



Лекция 4. Операционные блоки цифровых устройств. Принципы работы и основные характеристики.

Преподаватель: Джунусов Нуридин Ауелович, лектор. Кафедры «Электроники, телекоммуникаций и космических технологий»

n.aueluly@gmail.com

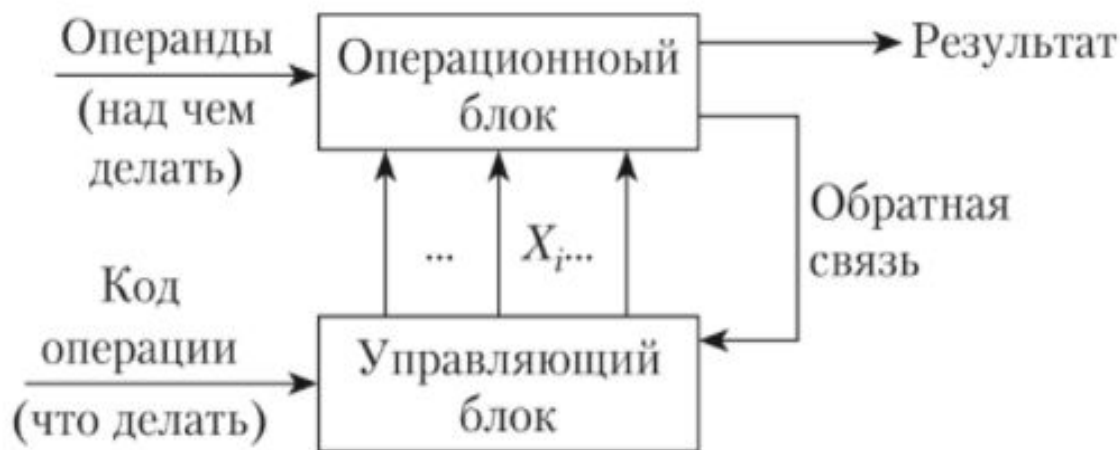
Содержание

1. Операционные блоки цифровых устройств.
2. Принципы работы и основные характеристики.

Структура цифрового устройства

Операционный блок состоит из операционных элементов, набор которых может быть одним и тем же для выполнения разных алгоритмов обработки.

Под действием кода операции управляющий блок вырабатывает последовательность управляющих сигналов X_i в течение необходимого числа тактов, порождающих в операционном блоке нужную последовательность микроопераций.

