

Руденко Алексей Владимирович

Курс: Основы информационной техники

(2 семестра)

V семестр – экзамен.

VI семестр – экзамен.

В текущем семестре 2 контрольные работы.

Рекомендуемая литература:

Угрюмов Е.П.

Цифровая схемотехника: учеб. пособие для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 816 с.: ил. ISBN 978-5-9775-0162-0

Новиков Ю. В.

Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. — М.: Мир, 2001. — 379 е., ил. — (Современная схемотехника). ISBN 5-03-003449-8

Бабич Н. П., Жуков И. А.

Компьютерная схемотехника. Методы построения и проектирования: Учебное пособие. — К.: "МК-Пресс", 2004. — 576 е., ил. ISBN 966-96415-2-7

Бойт К.

Цифровая электроника Москва: Техносфера, 2007. - 472 с. ISBN 978-5-94836-124-6

Музылева И.В.

Элементная база для построения цифровых систем управления Москва: Техносфера, 2006. - 144с. ISBN 5-94836-099-7

ИНТУИТ - Интернет университет

Ю.В. Новиков Введение в цифровую схемотехнику

<http://www.intuit.ru/department/hardware/digs/>

И.В. Музылева. Основы цифровой техники | ISBN: 978-5-9556-0123-6

<http://www.intuit.ru/department/hardware/basdigtech/>

Лабораторный практикум:

Руденко А.В., Белоусов П.А., Никитин И.С. Базовые логические элементы и цепи формирования управляющих сигналов устройств ввода-вывода. Лабораторный практикум по курсу «Вычислительная техника». – Обнинск: ИАТЭ, 2007. – 80с

Руденко А.В., Белоусов П.А., Никитин И.С. Комбинационная схемотехника. Лабораторный практикум по курсу «Вычислительная техника». – Обнинск: ИАТЭ, 2007. – 80с.

Руденко А.В., Белоусов П.А., Поливанов С.Ю. Элементы комбинационной схемотехники. Лабораторный практикум по курсу «Вычислительная техника». – Обнинск ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011. – 80 с.

Руденко А.В., Белоусов П.А., Никитин И.С. Арифметико-логические элементы ЦЭВМ. Лабораторный практикум по курсу «Вычислительная техника». – Обнинск: ИАТЭ, 2011. – 80с

