



МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ САМОСИНХРОННОГО УМНОЖИТЕЛЯ

Ю.В. Рождественский, Ю.А. Степченков, Ю.Г. Дьяченко,
Н.В. Морозов, Д.Ю. Степченков, Д.Ю. Дьяченко



**Институт проблем информатики
Федерального исследовательского центра
«Информатика и управление» РАН**

СОДЕРЖАНИЕ



- ▣ **Преимущества и недостатки самосинхронных схем**
- ▣ **Особенности реализации самосинхронного (СС) умножителя**
- ▣ **Метод ускорения СС умножителя**
- ▣ **Преимущества и недостатки предлагаемого метода**
- ▣ **Заключение**

САМОСИНХРОННЫЕ СХЕМЫ

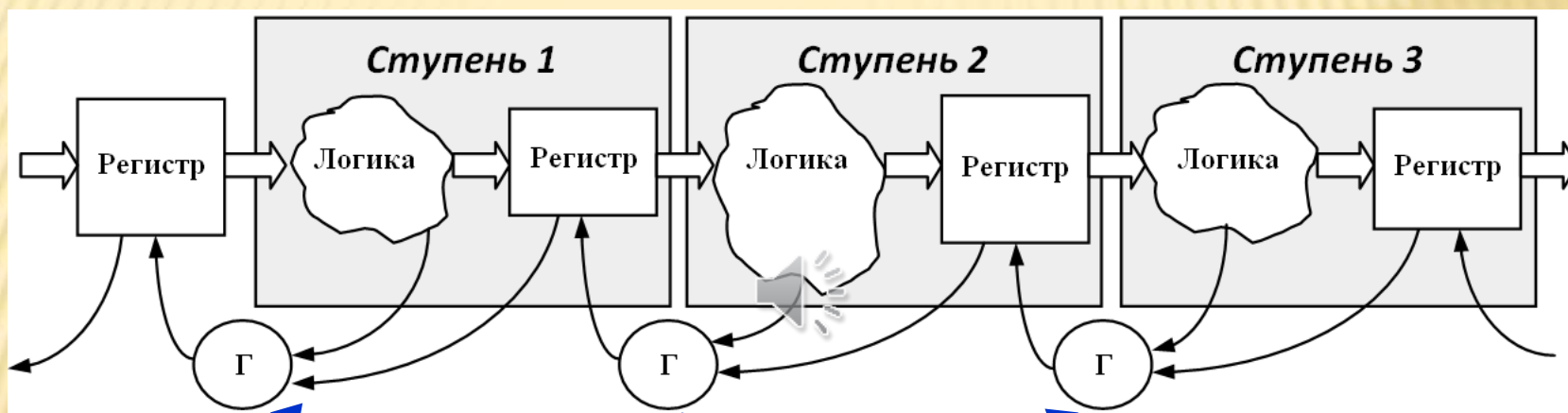
▣ Преимущества:

- ❖ Независимость от задержек компонентов схемы
- ❖ Широкий диапазон работоспособности
- ❖ Диагностика константных неисправностей
- ❖ Повышенная устойчивость к логическим сбоям

▣ Недостатки:

