

ЛЕКЦИЯ № 9

Тема: Сумматоры. АЛУ

Текст лекции по дисциплине «Цифровые устройства и микропроцессоры»

Контрольные вопросы

Нарисовать условно-графическое обозначение, схему регистра согласно задания варианта

1 вариант

УГО последовательного регистра

2 вариант

Схема параллельного 2-х разрядного регистра на D-триггерах

3 вариант

УГО параллельного регистра

4 вариант

Схема параллельного 2-х разрядного регистра на JK-триггерах

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Сумматоры
2. Арифметико-логическое устройство

ЛИТЕРАТУРА:

Основная литература

Л.1. А.К.Нарышкин «Цифровые устройств и микропроцессоры»: учеб. пособие для студ. Высш. Учебн. Заведений/ А. К. Нарышкин, 2 – е изд. - Издательский центр «Академия», 2008г. с. 108-125, 267-283

Л.2. Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров «Аналоговая и цифровая электроника», М.:Горячая линия- Телеком, 2000г. с. 603-623

Дополнительная литература

Л.5. Е.П. Угрюмов «Цифровая схемотехника», Санкт-Петербург, 2000г. с. 77-90

Л6. Ю.А. Браммер. И.Н.Пашук «Импульсные и цифровые устройства», М.-Высшая школа, 1999г. с. 275-284

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Сумматоры

Синтез цифровых устройств. Часть 1.

- Полусумматоры стр. 88-90 рис. 3.35 а, в

- Одноразрядный сумматор стр 90-91

Синтез цифровых устройств. Часть 2.

*-Сумматор последовательного действия стр. 90-91
рис. 4.9 а*

*-Сумматор параллельного действия стр. 93-95 рис.
4.10 а, 4.11*

2. Арифметико-логическое устройство

Синтез цифровых устройств. Часть 2.

Стр 99-102 (рис. 4.14, 4.16)

1. Сумматоры

Основные понятия и определения

Сумматором называется арифметический узел, формирующий код числа, являющийся значением суммы двух или нескольких слагаемых.

При сложении многоразрядных кодов, в каждом разряде формируется значение *суммы* S_i и значение *переноса* P_i из данного разряда в соседний старший разряд. Часть многоразрядного сумматора, в которой формируются значения S_i и P_i называется *разрядом*.

Классификация сумматоров

1. По виду кода, в котором представляется сумма.

- двоичные сумматоры;
- двоично-десятичные сумматоры;
- сумматоры в спец коде и др.

2. По количеству разрядов в формируемом коде суммы:

- одноразрядные сумматоры (формирует одноразрядный код суммы двух или более слагаемых).
- многоразрядные сумматоры (формирует многоразрядный код суммы слагаемых которые, представлены многоразрядными кодами.).

3. По способу подачи в сумматор кодов слагаемых при формировании кода суммы:

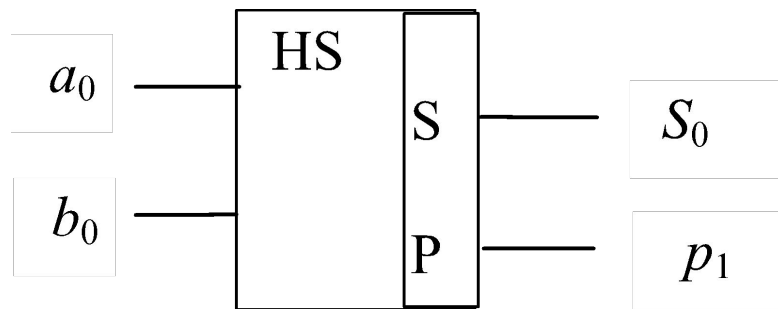
- комбинационные сумматоры (параллельного действия) (это устройство, в котором коды слагаемых подаются одновременно на разные входы);
- накапливающие сумматоры (последовательного действия) (это устройство, на входы которого коды слагаемых подаются последовательно во времени).