Лекция 1

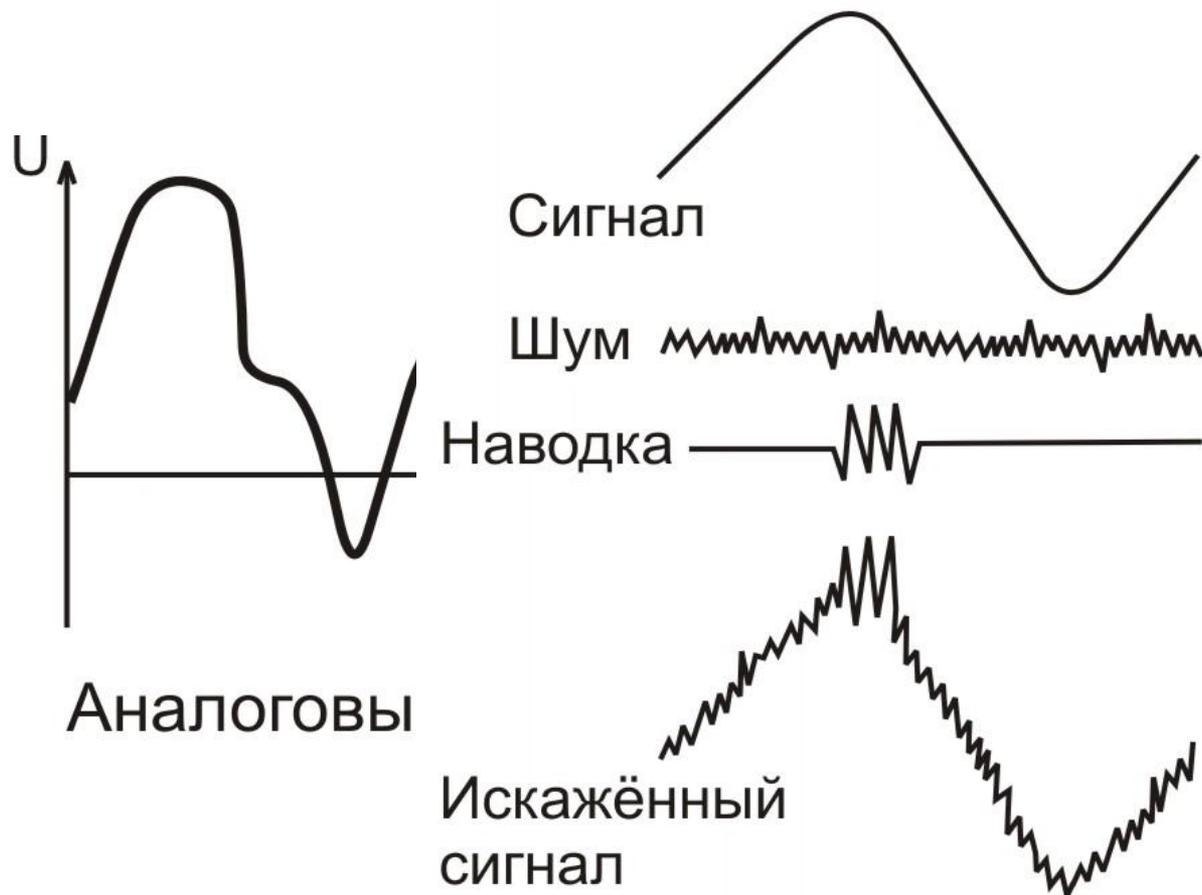
Введение в вычислительную технику

Цифровая электроника
Основные понятия

Базовые определения

- **Сигнал** — любая физическая величина (например, температура, давление воздуха, интенсивность света, сила тока и т.д.), изменяющаяся со временем.
- **Электрический сигнал** — электрическая величина (например, напряжение, ток, мощность), изменяющаяся со временем.
- **Аналоговый сигнал** — может принимать любые значения в определенных пределах. Устройства, работающие с аналоговыми сигналами, — аналоговые устройства. Аналоговый сигнал изменяется *аналогично* физической величине, то есть непрерывно во времени и величине.
- **Цифровой сигнал** — может принимать только несколько определённых значения (в большинстве случаев только два). Причём допустимы некоторые отклонения от этих значений. Устройства, работающие с цифровыми сигналами, — цифровые устройства.

Аналоговый сигнал и его искажения шумами и наводками

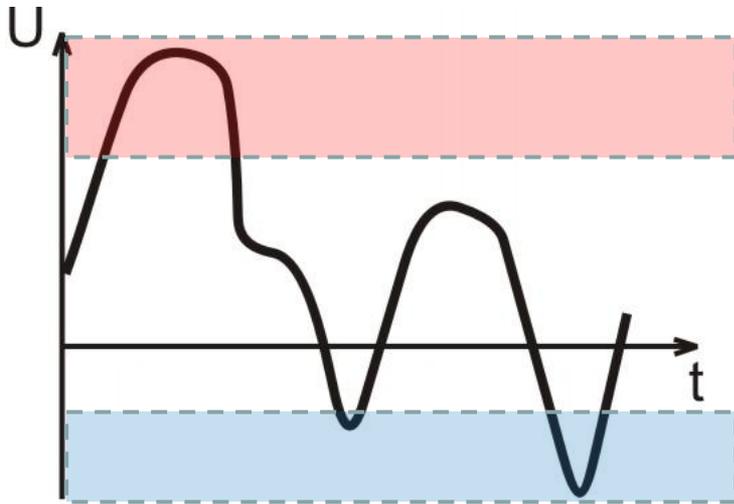


Аналоговый сигнал

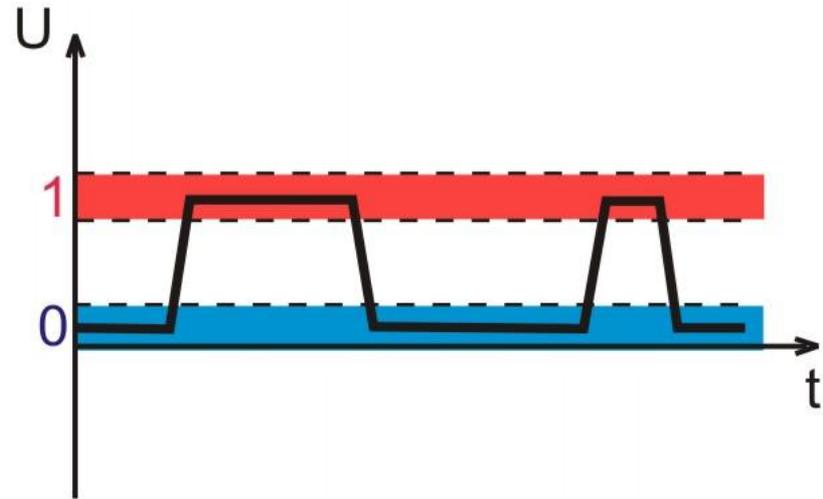
Причины искажений сигналов

- Несовершенство характеристик элементов аппаратуры;
- Шумы (слабые хаотические сигналы, вырабатываемые любым электронным компонентом);
- Наводки, помехи (сигналы, вызываемые внешними электромагнитными полями — радиопередача, трансформаторы, взаимовлияние цепей и т.д.);
- Старение элементов — изменение внутренних характеристик элементов со временем;
- Внешние физические воздействия: температура, влажность, давление, вибрация и т.д.
- Паразитные эффекты (токовые утечки, паразитные ёмкости, индуктивности, сопротивления).