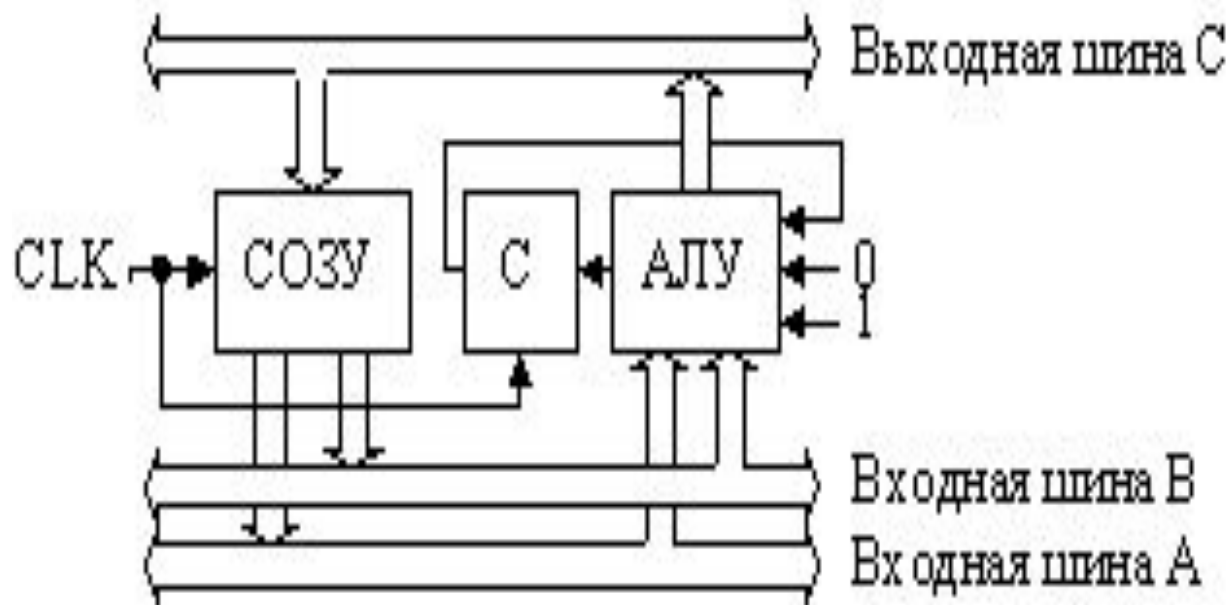


Набор микроопераций в каждом вычислителе свой и колеблется от нескольких единиц до нескольких десятков. Наиболее часто используются такие микрооперации:

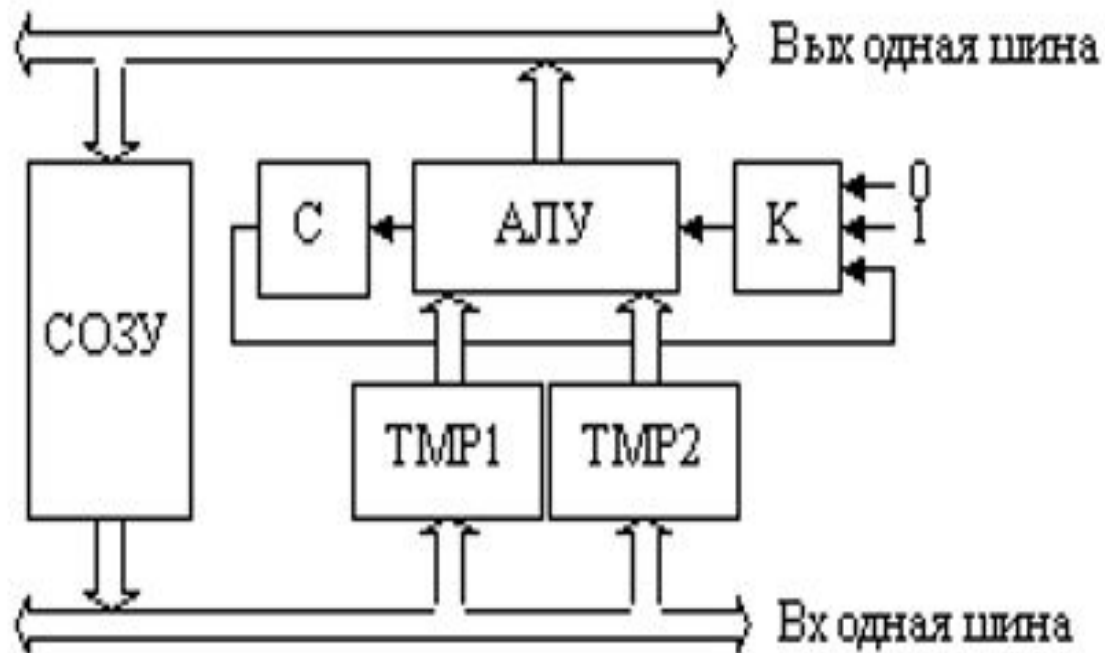
- 1) установка $\langle \text{слово} \rangle := \langle \text{число} \rangle$;
- 2) передача $\langle \text{слово} \rangle := \langle \text{слово1} \rangle$;
- 3) счет $\langle \text{слово} \rangle := \langle \text{слово} \rangle \pm 1$;
- 4) сложение $\langle \text{слово} \rangle := \langle \text{слово1} \rangle + \langle \text{слово2} \rangle$;
- 5) дизъюнкция $\langle \text{слово} \rangle := \langle \text{слово1} \rangle \vee \langle \text{слово2} \rangle$;
- 6) конъюнкция $\langle \text{слово} \rangle := \langle \text{слово1} \rangle \wedge \langle \text{слово2} \rangle$;
- 7) инверсия $\langle \text{слово} \rangle := \langle \text{слово1} \rangle$ (поразрядная инверсия двоичных разрядов);
- 8) логическая неравнозначность (или сумма по модулю два) $\langle \text{слово} \rangle := \langle \text{слово1} \rangle \oplus \langle \text{слово2} \rangle$;
- 9) логическая равнозначность $\langle \text{слово} \rangle := \langle \text{слово1} \rangle \infty \langle \text{слово2} \rangle$, где ∞ — подобие;
- 10) сдвиг $\langle \text{слово} \rangle := R_m \langle \text{слово1} \rangle$ (R — сдвиг вправо на m бит);
 $L_m \langle \text{слово1} \rangle$ (L — сдвиг влево на m бит).