- Аппаратная избыточность
- Увеличенное число сигналов

САМОСИНХРОННЫЙ КОНВЕЙЕР



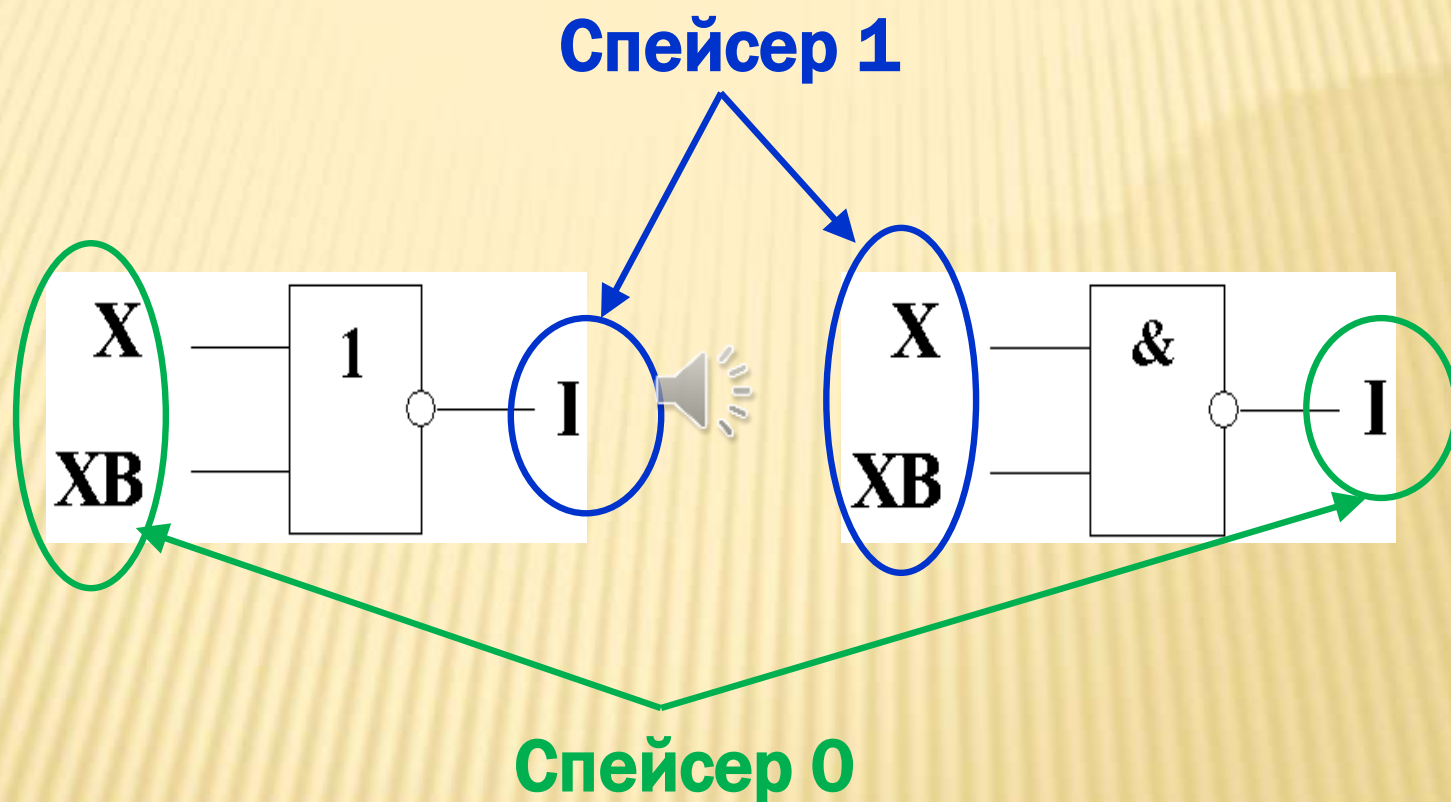
Г-триггеры управляют работой СС конвейера

ПАРАФАЗНОЕ КОДИРОВАНИЕ

$X \rightarrow \{X, XB\}$

Синхронный X	Парафазный		Значение
	X	XB	
0	0	1	Бит 0
1	1	0	Бит 1
-	0	0	Спейсер_0
-	1	1	Спейсер_1