Цифровой сигнал



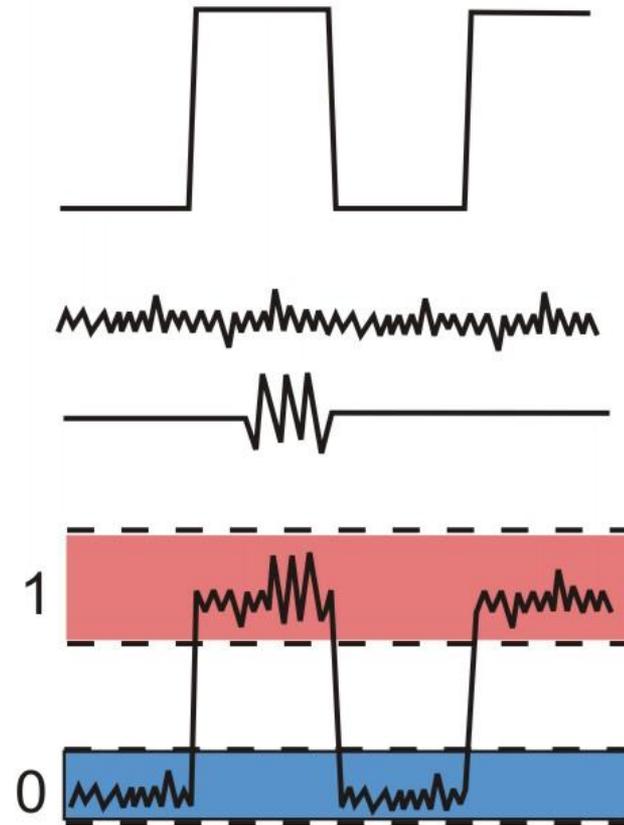
Аналоговый сигнал



Цифровой
(двухуровневый) сигнал

Физическими аналогами цифр **0** и **1** служат сигналы способные принимать **два хорошо различимых значения** представленных, например, напряжением (или током) высокого или низкого уровня, отсутствием или наличием в заданный момент времени электрического импульса, противоположными по знаку значениями магнитной индукции и т.п.

Цифровой сигнал и его искажения шумами и наводками



Цифровой сигнал

Преимущества цифровых сигналов

- Качественная передача на большие расстояния без искажений;
- Длительное хранение без потерь с возможностью многократного копирования без искажений;
- Поведение цифровых устройств всегда можно точно рассчитать и предсказать;
- Цифровые устройства проще проектировать, отлаживать, тестировать, на них меньше сказываются эффекты старения;

Недостатки цифровых сигналов

- Более сложная и многоступенчатая обработка, чем в случае аналоговых сигналов;
- Принципиально меньшее предельное быстродействие цифровых устройств по сравнению с аналоговыми;
- Информационная ёмкость цифрового сигнала гораздо меньше, чем аналогового, поэтому для замены одного аналогового сигнала требуется несколько цифровых сигналов (от 4 до 16) — т.е. требуется введение кодирования (математическая обработка);
- Для связи с реальным миром требуются преобразователи аналоговых сигналов в цифровые (на входе, АЦП) и цифровых сигналов в аналоговые (на выходе, ЦАП);
- Даже при простом алгоритме обработки непрерывных сигналов цифровые устройства гораздо сложнее аналоговых.

Электронное устройство (система)

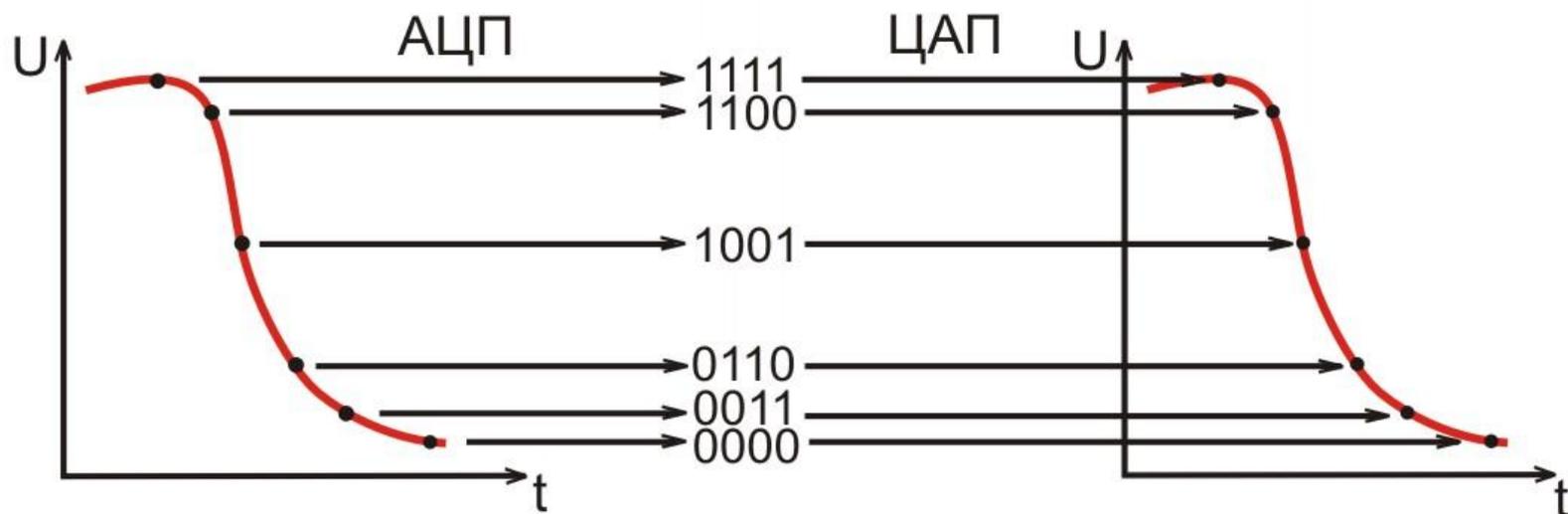
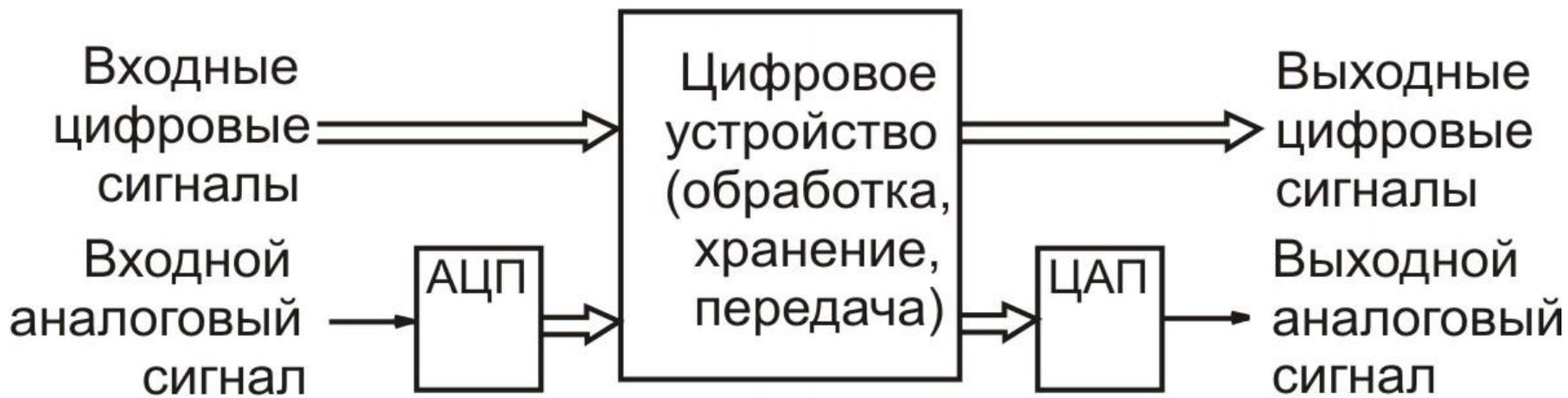
Электронная система – это любой электронный узел, блок, прибор или комплекс производящий обработку (преобразование) информации.