Эти и другие микрооперации выполняются операционными элементами.

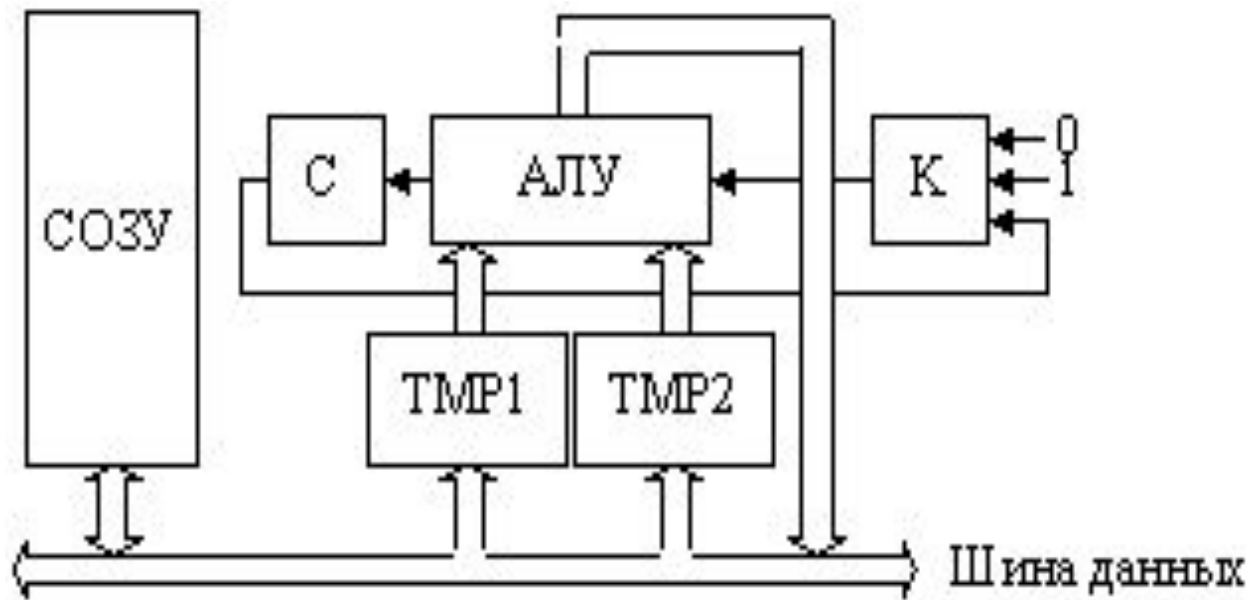
Трёхшинная структура операционного блока микропроцессора



Двухшинная структура операционного блока микропроцессора



Одношинная структура операционного блока микропроцессора



Шина

В настоящее время схемы с тремя состояниями широко используются для построения шин. Шина представляет собой проводник к которому могут подключаться несколько микросхем. При этом часть из них используют этот проводник для передачи по нему цифрового сигнала, а часть используют его для получения информации. То есть этот проводник может быть использован в качестве элемента коммутации.

При этом особенно важно, что в отличие от коммутаторов (мультиплекторов и демультиплекторов) количество входов и выходов в шине заранее не определено. Поэтому к шине можно подключать (и отключать) устройства без перенастройки принципиальной схемы.

Часто в микросхеме, содержащей элементы с тремя состояниями выходного каскада объединяют управляющие сигналы всех элементов в один провод. (точно так же как это делалось в параллельных регистрах) Такие микросхемы называют шинными формирователями и изображают на схемах как показано на рисунке 7.

