

ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АНАЛОГИ

Логических элементов, работающих как самостоятельные цифровые микросхемы малой степени интеграции и как компоненты микросхем более высокой степени интеграции, можно насчитать несколько десятков. Но здесь мы поговорим лишь о четырех из них—о логических элементах И, ИЛИ, НЕ, И–НЕ. Элементы И, ИЛИ и НЕ—основные, а И–НЕ является комбинацией элементов И и НЕ.

Что представляют собой эти «кирпичики» цифровой техники, какова логика их действия? Сразу уточним: напряжения от 0 до 0,4 В, т. е. соответствующие уровню логического 0, мы будем называть напряжением низкого уровня, а напряжения более 2,4 В, соответствующие уровню логической 1, — напряжением высокого уровня. Именно такими уровнями напряжений на входе и выходе элементов и микросхем серии К155 принято характеризовать их логические состояния и работу.

Графическое изображение логического элемента И показано на рис. 1, а. Его условным символом служит знак «&», стоящий внутри прямоугольника: он заменяет союз «И» в английском языке. Слева—два (может быть и больше) логических входа— x_1 и x_2 , справа—выход y . Логика действия элемента такова. Напряжение высокого уровня появляется на выходе лишь тогда, когда сигналы такого же уровня будут поданы на все его входы.