Виды цифровых сигналов

- **Одиночные цифровые сигналы:**
 - Разрешающие/запрещающие сигналы;
 - Сигнализирующие сигналы (флаги);
 - Синхронизирующие сигналы (определяющие момент времени выполнения операции).
- **Сгруппированные (шинные) цифровые сигналы (коды):**
 - Коды выборок аналоговых сигналов;
 - Коды адресации устройств (выбора нужного устройства);
 - Коды команд (инструкций);
 - Коды данных.

Универсальное цифровое устройство



Основные определения используемые при описании электронной системы

- **Задача** – это набор функций, выполнение которых требуется от электронной системы;
- **Быстродействие** – показатель скорости выполнения поставленной перед электронной системой задачи;
- **Гибкость** – способность электронной системы подстраиваться под выполнение различных задач;
- **Избыточность** – показатель степени соответствия возможностей системы для решения поставленной перед системой задачи;
- **Интерфейс** (сопряжение) – соглашение об обмене информацией или правила обмена информацией, подразумевающие электрическую, логическую и конструктивную совместимость устройств участвующих в обмене.

Понятие схемотехники



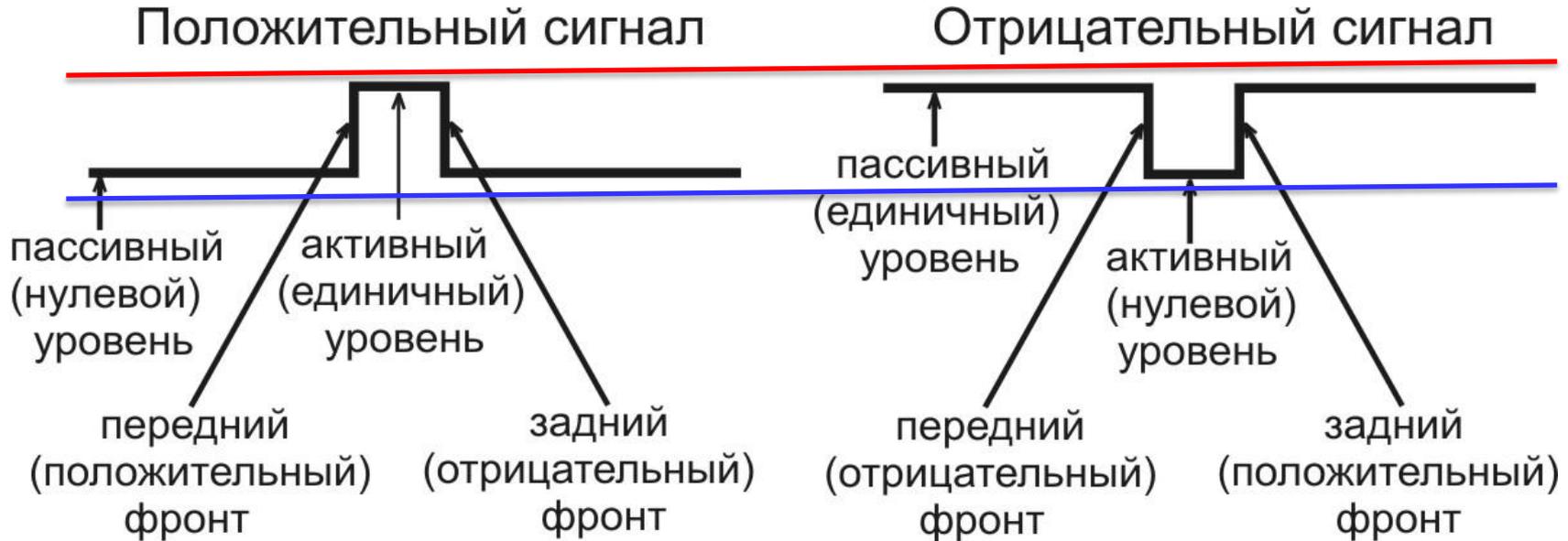
Аналоговая схемотехника – предназначена для работы с непрерывным представлением обрабатываемого сигнала. Характеризуется максимальным быстродействием, малым потреблением электроэнергии, но, с другой стороны, малой стабильностью параметров, сложностью и дорогостоящей изготовления, эксплуатации и ремонта.