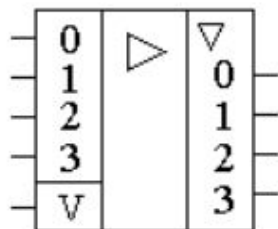


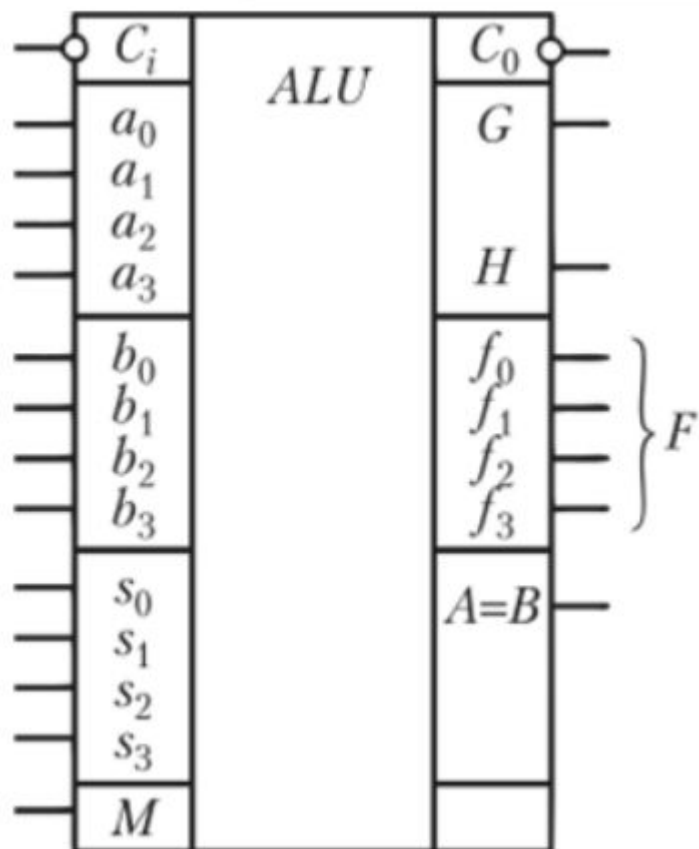
Рисунок 7. Условно-графическое обозначение шинного формирователя

Функциональное назначение АЛУ




АЛУ – узел электронно-вычислительных устройств, предназначенный для выполнения логических, арифметических операций и операций сравнения.

Условное обозначение АЛУ



Рассмотрим типовое АЛУ. ВИС имеются входы чисел A и B , входы выбора операций S , вход переноса C_x из младшего разряда и вход M , сигнал которого задает тип выполняемых операций: логические ($M=1$) или арифметико-логические ($M=0$). Результат операции вырабатывается на выходах F . Выходы G и H используются для организации параллельных переносов при наращивании разрядности обрабатываемых слов. Сигнал C_0 — выходной перенос в старший разряд, а выход « $A=B$ » — выход, равный «1» при условии $A=B$.

АЛУ как отдельная микросхема

 АЛУ имеет входы операндов A и B , входы выбора операций S , вход переноса C_i и вход M (Mode), сигнал которого задает тип выполняемых операций: логические ($M = 1$) или арифметико-логические ($M = 0$). Результат операции вырабатывается на выходах F , выходы G и H дают функции генерации и прозрачности, используемые для организаций параллельных переносов при наращивании размерности АЛУ. Сигнал C_0 — выходной перенос, а выход $A = B$ есть выход сравнения на равенство с открытым коллектором.

Обобщённая блок-схема арифметико-логического устройства (АЛУ).

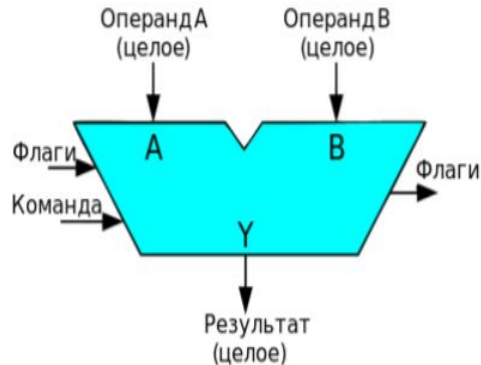
Арифметико – логическое устройство

АЛУ – устройство, предназначенное для выполнения логических и математических операций над двоичными числами. АЛУ входит в состав любого микропроцессора.