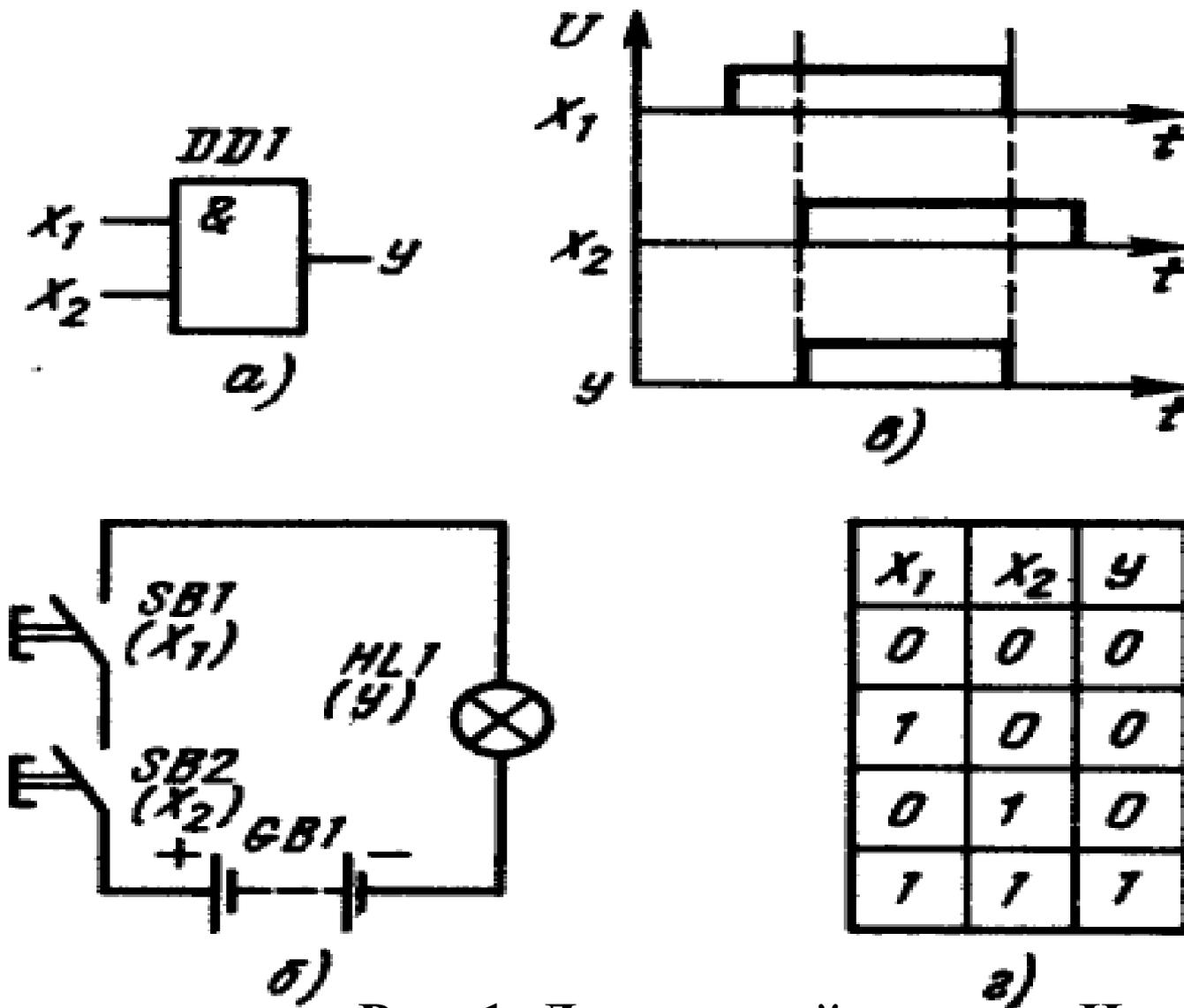


Рис. 1. Логический элемент И:

а—условное графическое обозначение; б—его электрический аналог; в—временные диаграммы; г—таблица истинности работы элемента

Разобраться в логике действия логического элемента И поможет его электрический аналог (рис. 1, б), составленный из последовательно соединенных источника питания GB1 (например, батареи 3336Л), кнопочных переключателей SB1, SB2 любой конструкции и лампы накаливания HL1 (МНЗ,5–0,26). Переключатели имитируют электрические сигналы на входе аналога, а нить лампы индицирует уровень сигнала на выходе. Разомкнутое состояние контактов переключателей соответствует напряжениям низкого уровня, замкнутое—высокого уровня. Пока контакты кнопок не замкнуты (на обоих входах элемента напряжение низкого уровня), электрическая цепь аналога разомкнута и лампа, естественно, не горит. Нетрудно сделать другой вывод: лампа накаливания на выходе аналога элемента И загорается тогда и только тогда, когда контакты кнопок SB1 и SB2 окажутся замкнутыми одновременно. В этом и заключается логическая связь между входными и выходным сигналами элемента И.

Теперь взгляните на рис. 1, в. На нем изображены временные диаграммы электрических процессов, дающие достоверное представление о работе логического элемента И. На входе x_1 сигнал появляется первым. Как только подается такой же сигнал и на вход x_2 , тут же появляется сигнал и на выходе y , который существует до тех пор, пока на обоих входах имеются сигналы, соответствующие напряжению высокого уровня.

О состоянии и логической связи между входными и выходными сигналами в элементе И дает представление так называемая таблица истинности (рис. 1, г), напоминающая таблицу умножения. Глядя на нее, можно сказать, что сигнал высокого уровня на выходе элемента будет тогда и только тогда, когда сигналы такого же уровня появятся на обоих его входах. Во всех других случаях на выходе элемента будет напряжение низкого уровня.

Условный символ логического элемента ИЛИ–цифра 1 внутри прямоугольника (рис. 2, а). У этого элемента, как и у элемента И, может быть два и больше входов. Сигнал на выходе ~~у, соответствующий~~ напряжению ~~высокого~~ уровня, появляется при подаче такого же сигнала на вход x_1 , или на вход x_2 , или одновременно на оба входа. Чтобы убедиться в таком действии элемента ИЛИ, проведите опыт с его электрическим аналогом (рис. 2, б). Лампа накаливания HL1 на выходе аналога будет загораться всякий раз, когда окажутся замкнутыми контакты или кнопки SB1, или SB2, или одновременно обеих (всех) кнопок.

Закрепить в памяти электрическое свойство элемента ИЛИ помогут временные диаграммы его работы (рис. 2, в) и ~~таблица истинности~~ (рис. 2, г) логической связи между входными и выходными сигналами.