Цифровая схемотехника – предназначена для работы с дискретным представлением обрабатываемого сигнала. Обладает прекрасной повторяемостью рабочих параметров, надёжностью, относительной дешевизной изготовления и эксплуатации. Характеризуется меньшим быстродействием по сравнению с аналоговой схемотехникой.

Типы цифровых устройств

- Устройства с «жёсткой» логикой работы (выходные сигналы в каждый момент жёстко определяются значениями входных сигналов и это соответствие не может быть изменено);
- Устройства с программируемым алгоритмом работы (соответствие выходных сигналов входным сигналам может быть изменено программой — набором управляющих кодов).
- Устройства с «жёсткой» логикой быстрее, проще для простых функций, но сложнее в разработке.
- Устройства с программируемой логикой медленнее, но проще для реализации сложных функций и проще в разработке.

Элементы цифрового сигнала



Типы логики

Положительная логика — логической единице соответствует высокий уровень напряжения, логическому нулю — низкий уровень напряжения;

Отрицательная логика — логической единице соответствует низкий уровень напряжения, логическому нулю — высокий уровень напряжения.

Типы логики относятся к кодам (шинам).

Одиночные сигналы (импульсы) называются положительными (единичными) или отрицательными (нулевыми).

Основные классы цифровых схем

В зависимости от наличия или отсутствия элементов памяти цифровые схемы делятся на два класса:

1. Автоматы без памяти – **комбинационные схемы**.
2. Автоматы с памятью – **последовательностные схемы**.

