

Общие сведения. Логические элементы работают с двоичным кодированием информации, которое характеризуется двумя уровнями напряжения двоичной переменной, обозначаемыми цифрами 1 (высокий) и 0 (низкий уровень). В зависимости от уровня напряжения, при котором воспринимается или вырабатывается информация, различают прямые и инверсные входы и выходы ЛЭ. Прямым считается такой вход (или выход), на котором двоичная переменная имеет значение 1, когда уровень напряжения на этом входе (выходе) соответствует состоянию, принятому за 1. Если двоичная переменная на входе (выходе) имеет значение 1 при уровне напряжения на нем, соответствующем состоянию, принятому за 0, то такой вход (выход) называется инверсным.

Логические элементы обычно выполняются на ИМС, в которых используется положительная (позитивная) логика, когда логической единице соответствует высокий потенциальный уровень, а логическому нулю — низкий потенциальный уровень. Если логической единице соответствует низкий потенциальный уровень, а логическому нулю — высокий, такую логику называют отрицательной, или негативной. Очевидно, что входы и выходы, являющиеся прямыми в положительной логике, будут инверсными в отрицательной логике, и наоборот.

На принципиальных схемах ЛЭ изображаются в виде прямоугольника (рис. 10.9). В верхней части прямоугольника указывается символ функции: 1 — для логических функций НЕ и ИЛИ и & — для логической функции И. Входы и выходы изображаются линиями, проведенными перпендикулярно к боковым сторонам прямоугольника (входы — с левой стороны, выходы — с правой). Если вход или выход является инверсным, то в месте пересечения изображающей его линии со стороной прямоугольника ставится кружок.

На входах и выходах могут действовать импульсные

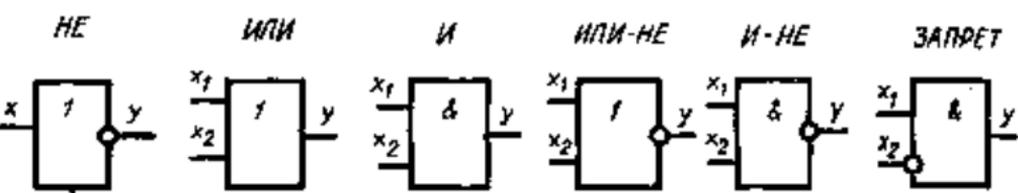


Рис. 10.9. Условные обозначения основных логических элементов

или постоянные напряжения, соответствующие логическим значениям 0 и 1. В связи с этим различают импульсные и потенциальные ЛЭ.

Передающая характеристика. Основной характеристикой ЛЭ является передающая характеристика, представляющая собой зависимость выходного напряжения элемента $U_{\text{вых}}$ от входного напряжения $U_{\text{вх}}$ на одном из входов при определенных постоянных напряжениях на остальных входах. Вид передающей характеристики зависит от функции, выполняемой ЛЭ. На рис. 10.10, а