ИНДИКАЦИЯ ПАРАФАЗНЫХ СИГНАЛОВ

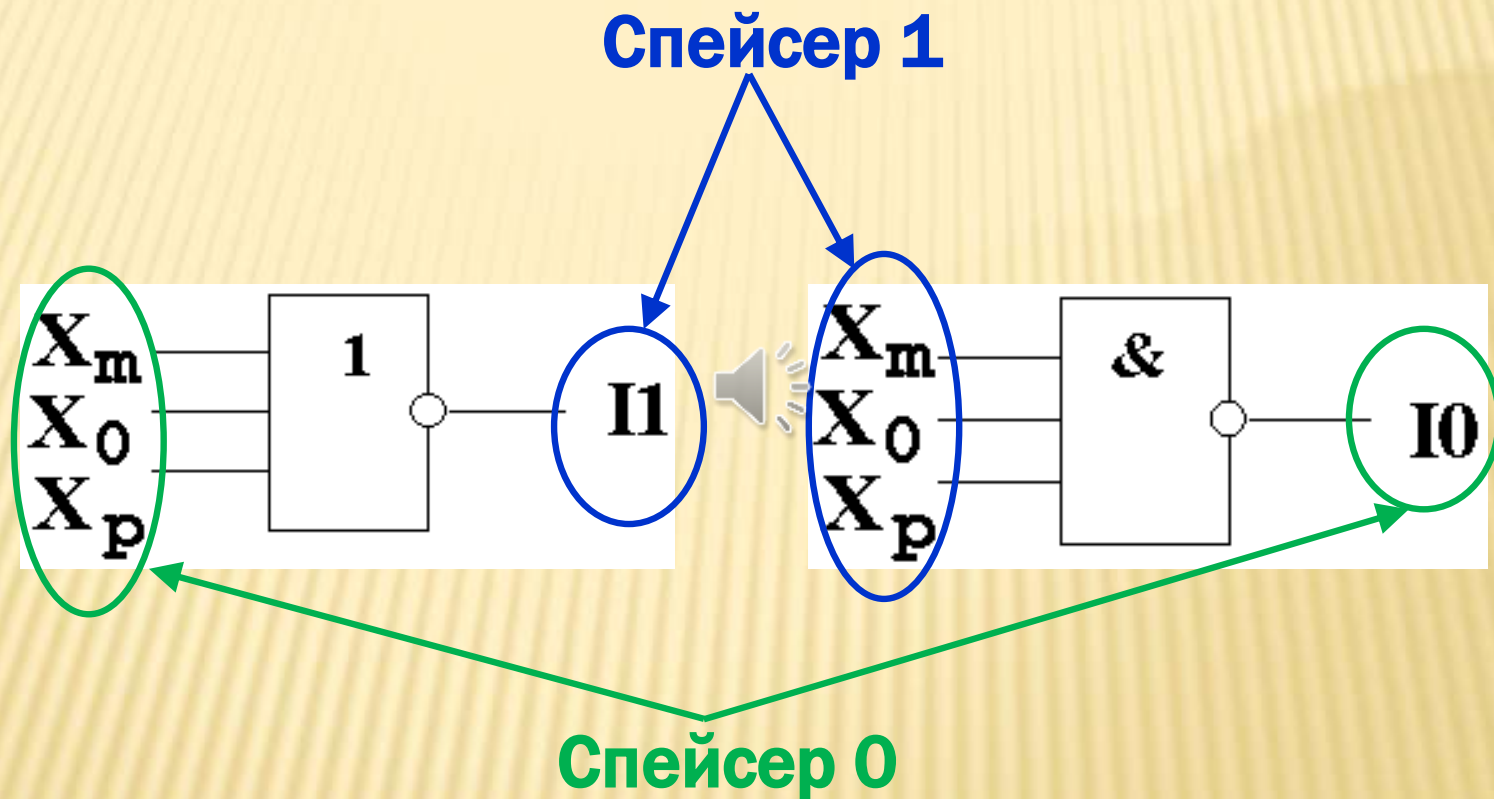


САМОСИНХРОННОЕ ТРОИЧНОЕ КОДИРОВАНИЕ

$$X \rightarrow \{X_m, X_o, X_p\}$$

Синхронный X	Троичный			Значение
	X_m	X_o	X_p	
0	0	1	0	0
-	1	0	0	-1
1	0	0	1	+1
-	0	0	0	Спейсер_0
-	1	1	1	Спейсер_1
-	Прочие комбинации			Запрещены

ИНДИКАЦИЯ ТРОИЧНЫХ СИГНАЛОВ



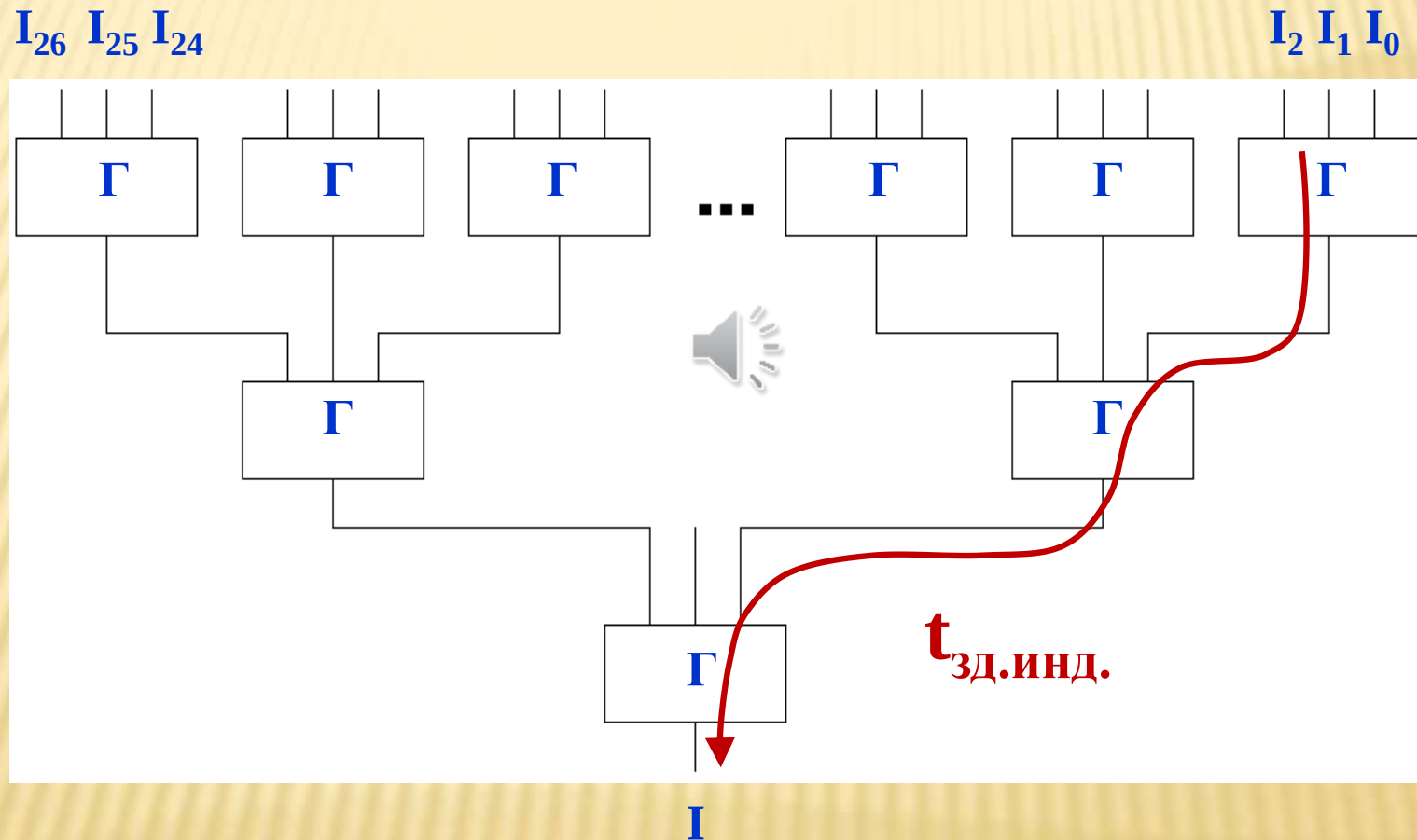
ПАРАФАЗНОЕ И ТРОИЧНОЕ КОДИРОВАНИЕ В УМНОЖИТЕЛЕ