ПОЛУСУММАТОР

Основные понятия и определения

Одноразрядным комбинационным полусумматором называется ЦУ, которое вырабатывает значение суммы S двух слагаемых a и b одноименных разрядов и формирует сигнал переноса p в соседний старший разряд.

УГО, работа

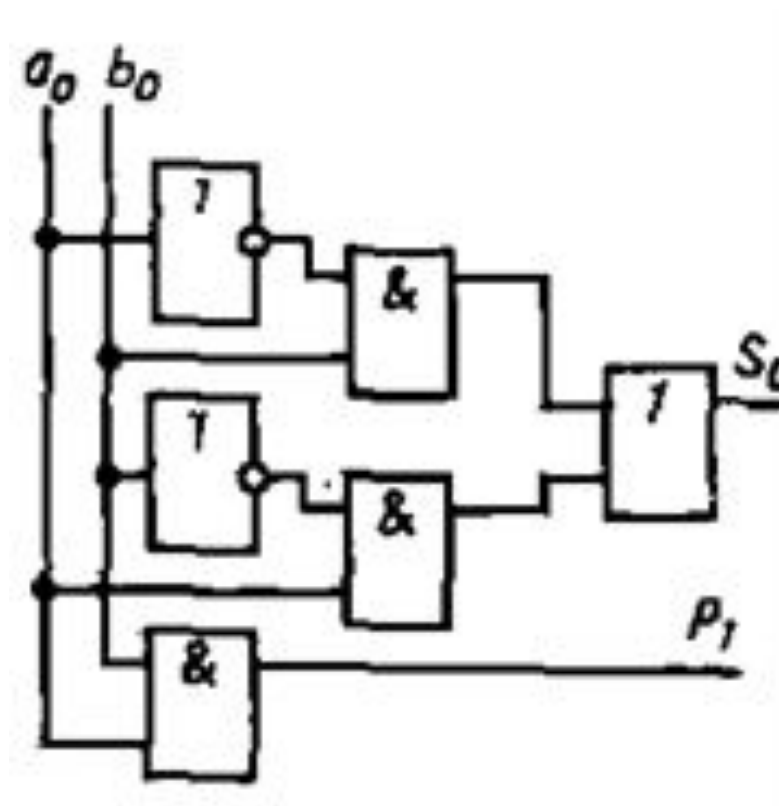


| a_0 | b_0 | S_0 | p_i |
|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |

Переключательная функция (ПФ) в СДНФ для суммы и переноса:

$$S_0 = \overline{a_0} \cdot b_0 + a_0 \cdot \overline{b_0} ,$$
$$p_1 = a_0 \cdot b_0 .$$

Схема одноразрядного комбинационного полусумматора



ПОЛНЫЙ ДВОИЧНЫЙ ОДНОРАЗРЯДНЫЙ КОМБИНАЦИОННЫЙ СУММАТОР

Основные понятия и определения

Одноразрядным комбинационным сумматором называется ЦУ, предназначенное для суммирования трех одноразрядных двоичных чисел: значений одноименных цифровых разрядов a_i , b_i и сигнала переноса из соседнего младшего разряда p_i , выработки значения суммы в данном разряде S_i , и переноса p_{i+1} в старший разряд.

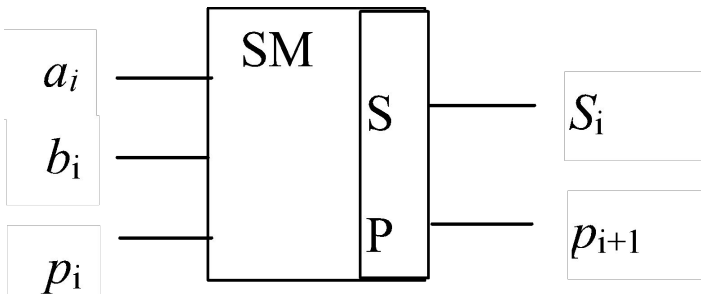
Таким образом, одноразрядный комбинационный сумматор имеет три входа — a_i , b_i и p_i и два выхода — S_i и p_{i+1}

Предназначен для поразрядного сложения двух многоразрядных чисел, когда в качестве третьего слагаемого приходится учитывать перенос из младшего разряда.

