

СЧЕТНЫЙ АВТОМАТ НА ОСНОВЕ МНОГОЗНАЧНОЙ БИНОМИАЛЬНОЙ ЛОГИКИ

*А.А. Борисенко, Е.Л. Онанченко, Т.А. Протасова, И.Е. Бражник,
О.В. Савицько*

Сумский государственный университет, г. Сумы

Предлагается устройство биномиального счета, способное обнаруживать ошибки в своей работе и организовать пересчет состояний, число которых равно биномиальному коэффициенту.

На сегодня известно большое количество счетных устройств или автоматов, решающих не только задачи счета, а и задачи арифметико-логической обработки данных, шифрования, управления. Однако совершенствование счетных автоматов продолжается. Имеются устройства, производящие самодиагностику, оперативный контроль и исправление ошибок, ищутся новые области их приложения.

В данной работе рассматривается счетный автомат, который наряду с задачей счета решает также задачу повышения его помехоустойчивости за счет естественной избыточности, заложенной в самом принципе биномиального счета. Коэффициент пересчета такого счетчика определяется биномиальным коэффициентом. Поэтому он также может использоваться как пересчетная схема с коэффициентами пересчета, задаваемыми биномиальными коэффициентами. И наконец, последовательность данного счетчика соответствует упорядоченным последовательностям сочетаний. Поэтому он способен перебирать сочетания с различными ограничениями.

На рис.1 представлена блок-схема счетного автомата, на рис. 2 - один из разрядов счетного автомата с контрольным числом l , равным двум, на рис. 3 - схема пятиразрядного счетного автомата с контрольным числом l , равным единице.

Схема счетного автомата на рис.1 содержит разряды 1-3 автомата, многоустойчивые пересчетные схемы 1.1 – 1.3 соответственно разрядов 1-3 автомата, сумматоры 2.1 – 2.3 соответственно разрядов 1-3 автомата, элементы И 3.1 – 3.3 и 4.1 – 4.3, входную шину 5, выходные шины 6.1 – 6.3 соответственно разрядов 1-3 автомата.

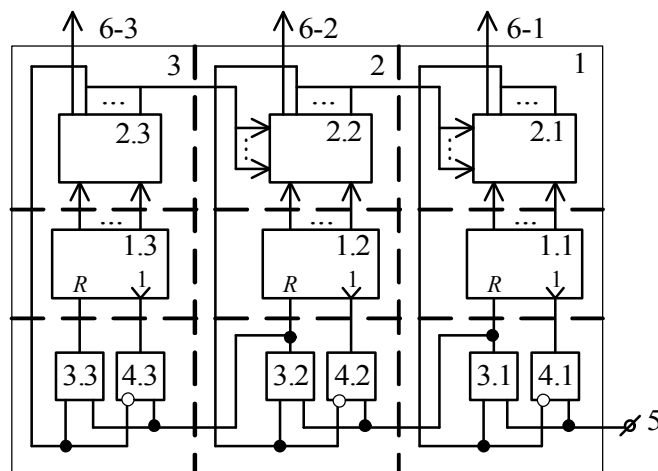


Рисунок 1 – Многозначный биномиальный автомат

С помощью сумматоров 2.1 – 2.3 происходит суммирование цифр всех разрядов автомата. Эта сумма при правильном функционировании автомата не должна превышать некоторого контрольного числа. О его достижении в автомате информирует сигнал на выходе наибольшей цифры одного из сумматоров. Если сумма цифр разрядов автомата превышает контрольное число l , что свидетельствует о переходе автомата в запрещенное состояние и появлении ошибки (сигнала на одной из шин 6.1 – 6.3).

Для организации переносов и счета служат элементы И 3.1-3.3, И 4.1 – 4.3.

Перенос произойдет в том случае, если в одном из сумматоров появится сигнал на выходе его наибольшей цифры. По этому сигналу при поступлении счетного импульса на входную шину через соответствующие элементы И произойдет сброс соответствующей сумматору многоустойчивой пересчетной схемы в ноль и прибавится единица к пересчетной схеме соседнего старшего разряда.

Устройство по рис.1 работает следующим образом.