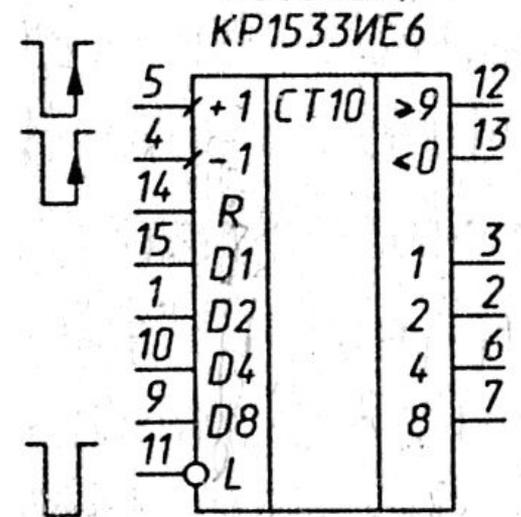
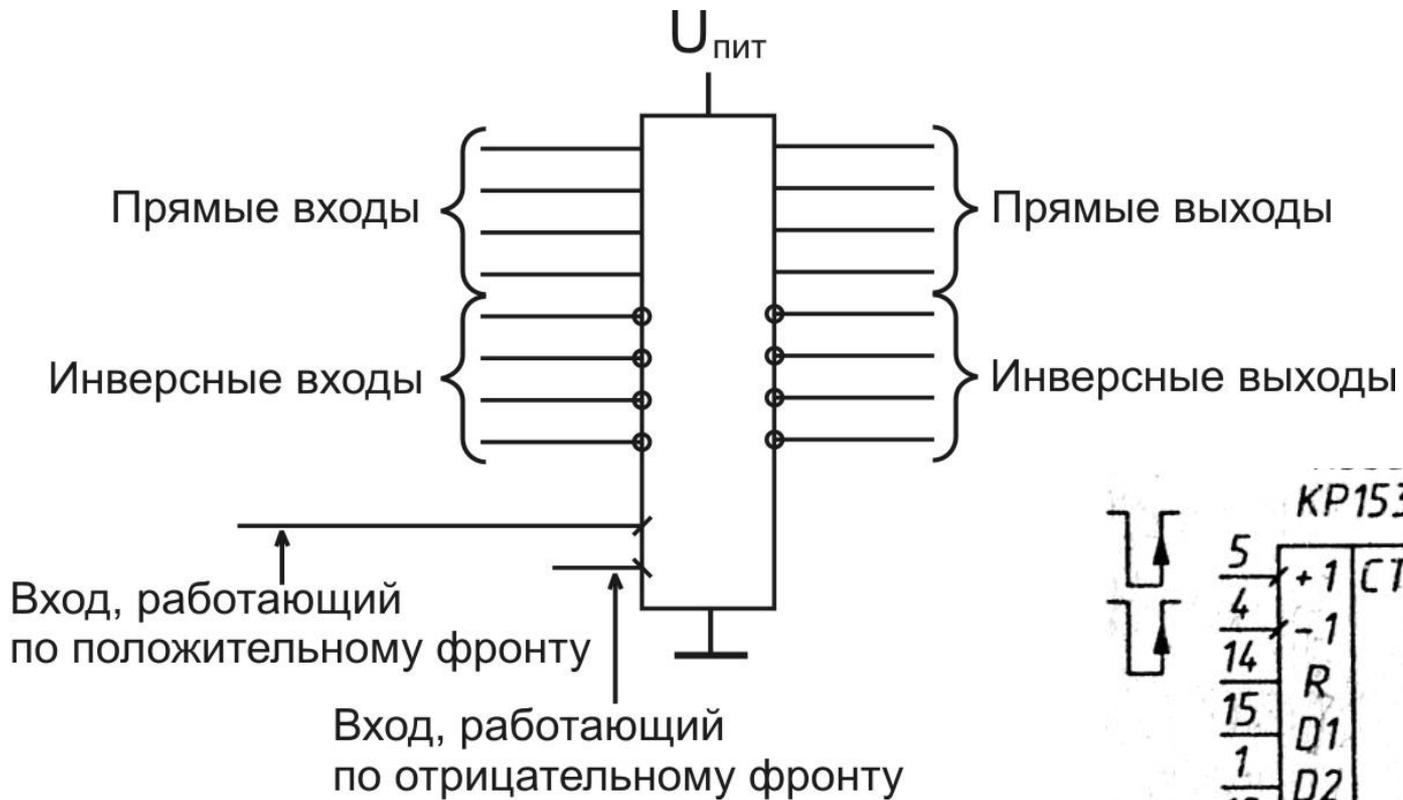
В комбинационных схемах выходные сигналы определяются только состоянием (комбинацией) входных сигналов, действующих на рассматриваемом интервале времени.

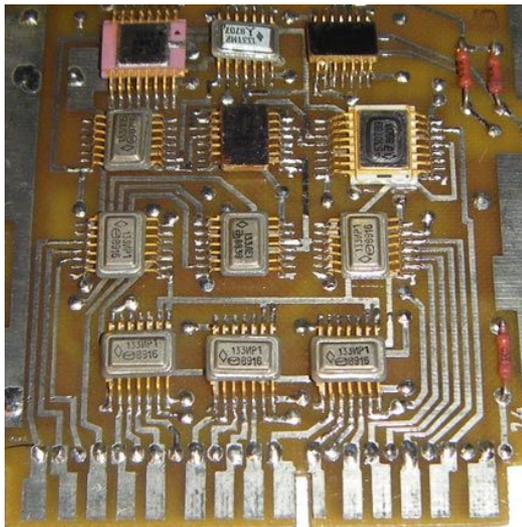
В последовательностных схемах наличие элементов памяти обуславливает зависимость выходных сигналов от входных не только на данном временном интервале, но и в зависимости от предыстории изменения входных сигналов, то есть от последовательности смены входных сигналов в предыдущие моменты времени.

Базовые элементы цифровой электроники

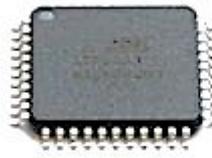
Цифровые элементы, узлы, микросхемы

Условно-графическое обозначение цифрового электронного элемента





SO-20



TQFP-32



SSOP-28



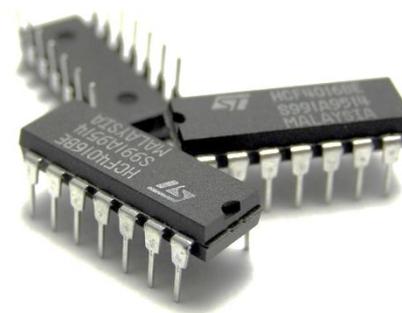
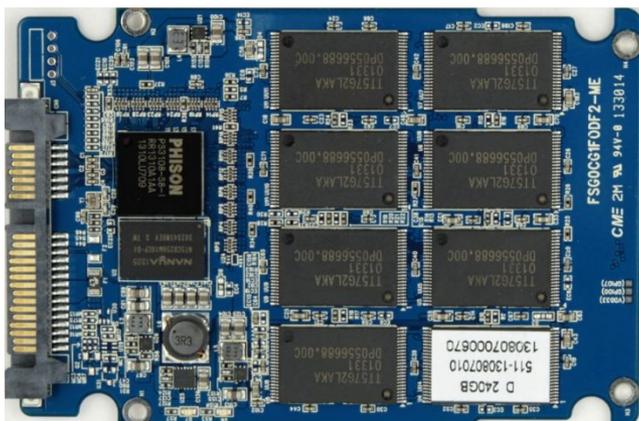
SO-16



