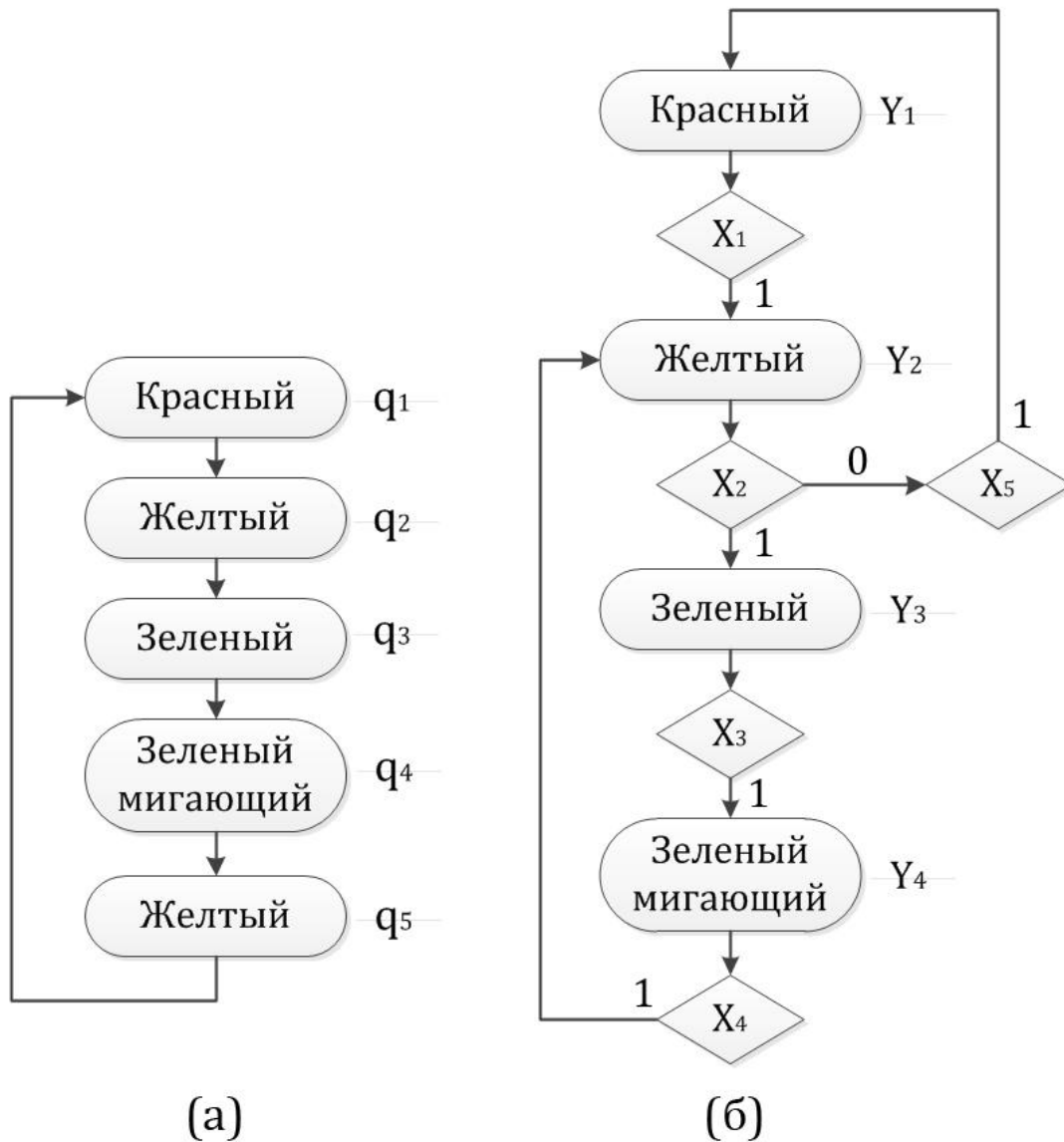


Рисунок 3 – ГСА МП обобщенного автомата светофора (а) и автомата блока управления (б)

