Общая теория автоматов при сделанных выше допущениях разбивается на две большие части, которым присвоены названия ***абстрактной теории автоматов*** и ***структурной теории автоматов***. Различие между ними заключается в том, что в абстрактной теории не учитываются структура как самого автомата, так и структуры его входных и выходных сигналов. Входные и выходные сигналы рассматриваются при этом просто как буквы двух фиксированных для данного автомата алфавитов: входного и выходного. Не интересуясь способом построения автомата, абстрактная теория изучает лишь те переходы, которые претерпевает автомат под воздействием входных сигналов, и те выходные сигналы, которые он при этом выдает.

В противоположность абстрактной теории, структурная теория автоматов учитывает структуры автомата и его входных и выходных сигналов. В структурной теории изучаются способы построения автоматов из нескольких элементарных автоматов, способы кодирования входных и выходных сигналов элементарными сигналами, передаваемыми по реальным входным и выходным каналам.

Таким образом, *структурная* теория автоматов является ***продолжением*** и ***дальнейшим развитием*** *абстрактной* теории. В частности, ***задача синтеза*** идеализированного (без учета переходных процессов) цифрового автомата естественным образом ***подразделяется на этапы абстрактного и структурного синтеза***.

Математической моделью является так называемый ***абстрактный автомат***, определенный как 6-компонентный кортеж: $S=(A, Z, W, \delta, \lambda, a_1)$ у которого:

1. $A=\{a_1, a_2, \dots ,a_m\}$ - множество состояний (внутренний алфавит),

2. $Z=\{z_1, z_2, \dots ,z_f\}$ - множество входных сигналов (входной алфавит),

3. $W=\{w_1, w_2, \dots, w_g\}$ - множество выходных сигналов (выходной алфавит),

4. $\delta : A \bullet Z \to A$ - функция переходов, реализующая отображение $D_\delta \subseteq A \bullet Z$ в A. Иными словами функция δ некоторым парам “состояние - входной сигнал” (a_m, z_f) ставит в соответствие состояния автомата $a_s= \delta (a_m, z_f)$, $a_s \in A$,

5. $\lambda : A \bullet Z \to W$ - функция выходов, реализующая отображение $D_\lambda \subseteq A \bullet Z$ на W. Функция λ некоторым парам “состояние - входной сигнал” (a_m, z_f) ставит в соответствие выходные сигналы автомата $W_g=\lambda(a_m, z_f)$, $W_g \in W$,

6. $a_i \in A$ - начальное состояние автомата.

Под ***алфавитом*** здесь понимается непустое множество попарно различных символов. ***Элементы алфавита*** называются ***буквами***, а ***конечная упорядоченная последовательность букв - словом*** в данном алфавите.

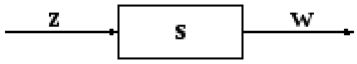

Рис. 5.2. Абстрактный автомат

Абстрактный автомат (рис. 5.2) имеет один вход и один выход. Автомат работает в дискретном времени, принимающем целые неотрицательные значения t = 0,1,2,... В каждый момент t дискретного времени автомат находится в некотором состоянии a(t) из множества состояний автомата, причем в начальный момент t = 0 он всегда находится в начальном состоянии a(0)=a1. В момент t, будучи в состоянии a(t), автомат способен воспринять на входе букву входного алфавита $z(t) \in Z$. В соответствии с функцией выходов он выдаст в тот же момент времени t букву выходного алфавита $W(t)=\lambda(a(t), z(t))$ и в соответствии с функцией переходов перейдет в следующее состояние $a(t+1)=\delta[a(t), z(t)]$, $a(t) \in A$, $w(t) \in W$.

На практике наибольшее распространение получили два класса автоматов - автоматы Мили (Mealy) и Мура (Moore).

Закон функционирования автомата Мили задается уравнениями:

$$a(t+1) = \delta(a(t), z(t));\ w(t) = \lambda(a(t), z(t)),\ \text{где } t = 0,1,2,...$$

Закон функционирования автомата Мура задается уравнениями:

$$a(t+1)=\delta(a(t), z(t));\ w(t) = \lambda(a(t)),\ \text{где } t = 0,1,2,...$$

Из сравнения законов функционирования видно, что, в отличие от автомата Мили, выходной сигнал в автомате Мура зависит только от текущего состояния автомата и в явном виде не зависит от входного сигнала. Для полного задания автомата Мили или Мура дополнительно к законам функционирования, необходимо указать начальное состояние и определить внутренний, входной и выходной алфавиты.

Кроме автоматов Мили и Мура иногда оказывается удобным пользоваться совмещенной моделью автомата, так называемым С- автоматом.

Под абстрактным С- автоматом будем понимать математическую модель дискретного устройства, определяемую восьмикомпонентным вектором

$S=(A, Z, W, U, \delta, \lambda_1, \lambda_2, a_1)$, у которого:

1. $A=\{a_1, a_2, ... ,a_m\}$ - множество состояний;

2. $Z=\{z_1, z_2, ... ,z_f\}$ - входной алфавит;

3. $W=\{w_1, w_2, ..., w_g\}$ - выходной алфавит типа 1;

4. $U=\{u_1, u_2,...,u_h\}$ - выходной алфавит типа 2;

5. $\delta : A \bullet Z \rightarrow A$ - функция переходов, реализующая отображение $D_\delta \subseteq A \bullet Z$ в A;

6. λ_1 **:** A $\bullet$ Z $\rightarrow$ W - функция выходов, реализующая отображение $D_{\lambda 1} \subseteq A \bullet Z$ в W;

7. λ_2 **:** A $\rightarrow$ U - функция выходов, реализующая отображение $D_{\lambda 2} \subseteq$ A в U;

8. $a_1 \in$ A - начальное состояние автомата.