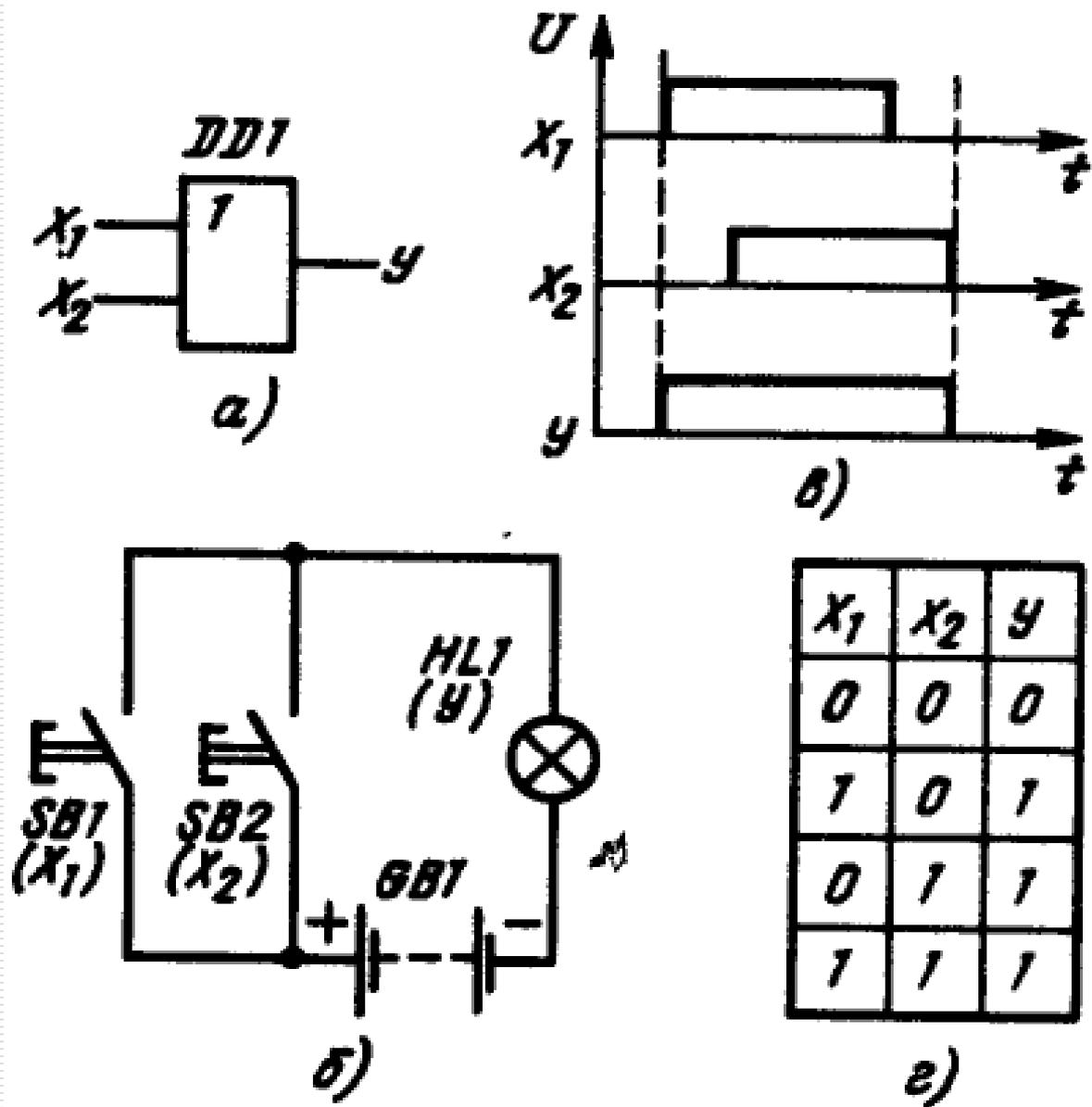
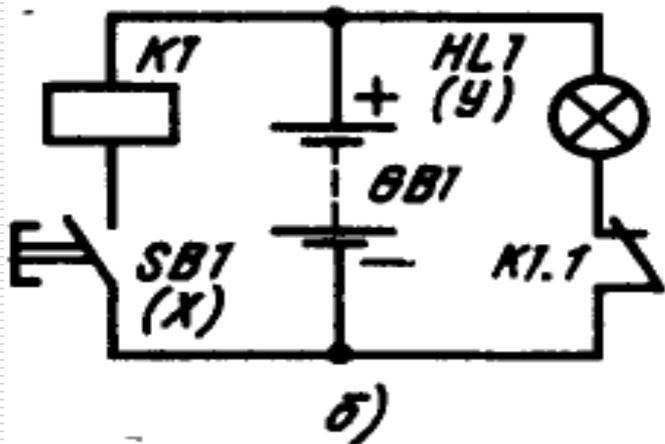
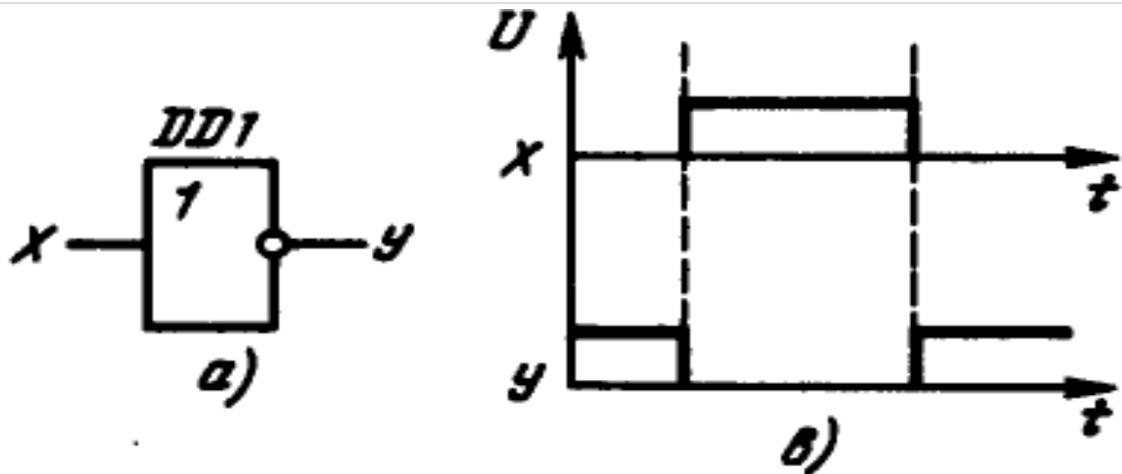