Сигнал с выхода многоустойчивой пересчетной схемы, например 1.2, соответствующий какой-то цифре (номеру состояния), поступает на один из входов сумматора 2.2, на один из вторых входов которого поступает сигнал с одного из выходов сумматора 2.3 старшего разряда 3. Если сумма цифр рассматриваемого и старших разрядов автомата равна контрольному числу (в этом случае младшие разряды автомата при его правильном функционировании равны нулю), на соответствующем выходе сумматора 2.2 вырабатывается сигнал, поступающий на прямой и инверсный входы схем И 3.2 и И 3.4 соответственно. Тем самым запрещается поступление счетного импульса на счетный вход многоустойчивой пересчетной схемы 1.2 и производится установка ее в ноль по входу установки в ноль R , а в соседнюю старшую многоустойчивую пересчетную схему 1.3 по счетному импульсу добавляется единица. Если на выходе, соответствующем контрольному числу сумматора 2.3, сигнал не появляется, то на этом процесс образования единицы переноса и счета по данному счетному импульсу оканчивается. В том случае, когда на выходе, соответствующем контрольному числу сумматора 2.3, появляется сигнал, то в соответствии с рассмотренным алгоритмом происходит установка в ноль соответствующей ему пересчетной схемы 1.3 и передача единицы в старший соседний разряд (на рис. 1 не показан).

Число состояний N рассматриваемого счетного автомата определяется биномиальным коэффициентом

$$N = C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!},$$

$$n > k,$$

где $n - k = l$ - контрольное число;

k - число разрядов автомата.

$$\text{При } k = 4; n = 6; N = C_6^4 = \frac{6!}{4! 2!} = 15; l = 6 - 4 = 2.$$

Разрешенные последовательные состояния автомата для указанных k и n имеют вид: 0000, 0001, 0002, 0010, 0011, 0020, 0100, 0101, 0110, 0200, 1000, 1001, 1010, 1100, 2000.

Один разряд предлагаемого автомата на рис.2 с контрольным числом $l = 2$ содержит двоичный счетчик 7, дешифратор 8, элементы И 9 и И 10, входную шину 11, матрицу 12 элементов И 12.1-12.9, матрицу 13 элементов ИЛИ 13.1-13.3, выходную шину 14, входные шины 15.1-15.3 и

выходные шины 16.1-16.3.

Матрица 12 элементов И 12.1-12.9 и матрица 13 элементов ИЛИ 13.1-13.3 составляют сумматор.

Счетчик 7 и дешифратор 8 составляют многоустойчивую пересчетную схему.

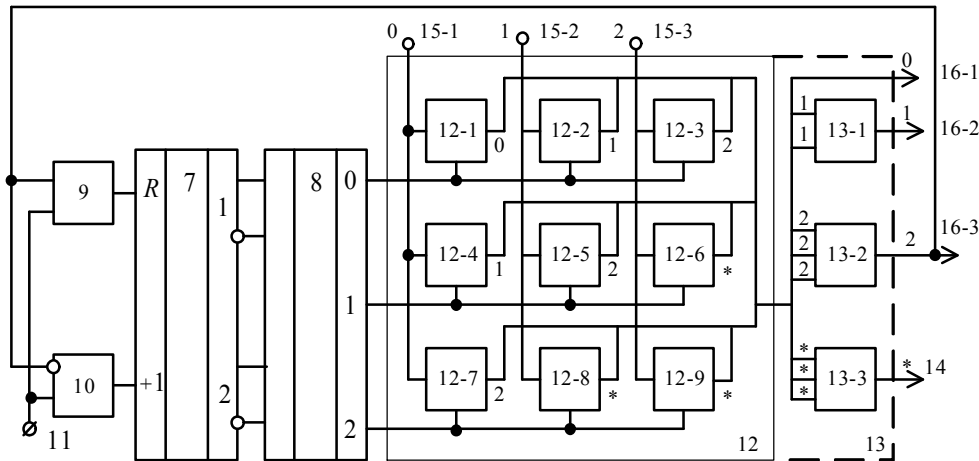


Рисунок 2 – Разряд многозначного биномиального автомата

Выходные шины 16.1-16.3 сумматора являются выходами соответственно первого, второго и третьего разрядов выходных чисел. На входные шины 15.1, 15.2 и 15.3 поступают соответственно сигналы с выходных шин 16.1, 16.2 и 16.3 старшего разряда, на выходной шине 14 появляется сигнал ошибки в случае сбоя автомата.

Если контрольное число $l = 1$, то предлагаемое устройство выполняет функции помехоустойчивого сдвигающего регистра.