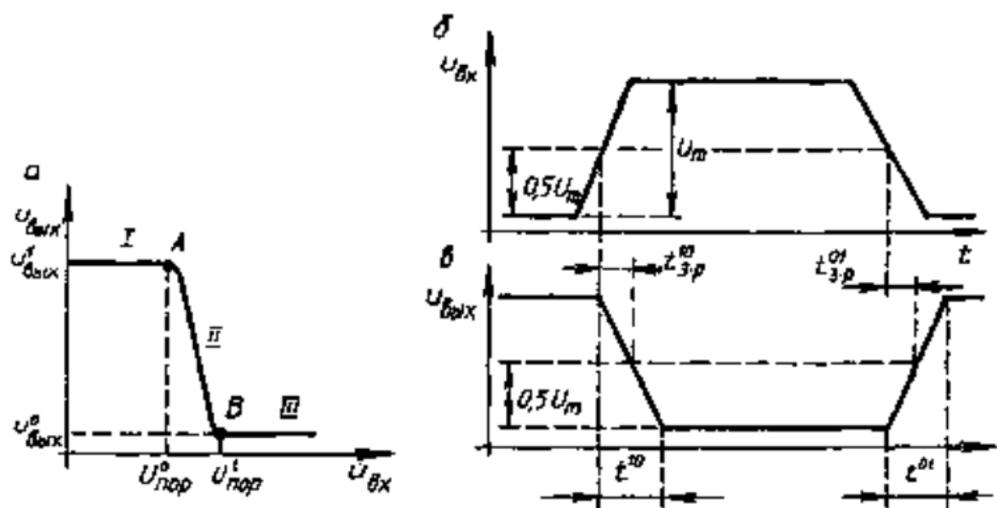


Рис. 10.10. Передающая характеристика (а) и графики входного (б) и выходного (в) напряжений инвертора

показана передающая характеристика инвертора (элемента Н Е)

Участок I передающей характеристики соответствует закрытому состоянию инвертора. Выходное напряжение $U_{\text{вых}}^1$ имеет высокий уровень (иногда $U_{\text{вых}}^1 \approx E_n$) и соответствует логической единице. Этот уровень поддерживается до тех пор, пока $U_{\text{вх}} < U_{\text{пор}}^0$. Напряжение $U_{\text{пор}}^0$ называется *пороговым напряжением логического нуля*.

Участок III соответствует открытому состоянию. Выходное напряжение $U_{\text{вых}}^0$ имеет низкий уровень и со-

ответствует логическому нулю. Низкий выходной уровень имеет место при $u_{\text{вх}} > U_{\text{пор}}^1$. Напряжение $U_{\text{пор}}^1$ называется *пороговым напряжением логической единицы*.

Участок // соответствует переходу инвертора из одного состояния в другое. Этот переход совершается не мгновенно, а в течение некоторого времени. На рис. 10.10, б и в показаны графики изменения во времени входного и выходного напряжений инвертора.

Параметры. Обозначения, приведенные на рис. 10.10, б, определяют следующие параметры ЛЭ:

t^{10} — время перехода ЛЭ из состояния логической 1 в состояние логического 0;

t^{01} — время перехода ЛЭ из состояния логического 0 в состояние логической 1;

$t_{з.р}^{10}$ — задержка распространения сигнала при переключении ЛЭ из состояния 1 в состояние 0;

$t_{з.р}^{01}$ — задержка распространения сигнала при переключении ЛЭ из состояния 0 в состояние 1.

Обобщенным параметром, характеризующим быстродействие ЛЭ, является среднее время задержки распространения. Оно определяется выражением

$$t_{з.р.ср} = (t_{з.р}^{10} + t_{з.р}^{01})/2.$$

По величине $t_{з.р.ср}$ ЛЭ подразделяются на сверхбыстродействующие ($t_{з.р.ср} = 1...5$ нс), быстродействующие ($t_{з.р.ср} = 5...10$ нс), среднего быстродействия ($t_{з.р.ср} = 10...50$ нс) и медленнодействующие ($t_{з.р.ср} > 50$ нс).

Параметры $U_{\text{вых}}^1$, $U_{\text{вых}}^0$, $U_{\text{пор}}^1$, $U_{\text{пор}}^0$ называют статическими, а параметры t^{10} , t^{01} , $t_{з.р}^{10}$, $t_{з.р}^{01}$ и $t_{з.р.ср}$ — динамическими. Кроме этих параметров, ЛЭ характеризуются коэффициентом объединения по входу $K_{об}$ и коэффициентом разветвления по выходу $K_{раз}$.

Коэффициент объединения по входу определяет число входов ЛЭ, по которым реализуется логическая функция, а коэффициент разветвления по выходу — нагрузочную способность ЛЭ и равен числу единичных нагрузок, которые можно одновременно подключить к выходу ЛЭ. Под единичной нагрузкой понимают один вход другого ЛЭ, подключенный к выходу первого ЛЭ.