УГО, работа

К155ИМ1.

Здесь И – элемент арифметических и дискретных устройств;
М – сумматор.



| a_i | b_i | p_i | S_i | p_{i+1} |
|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

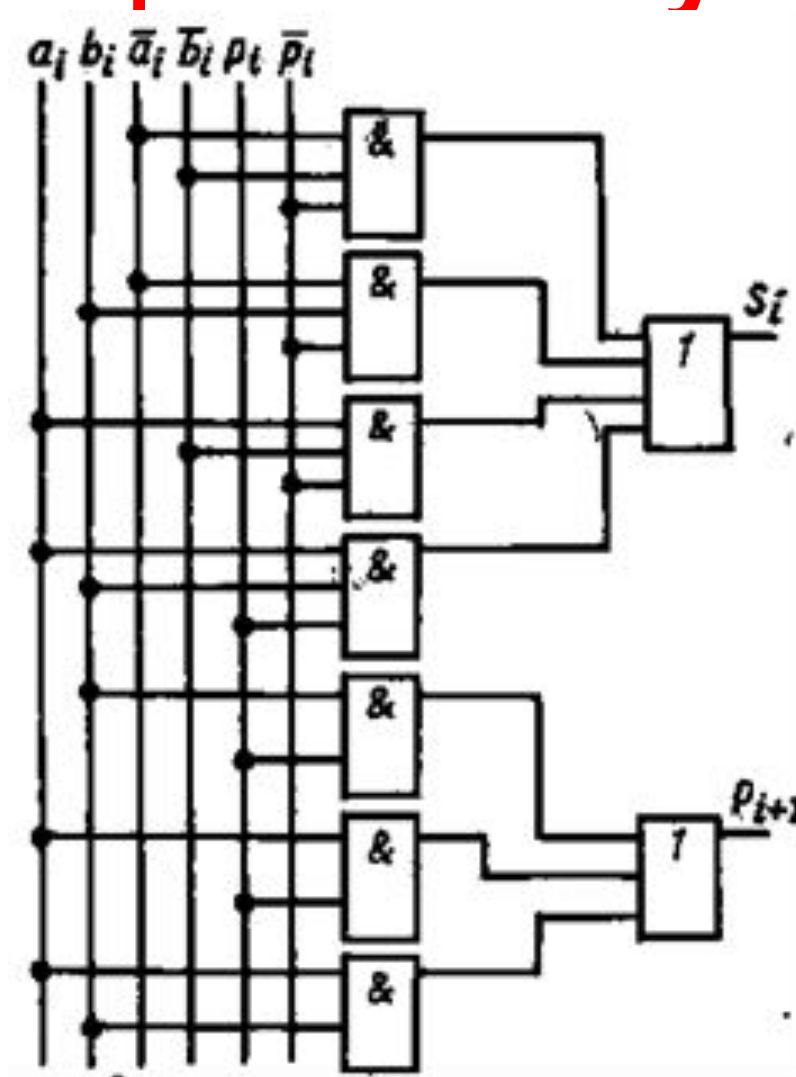
Используя таблицу истинности, запишем ПФ для суммы S_i и переноса p_{i+1} в СДНФ:

$$S_i = \bar{a}_i \bar{b}_i p_i + \bar{a}_i b_i \bar{p}_i + a_i \bar{b}_i \bar{p}_i + a_i b_i p_i,$$

$$p_{i+1} = \bar{a}_i b_i p_i + a_i \bar{b}_i p_i + a_i b_i \bar{p}_i + a_i b_i p_i.$$

Минимизировав для переноса получим $p_{i+1} = b_i p_i + a_i p_i + a_i b_i$.