Рис. 2. Логический элемент ИЛИ, его электрический аналог и принцип действия

Условный символ логического элемента НЕ—тоже цифра 1 в прямоугольнике (рис. 3, *a*). Но у него один вход и ~~один выход. Небольшой кружок, которым начинается~~ линия связи выходного сигнала, символизирует логическое отрицание «не» на выходе элемента. На языке цифровой техники «не» означает, что данный элемент является инвертором—электронным устройством, выходной сигнал которого противоположен входному. Иначе говоря, пока на его входе действует сигнал низкого уровня, на выходе присутствует сигнал высокого уровня, и наоборот.

Электрический аналог элемента НЕ можно собрать по схеме, приведенной на рис. 3, б. Электромагнитное реле К1, срабатывающее при данном напряжении батареи SB1, должно быть с группой нормально замкнутых контактов. Пока контакты кнопки SB1 разомкнуты, обмотка реле обесточена, его контакты К1.1 остаются замкнутыми и, следовательно, лампа HL1 горит. При нажатии на кнопку ее контакты замыкаются, имитируя появление входного сигнала высокого уровня, в результате чего реле срабатывает. Его контакты, размыкаясь, разрывают цепь питания лампы HL1—погасая, она символизирует появление на выходе сигнала низкого уровня.

Попробуйте начертить самостоятельно временные диаграммы работы элемента НЕ и составить таблицу истинности логической связи между его входным и ~~выходным сигналами они должны получиться такими же, как приведенные на рис. 3, в, г.~~



| <i>x</i> | <i>y</i> |
|----------|----------|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

Diagram (d) is a truth table for the NOT gate, showing the relationship between input *x* and output *y*.

Рис. 3.
Логический элемент НЕ, его электрический аналог и принцип действия

Как мы уже говорили, логический элемент И–НЕ является комбинацией элементов И и НЕ. Поэтому на его графическом изображении (рис. 4, а) есть знак «&» и небольшой кружок на линии выходного сигнала, символизирующий логическое отрицание. Выход один, а входов два и больше.