SO-8

Корпуса цифровых микросхем

Электронный узел



Инвертор (элемент НЕ)

$$A \rightarrow \bar{A}$$

$$0 \rightarrow 1$$

$$1 \rightarrow 0$$

Обозначения инвертора

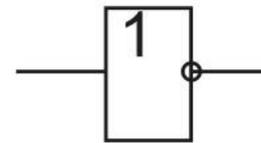
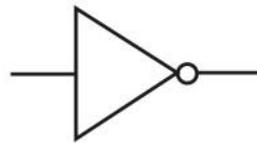
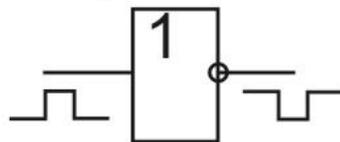


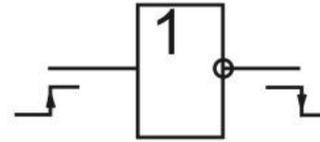
Таблица истинности инвертора

Вход	Выход
0	1
1	0

Инверсия сигнала



Инверсия фронта

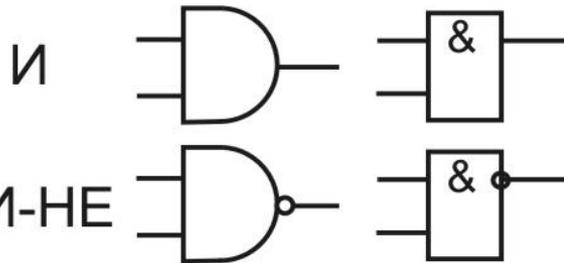


Элементы: И, И-НЕ.

Операция конъюнкции

$$Y = A \cdot B$$

$$Y = \overline{A \cdot B}$$

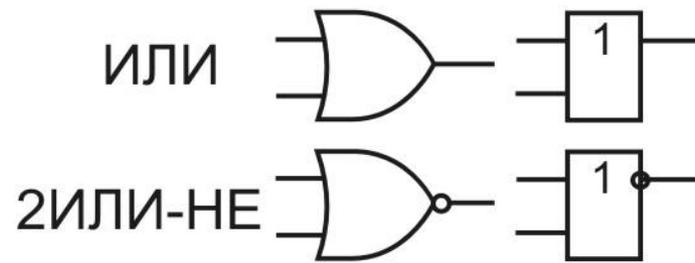


Элементы: ИЛИ, ИЛИ-НЕ.