Схема одноразрядного комбинационного сумматора

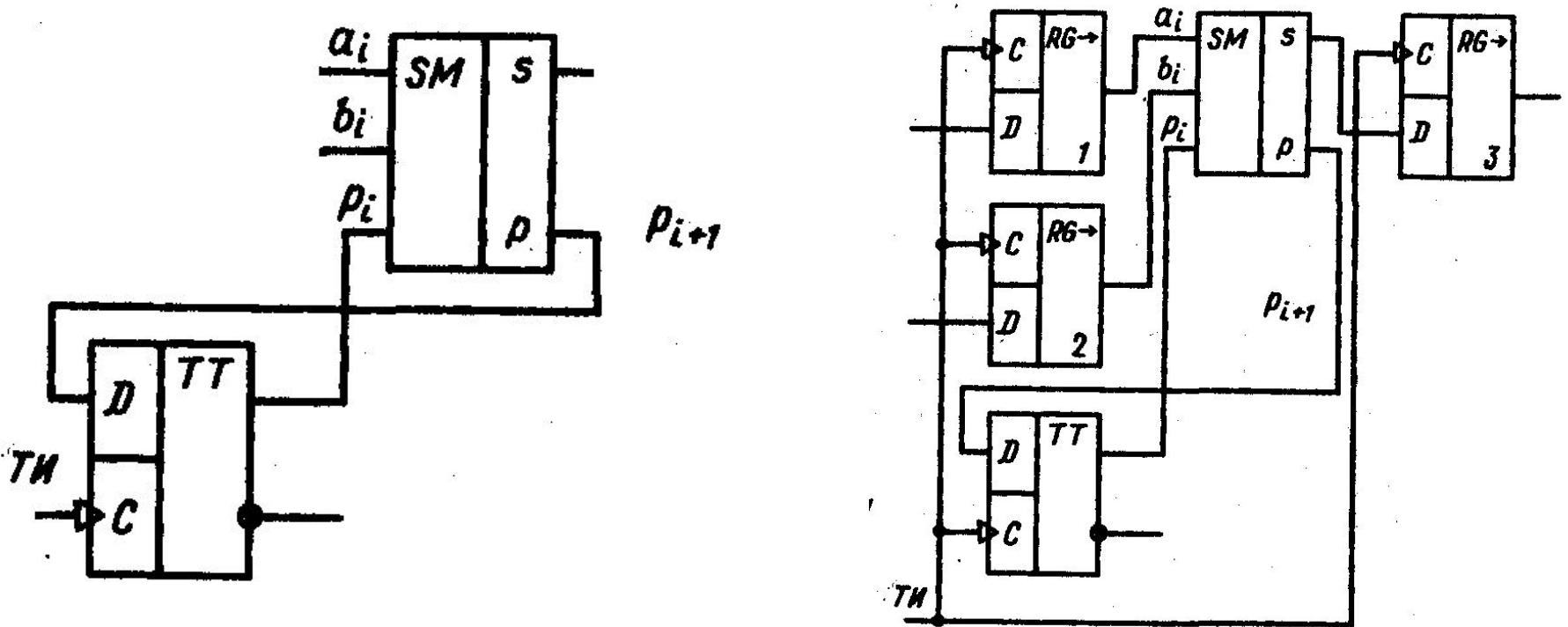


МНОГОРАЗРЯДНЫЙ СУММАТОР

Основные понятия и определения

В зависимости от способа ввода кодов слагаемых многоразрядные сумматоры делятся на два типа: *последовательного* и *параллельного действия*. В сумматоры первого типа коды чисел вводятся в последовательной форме, т.е. разряд за разрядом (младшим разрядом вперед), в сумматоры второго типа каждое слагаемое подается в параллельной форме, т.е. одновременно всеми разрядами.

Сумматор последовательного действия



Сдвиговые регистры RG не входят непосредственно в схему сумматора, они служат для подачи на вход сумматора разрядов слагаемых (регистры 1 и 2) и приема выдаваемых сумматором разрядов суммы (регистр 3).