Пятиразрядный сдвигающий регистр (кольцевой счетчик) содержит триггеры 17.1 - 17.5, полусумматоры 18.1 - 18.4, элементы И 19.1 - 19.5 и 20.1 - 20.5, элемент ИЛИ 21, элемент И-НЕ 22, входную шину 23, шину 24 установки и выходную шину 25 (см. рис.3).

По сигналу, поступающему по шине установки 24, происходит установка в единицу триггера 17.1 младшего разряда и в ноль триггеров 17.2 - 17.5 всех старших разрядов. С приходом синхроимпульса по шине 23 происходит сдвиг единицы с младшего разряда в старший. При наличии "1" в самом старшем разряде и приходе следующего синхроимпульса указанная единица через элемент ИЛИ 21 заносится в младший разряд, и цикл повторяется.

Если появляется несколько единиц в автомате, то на одном или нескольких выходах полусумматоров появляются сигналы ошибки. Эти сигналы объединяются элементом И-НЕ 22, на выходе которого индицируется один сигнал ошибки.

Предлагаемый кольцевой счетчик обнаруживает любые ошибки типа $0 \rightarrow 1$.

Таким образом, введенные конструктивные признаки обеспечивают повышение надежности счетного автомата за счет сравнения с контрольным числом, превышение которого свидетельствует о наличии ошибки.

Таким образом, в работе предложена конструкция многозначного биномиального счетного автомата, способного обнаруживать ошибки в своей работе и обладающего коэффициентом пересчета, равным биномиальному коэффициенту:

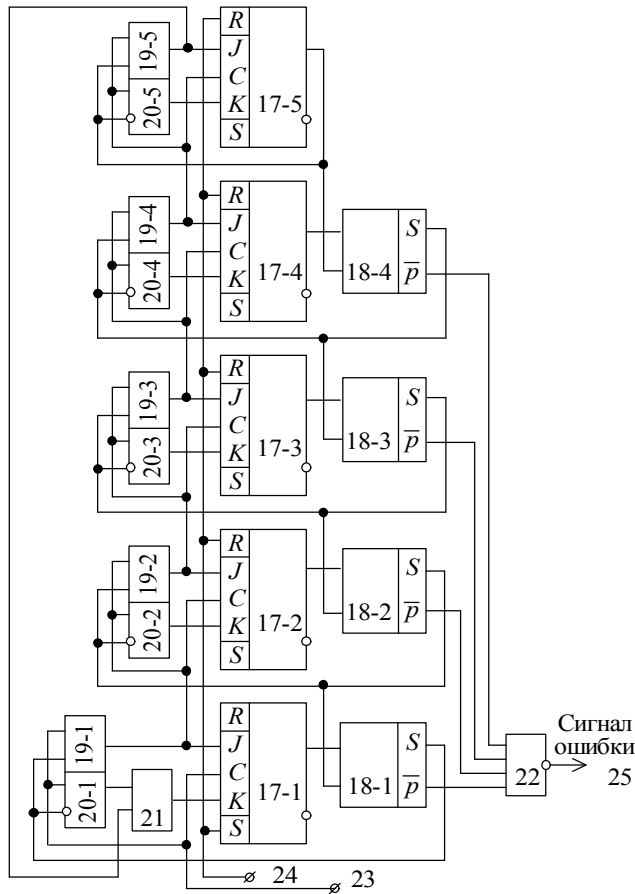


Рисунок 3 - Пятиразрядный биномиальный счетчик с $l = 1$

SUMMARY

The device of binomial count is proposed in the paper. It is able to detect errors in its work, organize re-count stations, number of which is equal to a binomial coefficient.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годстяков В.С. и др. Обнаружение и исправление ошибок в дискретных устройствах. - М.:Сов. радио, 1972.
2. Букреев И. Н. И др. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. - М.:Сов. радио, 1975.
3. Борисенко А. А., Ловля А.Д., Онанченко Е.Л. Ас. СССР 1051731 Счетчик импульсов.
4. Борисенко А.А. Биномиальные автоматы. – Сумы: Изд.-во СумГУ, 2006.

Борисенко А.А., д-р тех. наук, профессор,
СумГУ, г.Сумы;

Онанченко Е.Л., канд. техн. наук, доцент,
СумГУ, г.Сумы;

Протасова Т.А., ст. преподаватель, СумГУ,
г.Сумы;

Бражник И.Е., младший научный сотрудник,
СумГУ, г.Сумы;

Сависько О.В., младший научный сотрудник,
СумГУ, г.Сумы

Поступила в редакцию 12 сентября 2007 г.