ALU - Arithmetic Logic Unit

По способу действия над операндами АЛУ делят на:

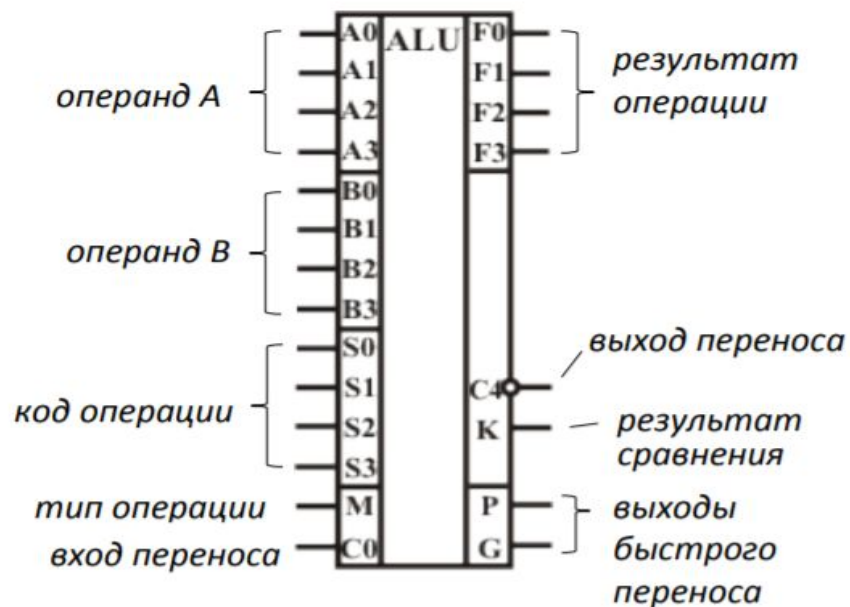
1. **Параллельные** – Операнды представляются параллельным кодом и операции совершаются одновременно над всеми разрядами операндов.
2. **Последовательные** – Операции над операндами производятся последовательно во времени над их отдельными разрядами.



Стрелками указаны входные и выходные слова. Флаги — признаки (например, результата сравнения операндов) выполнения предыдущей операции (вход) и результата выполнения текущей операции (выход). В одноместных операциях таких, например, как инверсия битов слова или битовый сдвиг второй операнд (В) не участвует в операции. Слово команды указывает необходимую операцию.

Принцип работы

Состояние входов S				Состояние входа M	
S3	S2	S1	S0	M=1	M=0 (C=0)
0	0	0	0	A	$A \setminus 1$
0	0	0	1	A+B	$(A+B) \setminus 1$
0	0	1	0	A+B	$(A+B) \setminus 1$
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	A+B	$(A \setminus A) \times (B \setminus 1)$
0	1	0	1	B	$(A+B) \setminus A(B \setminus 1)$
0	1	1	0	$A \times B \setminus A \times B$	A-B
0	1	1	1	$A \times B$	$A \times B$
1	0	0	0	A+B	$A \setminus A \times B \setminus 1$
1	0	0	1	$A \times B + A \times B$	$A \setminus B \setminus 1$
1	0	1	0	B	$(A+B) \setminus A \times B \setminus 1$
1	0	1	1	$A \times B$	$A \times B$
1	1	0	0	1	$A \setminus A \setminus 1$
1	1	0	1	A+B	$(A+B) \setminus A \setminus 1$
1	1	1	0	A+B	$(A+B) \setminus A \setminus 1$
1	1	1	1	A	A



УГО четырехразрядного АЛУ



В зависимости от значений, поступающих на входы S и M, выполняется одна из 32 возможных операций. Разные операции требуют различного количества времени на свое выполнение.

АЛУ

- ❏ **Арифметико-логические устройства АЛУ (ALU, Arithmetic-Logic Unit)** выполняют над словами ряд действий.
- ❏ Основой АЛУ служит сумматор, схема которого дополнена логикой, расширяющей функциональные возможности АЛУ и обеспечивающей его перестройку с одной операции на другую.



АЛУ как отдельная микросхема

-  Обычно АЛУ четырехразрядные и для наращивания разрядности объединяются с формированием последовательных или параллельных переносов.
-  В силу самодвойственности выполняемых операций условное обозначение и таблица истинности АЛУ встречаются в двух вариантах, отличающихся взаимно инверсными значениями переменных.