Работа сумматора последовательного действия

Работа последовательного сумматора.

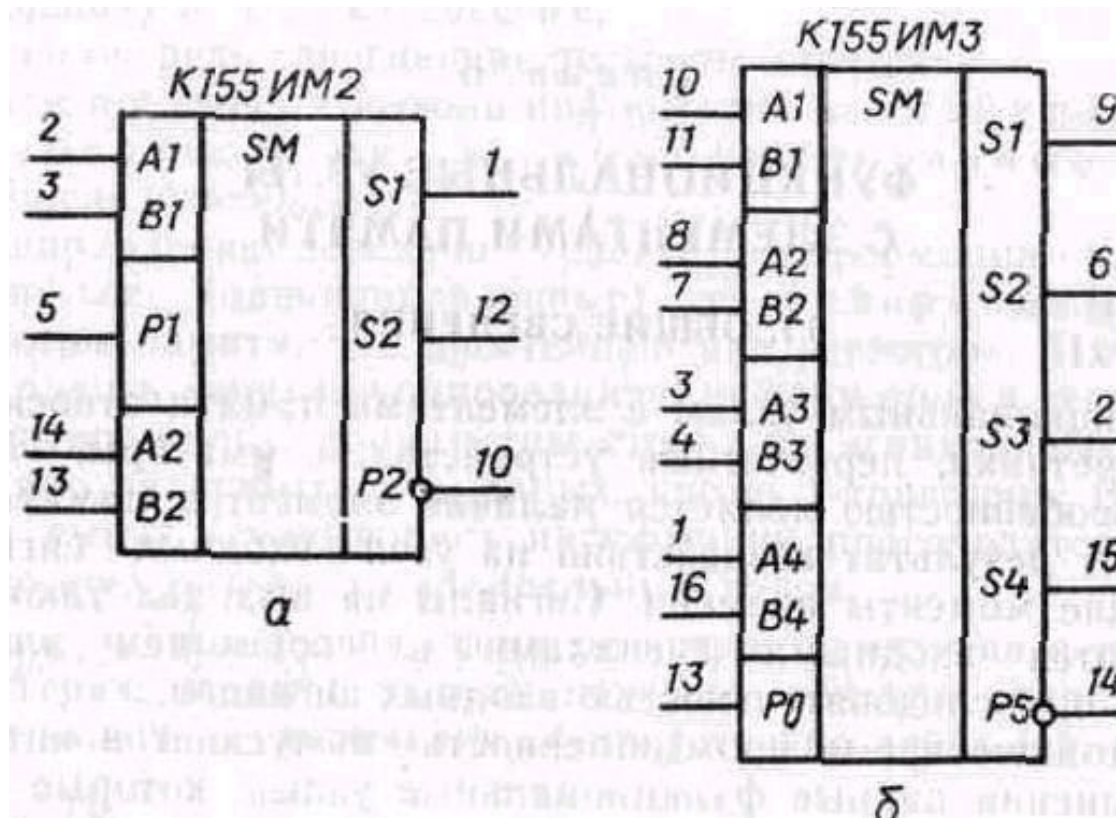
По первому тактовому импульсу на входы SM из RG1 и 2 поступают цифры первого разряда слагаемых a_1 и b_1 , из D-триггера на вход p_1 , подается уровень лог. 0. SM формирует первый разряд суммы S_1 выдаваемый на вход RG 3, и переноса принимаемый в D-триггер. Второй тактовый импульс осуществляет в регистрах сдвиг на один разряд вправо; при этом на входы одноразрядного сумматора подаются цифры второго разряда слагаемых a_2 , b_2 и перенос p_2 получающаяся цифра второго разряда суммы вдвигается в RG 3, переноса принимается в триггер и т.д.

Достоинство малый объем оборудования, требуемого для его построения.

Недостаток - необходимость в последовательной обработке разрядов, что приводит к низкому быстродействию.