Абстрактный С-автомат можно представить в виде устройства с одним входом, на который поступают сигналы из входного алфавита Z, и двумя выходами, на которых появляются сигналы из алфавитов W и U. Отличие С-автомата от моделей Мили и Мура состоит в том, что он одновременно реализует две функции выходов λ_1 и λ_2, каждая из которых характерна для этих моделей в отдельности. Закон функционирования С- автомата можно описать следующими уравнениями: $a(t + 1)=\delta(a(t), z(t)); w(t)=\lambda_1(a(t), z(t)); u(t)=\lambda_2(a(t))$, где t = 0, 1, 2, ...

Выходной сигнал $U_h=\lambda_2(a_m)$ выдается все время, пока автомат находится в состоянии a_m. Выходной сигнал $Wg=\lambda_1(a_m, z_f)$ выдается во время действия входного сигнала Z_f при нахождении автомата в состоянии a_m.

Рассмотренные выше абстрактные автоматы можно разделить на:

1. полностью определенные и частичные;
2. детерминированные и вероятностные.

Полностью определенным называется абстрактный цифровой автомат, у которого функция переходов и функция выходов определены для всех пар (a_i, z_j).

Частичным называется абстрактный автомат, у которого функция переходов или функция выходов, или обе эти функции определены не для всех пар (a_i, z_j).

К ***детерминированным*** относятся автоматы, у которых выполнено условие однозначности переходов: автомат, находящийся в некотором состоянии a_i, под действием любого входного сигнала z_j не может перейти более, чем в одно состояние.

В противном случае это будет ***вероятностный автомат***, в котором при заданном состоянии a_i и заданном входном сигнале z_j возможен переход с заданной вероятностью в различные состояния.

Абстрактный автомат называется ***конечным***, если конечны множества A = {a_1, a_2, ..., a_m}, Z = {z_1, z_2, ..., z_f}, W = {w_1, w_2, ..., w_g}. Автомат носит название ***инициального***, если в нем выделено начальное состояние $\mathbf{a_1}$.

Вслед за этапом абстрактного синтеза автоматов следует ***этап структурного синтеза***, целью которого является построение схемы, реализующей автомат из элементов заданного типа. Если абстрактный автомат был лишь математической моделью, проектируемого устройства, то в структурном автомате учитывается структура входных и выходных сигналов автомата, а также его внутренне устройство на уровне логических схем. *Основной задачей структурной теории автоматов является разработка общих методов построения структурных схем автоматов.*

В отличие от абстрактного автомата, имеющего один вход и один выход (рис. 5.3.а), на которые поступают сигналы во входном и выходят в выходном $W=\{W_1,..,W_G\}$ алфавитах, структурный автомат (рис. 5.3.б) имеет L входных каналов $x_1,x_2,..,x_L$ и N выходных $y_1,y_2,\ldots,y_N$ на каждом из которых присутствует сигнал структурного алфавита.

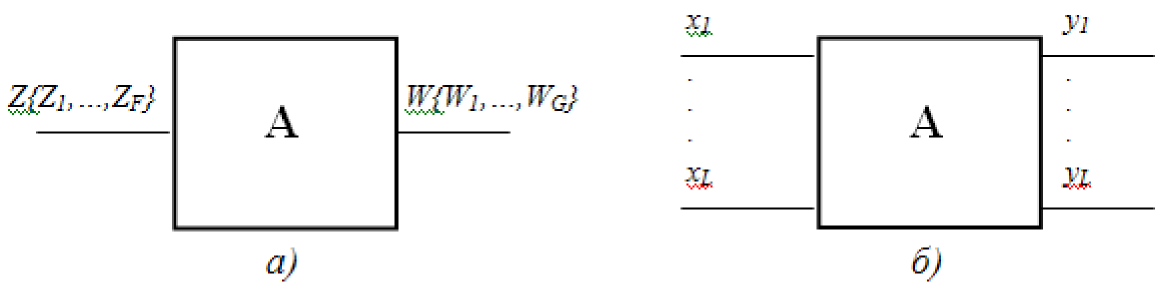

Рис.5.3. Абстрактный (а) и структурный (б) автоматы

Обычно в качестве структурного используется двоичный алфавит. В этом случае каждому входному сигналу Z_F абстрактного автомата соответствует некоторый двоичный вектор $(l_{f1},l_{f2},..,l_{fL})$, где $l_{fL} \in \{0,1\}$.

Очевидно, что для представления (кодирования) входных сигналов $Z_1,..,Z_F$ абстрактного автомата различными двоичными векторами должно быть выполнено условие $L \geq]\log_2 F[$, аналогично $N \geq]\log_2 G[$. Например, $Z=\{Z_1,Z_2,Z_3,Z_4\}$ и $W=\{W_1,W_2,W_3\}$, тогда $L \geq \log_2 4=2$ и $N \geq \log_2 3=2$

Закодировать входные и выходные сигналы можно, например, так: Z_1 = 00, Z_2 = 01, Z_3 = 10, Z_4 = 11, W_1 = 00, W_2 = 01 и W_3 = 11.