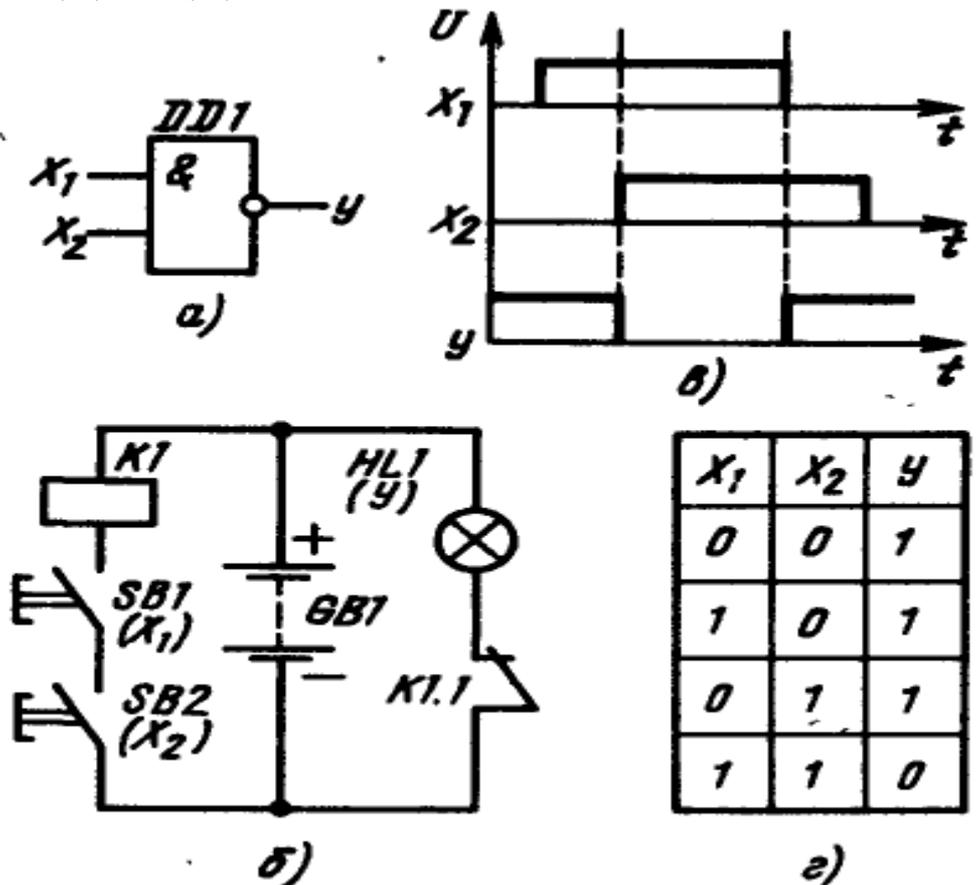


Рис. 4. Логический элемент И–НЕ, его электрический аналог и принцип действия

Разобраться в принципе действия такого логического элемента цифровой техники вам поможет его электрический аналог, собранный по схеме на рис. 4, б. ~~Электромагнитное реле К1, батарея GB1 и лампа~~ накаливания HL1 такие же, как в аналоге элемента HE. Последовательно с обмоткой реле включите две кнопки (SB 1 и SB 2), контакты которых будут имитировать входные сигналы. В исходном состоянии, когда контакты кнопок разомкнуты, лампа горит, символизируя сигнал высокого уровня на выходе. Нажмите на одну из кнопок во входной цепи. Как на это реагирует индикаторная лампа? Она продолжает гореть. А если нажать обе кнопки? В этом случае электрическая цепь, образованная батареей питания, обмоткой реле и контактами кнопок, оказывается замкнутой, реле срабатывает и его контакты К1.1, замыкаясь, разрывают вторую цепь аналога—лампа гаснет.

Эти опыты позволяют сделать вывод: при сигнале низкого уровня на одном или на всех входах элемента И–НЕ (когда контакты входных кнопок аналога разомкнуты) на выходе действует сигнал высокого уровня, который изменяется на сигнал низкого уровня при появлении таких же сигналов на всех входах элемента (контакты кнопок аналога замкнуты). Такой вывод подтверждается диаграммами работы и таблицей истинности, показанными на рис. 4, в, г.

Логический элемент И–НЕ обладает еще одним существенным свойством, суть которого заключается в следующем: если его входы соединить вместе и подать на них сигнал высокого уровня, на выходе элемента будет сигнал низкого уровня. И наоборот, при подаче на объединенный вход сигнала низкого уровня на выходе элемента будет сигнал высокого уровня. В этом случае элемент И–НЕ, как, вероятно, вы уже догадались, становится инвертором, т. е. логическим элементом НЕ. Это свойство элемента И–НЕ очень широко используется в приборах и устройствах цифровой техники.

СПАСИБО ЗА

ВНИМАНИЕ !!!