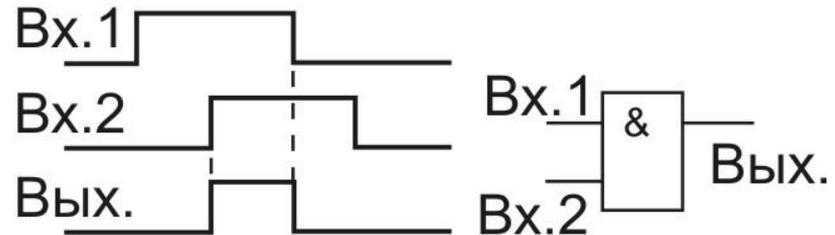
Операция дизъюнкции

$$Y = A + B$$

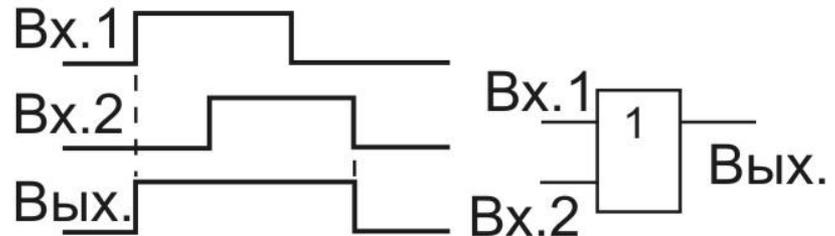
$$Y = \overline{A + B}$$



Вход 1	0	1	0	1
Вход 2	0	0	1	1
Выход И	0	0	0	1

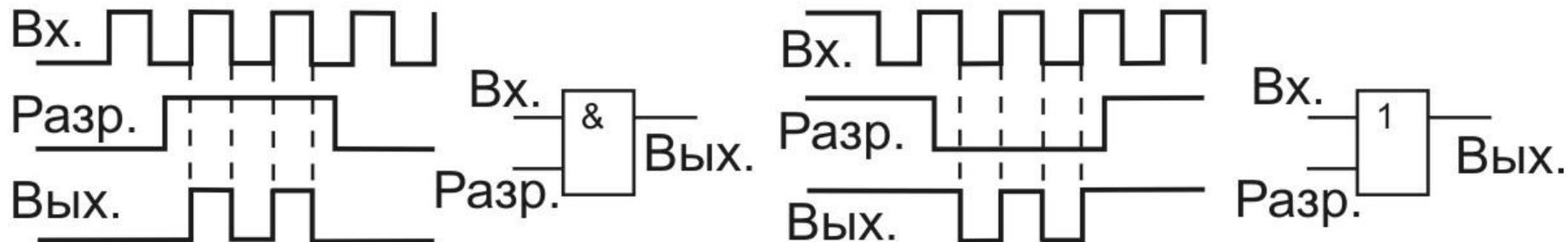


Вход 1	0	1	0	1
Вход 2	0	0	1	1
Выход ИЛИ	0	1	1	1

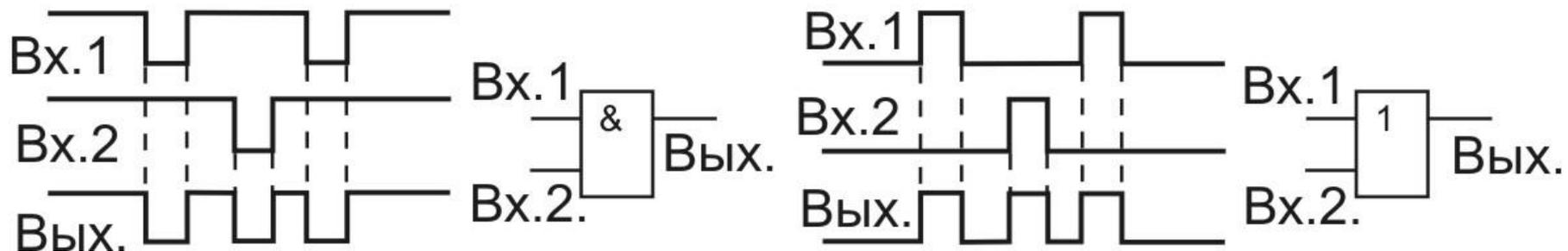


Действия выполняемые над цифровыми сигналами

Разрешение/запрещение сигналов



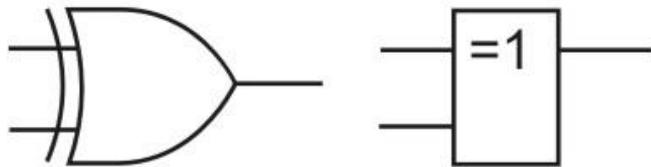
Смешивание сигналов



Элемент “Исключающее ИЛИ”

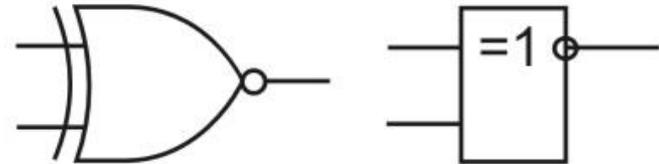
$$Y = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$$

Исключающее ИЛИ

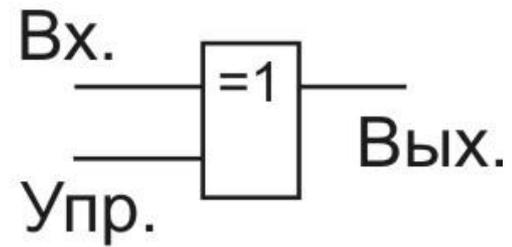
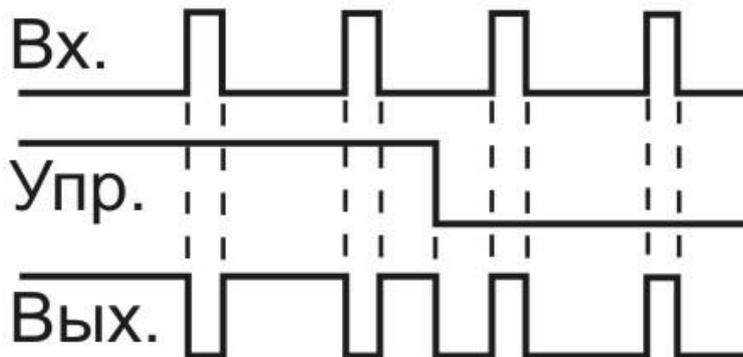


Вход 1	0	1	0	1
Вход 2	0	0	1	1
Выход	0	1	1	0

Исключающее ИЛИ-НЕ



$$Y = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B$$

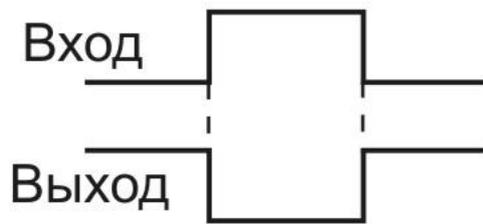
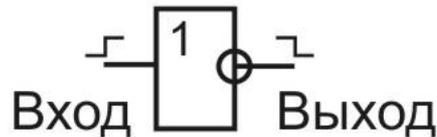


Управляемый инвертор

Три модели цифровых устройств

1. Логическая модель.
2. Модель с временными задержками.
3. Модель с учетом электрических эффектов (или электрическая модель).

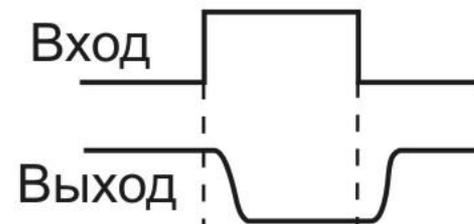
Инвертор



1 уровень



2 уровень



3 уровень