Сумматор параллельного действия

Состоит из отдельных разрядов, каждый из которых содержит одноразрядный сумматор. Поэтому такой сумматор называют ещё двоичным комбинационным многоразрядным сумматором.

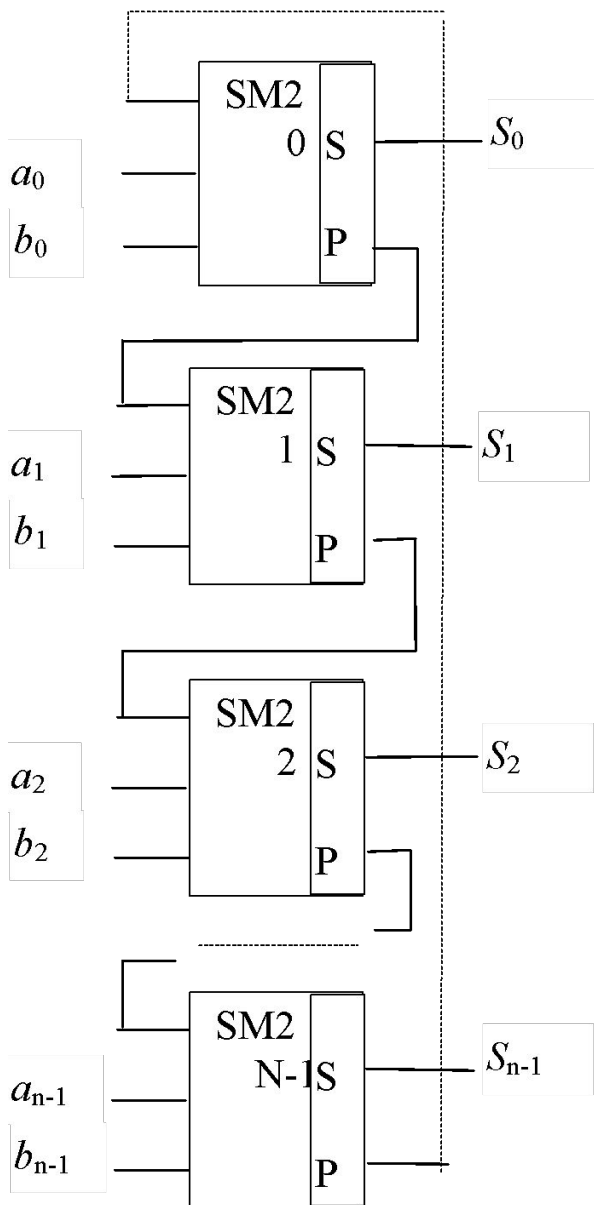


Сумматор параллельного действия

Принцип работы.

При подаче слагаемых цифры их разрядов поступают на соответствующие одноразрядные сумматоры. Каждый из одноразрядных сумматоров формирует на своих выходах цифру соответствующего разряда суммы и перенос, передаваемый на вход одноразрядного сумматора следующего, более старшего разряда.

Сумматор параллельного действия



Импульс переноса в каждом разряде формируется после того, как будет сформирован импульс переноса из предыдущего разряда. В наиболее неблагоприятном случае возникший в младшем разряде перенос может последовательно вызывать переносы во всех остальных разрядах. Для устранения данного недостатка используется блок ускоренного переноса.

2. Арифметико-логическое устройство

Основные понятия и определения

Арифметико-логическое устройство (АЛУ) - многокаскадное устройство функционального назначения, предназначенное для выполнения арифметических и логических операций над одним или двумя операндами.

Назначение последовательного регистра.

В общем случае в АЛУ выполняются операции сложения, вычитания, умножения и деления двух чисел, операции поразрядного логического сложения и логического умножения, сдвиговые операции, преобразования кодов и некоторые другие операции.