Увеличение разрядности АЛУ

Последовательное - выход переноса предыдущей ИС соединяется со входом переноса последующей, пока не будет получена требуемая разрядность. При этом во всех АЛУ входы выбора операции и ее типа соединяются общей шиной.

При последовательном соединении АЛУ увеличивается время выполнения операции, что уменьшает быстродействие конечного устройства. Для устранения этого недостатка в АЛУ предусмотрены выходы **быстрого переноса**, используемые при параллельном соединении.

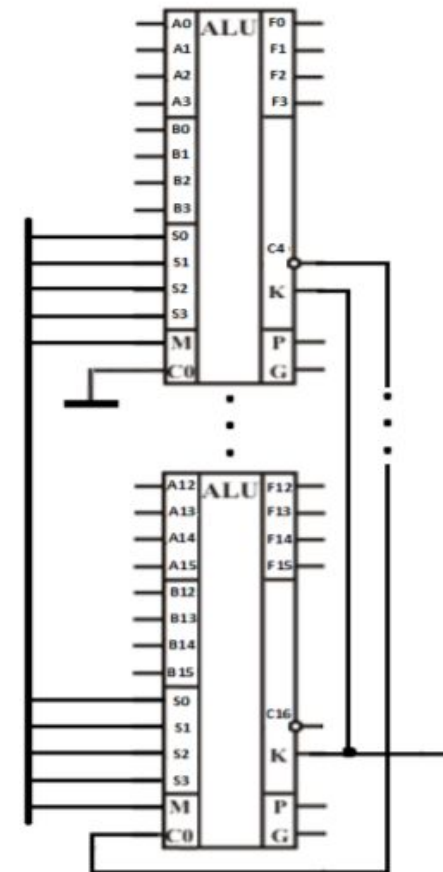


Схема последовательного подключения АЛУ

Увеличение разрядности АЛУ

Параллельное – для этого типа подключения используются специальные микросхемы, называемые схемами **ускоренного переноса**. Выходы G и P АЛУ подключаем к аналогичным входам G и P схемы УП, а выходы переноса последней ко входам переноса АЛУ. При этом входы M всех микросхем должны быть объединены

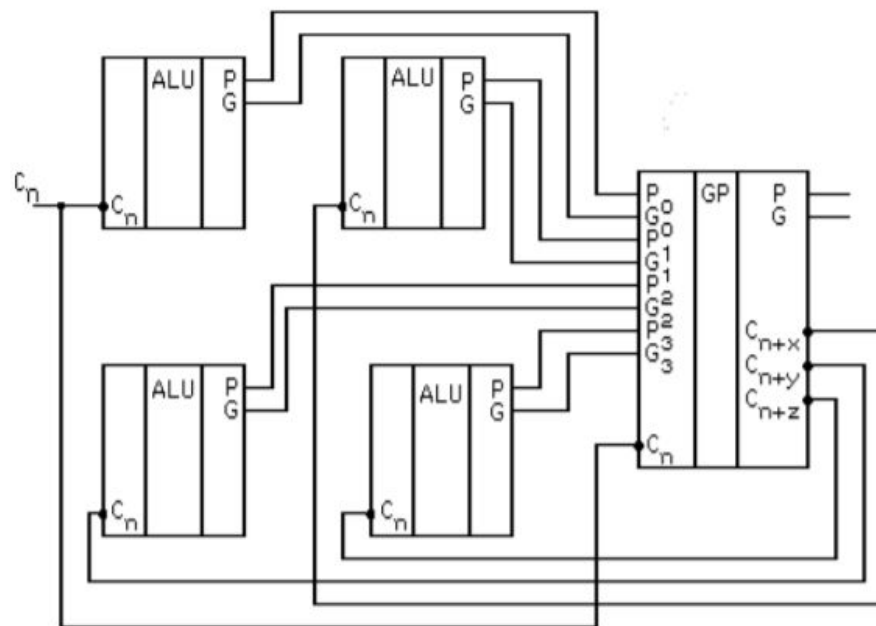


Схема параллельного
подключения АЛУ