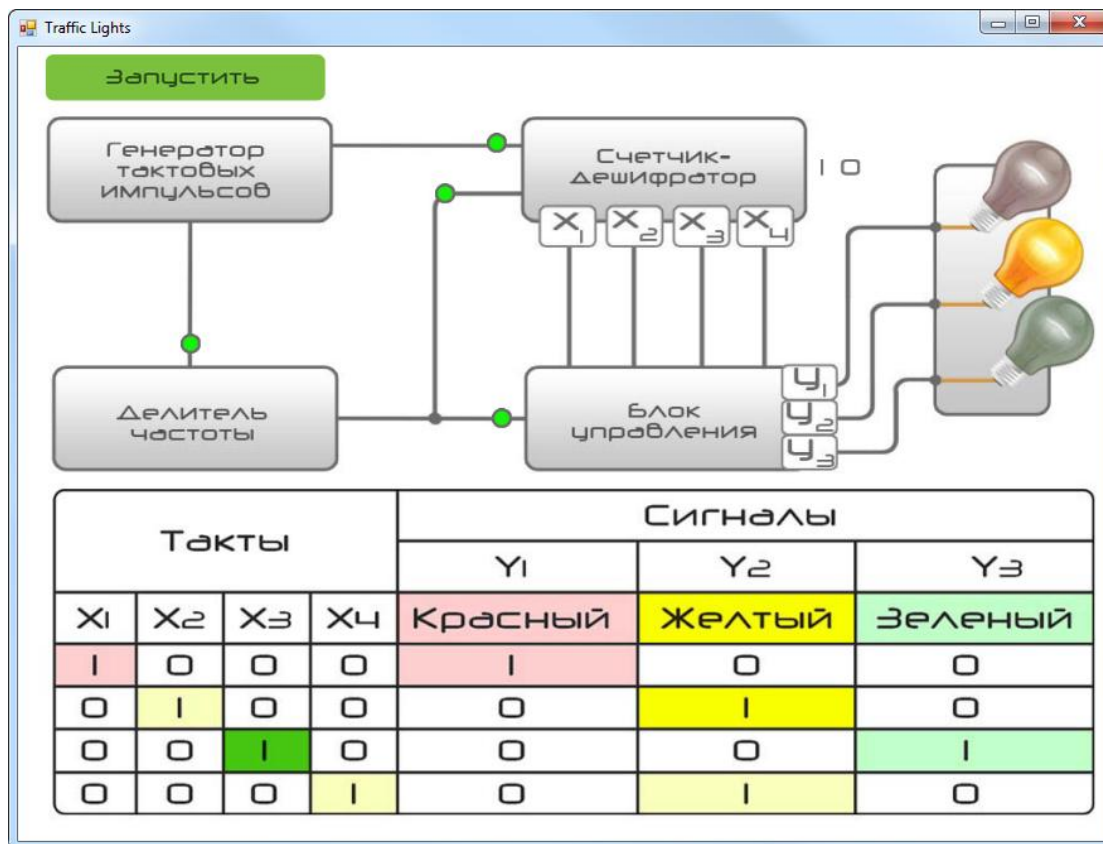


Рисунок 4 – Моделирование автомата УУ светофором в рамках его программной реализации

Интерфейс программы, представленный на рисунке 4, составляют ранее спроектированная автоматная таблица устройства управления в её двоичной нотации, отображающая активное состояние и текущий такт цикла сигнализаций, а также структурная схема устройства. Весь циклический процесс смены состояний светофора демонстрируется динамически, благодаря чему можно более наглядно проследить каждый этап сигнализации, а именно: генерацию импульсного тактирующего сигнала, который схематически отображается цветом, ассоциированным с состоянием, в которое импульс стремится переключить управляющий автомат, далее – соответствующую задержку импульса, обеспечивающую временную синхронизацию переключения сигналов, после чего импульс достигает и инкрементирует значение счетчика, которое впоследствии передается искомым двоичным кодом на пару входов дешифратора, отображающего его на один из 4 выходов, интерпретируемых как входной алфавит функции преобразования. В результате, отображая входной алфавит на выходной с помощью блока управления импульс в необходимый момент времени, достигает соответствующего сигнала светофора.

Таким образом, представленная программа реализует исследуемый конечный автомат в первую очередь с точки зрения динамической демонстрации всей совокупности внутренних процессов при его аппаратной реализации, так как светофор по определению является техническим устройством.

Список использованной литературы:

1. Дистель А. А., Кобак Д. А., Шалыто А. А. Система управления дорожным светофором. Программирование с явным выделением состояний: проектная документация. – Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2003. – 16 с.

2. Стасевич В.П., Зуева В.Н., Шумков Е.А. Обучение и самообучение в адаптивных системах управления // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2006. С. 134.

3. Зуева В.Н., Никитина Ю.Ю. Синтез цифрового автомата устройства управления светофором \ \ В сборнике: Инновационные технологии нового тысячелетия сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2 частях. 2017. С. 46-51.