Классификация АЛУ

1. По способу действия над операндами:

- **ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ** (операнды представляются в последовательном коде, а операции производятся последовательно во времени разряд за разрядом; требуют меньших аппаратурных затрат);

- **ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ** (операнды представляются параллельным кодом и операции выполняются параллельно над всеми разрядами операнда; более быстродействующие и, в связи с этим более широко используемые).

2. По способу организации работы:

- **СИНХРОННЫЕ** (имеют меньший объем оборудования за счет простоты устройства, но менее быстродействующие)

- **АСИНХРОННЫЕ** (имеют специальные устройства для определения момента фактического завершения операции).

Классификация АЛУ

3. По структуре:

- АЛУ с непосредственными связями (сумматор, схемы для выполнения логических операций и сдвигов, а также схемы передачи информации соединены непосредственно с выходами соответствующих регистров.);
- АЛУ с магистральной структурой (входы схем для выполнения сложения, логических операций и сдвигов соединены с магистральными шинами данных или шиной данных, на которые с помощью мультиплексора может быть подключена информация с любого регистра АЛУ, а выходы этой аппаратуры подключены через мультиплексор по входным цепям регистров.).

4. По способу представления чисел

- АЛУ для чисел с фиксированной запятой;
- АЛУ для чисел с плавающей запятой;
- АЛУ для десятичных чисел.

5. По характеру использования основных узлов

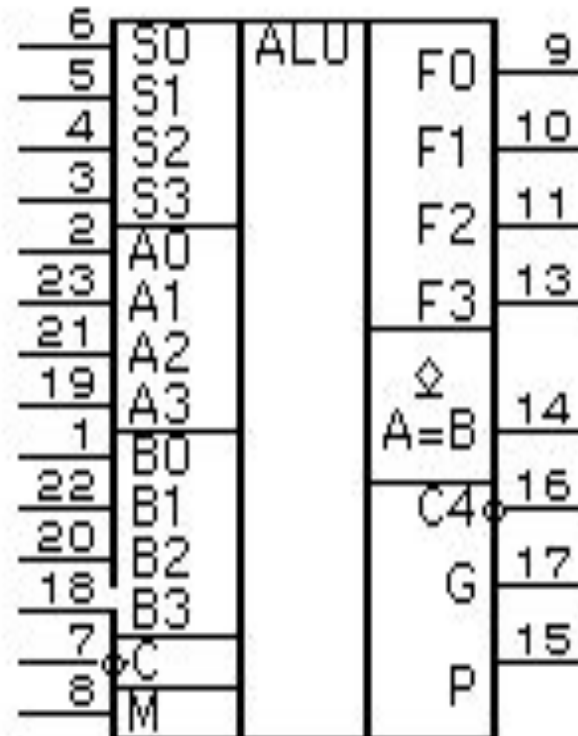
- АЛУ блочного типа (имеется несколько блоков для выполнения основных операций; более предпочтительны);
- АЛУ многофункционального типа (все операции выполняются одним блоком за счет изменения его структуры посредством коммутационных схем).

УГО АЛУ

АЛУ выполняются в виде отдельных микросхем или же может входить в состав одной СБИС – микропроцессора.

Специализированные микросхемы АЛУ, выполняют в соответствии с программой арифметические или логические операции над двумя двоичными числами.

К155ИПЗ



Устройство АЛУ

1. Операционный блок, т.е. блок выполнения операции. В состав него входят:

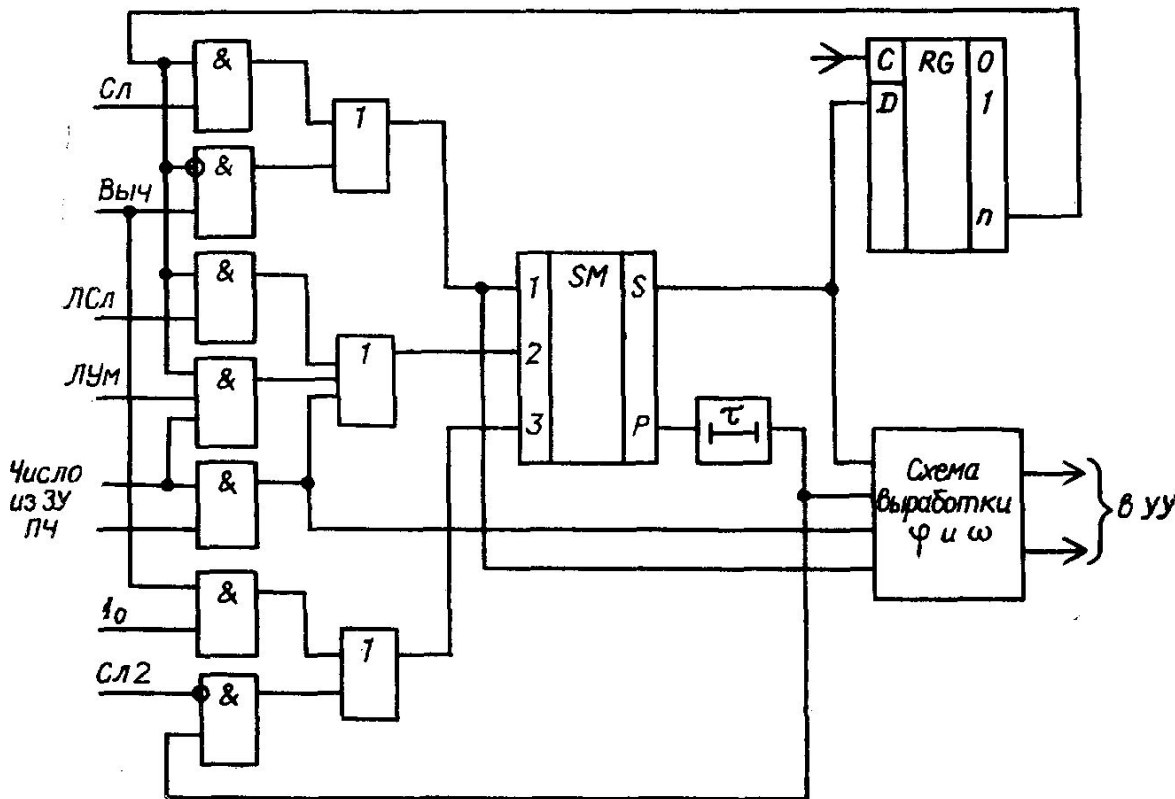
- суммирующий блок или суммирующая часть АЛУ (выполняет простые арифметические операции (сложение, вычитание, вычитание модулей) и логические операции);
- блок умножения или блок умножения-деления (реализует сложные арифметические операции (деление и умножение)).

2. Логические схемы, вырабатывающие признак результата (ПР).

3. Блок местного управления (БМУ) (служит для выработки управляющих сигналов, под действием которых реализуется операция в АЛУ. При отсутствии этого блока управление АЛУ осуществляется устройством управления вычислительной машины.).

4. Блок местной памяти (БМП) небольшой емкости.

Суммирующая часть АЛУ последовательного типа



Для выполнения операции сложения – управляющие сигналы «Сл» и «ПЧ».

Для выполнения операции вычитания – сигналы «Выч», «ПЧ», «1₀»

Для поразрядного логического сложения – сигналы «ЛСл» и «ПЧ».

Для поразрядного логического умножения – сигнал «ЛУМ».

Для поразрядного сложения по mod 2 – сигналы «Сл» и «ПЧ», «Сл2».

Заключение

1. Сумматоры предназначены для суммирования двоичных и десятичных чисел.
2. Для построения многоразрядных сумматоров необходимы одноразрядные двоичные сумматоры.
3. АЛУ это многокаскадное устройство функционального назначения, предназначенное для выполнения арифметических и логических операций над одним или двумя операндами.
4. В связи со сложностью арифметических операций умножения и деления АЛУ состоит из отдельных блоков суммирования и умножения-деления.