Преимущества троичного кодирования в сравнении с парафазным:

- ❖ **Большой коэффициент сжатия числа слагаемых в многооперандных сумматорах (2 против 1,5), обеспечивающий сложение всех частичных произведений в «дереве» Уоллеса за четыре шага вместо семи шагов в парафазном умножителе**
- ❖ **Более простая реализация одновременного сложения и вычитания произведения двух операндов и третьего операнда в блоке Fused Multiply-Add (FMA)**
- ❖ **Более быстрая и простая нормализация суммы и разности произведения двух операндов и третьего операнда в блоке FMA**

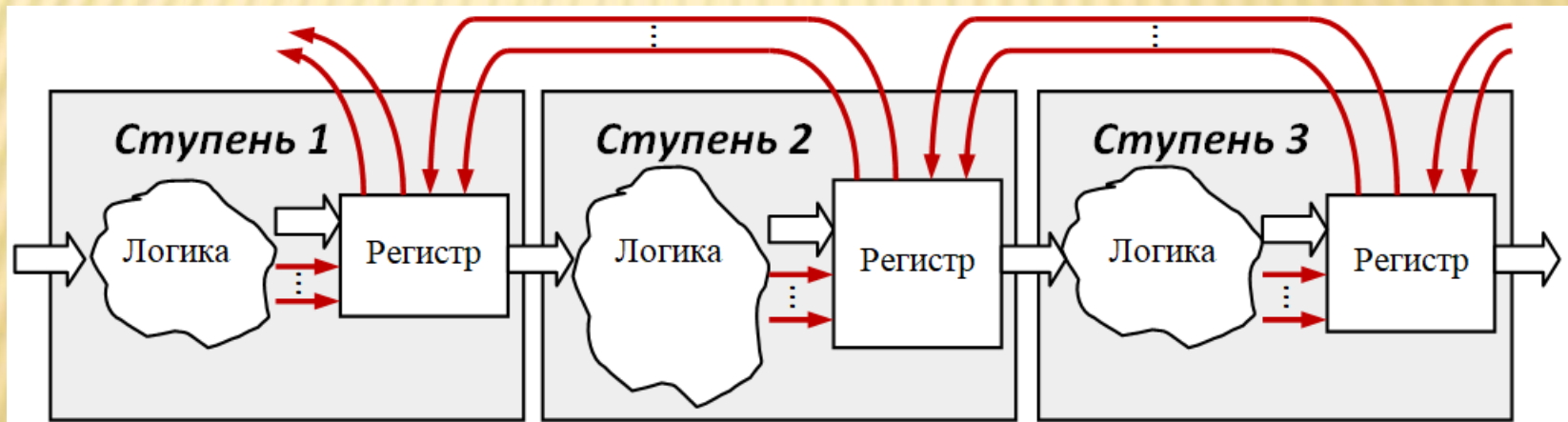
Выбор парафазного или троичного кодирования для оптимальной реализации блока FMA требует дополнительных исследований

СБОРКА ИНДИКАТОРНЫХ СИГНАЛОВ

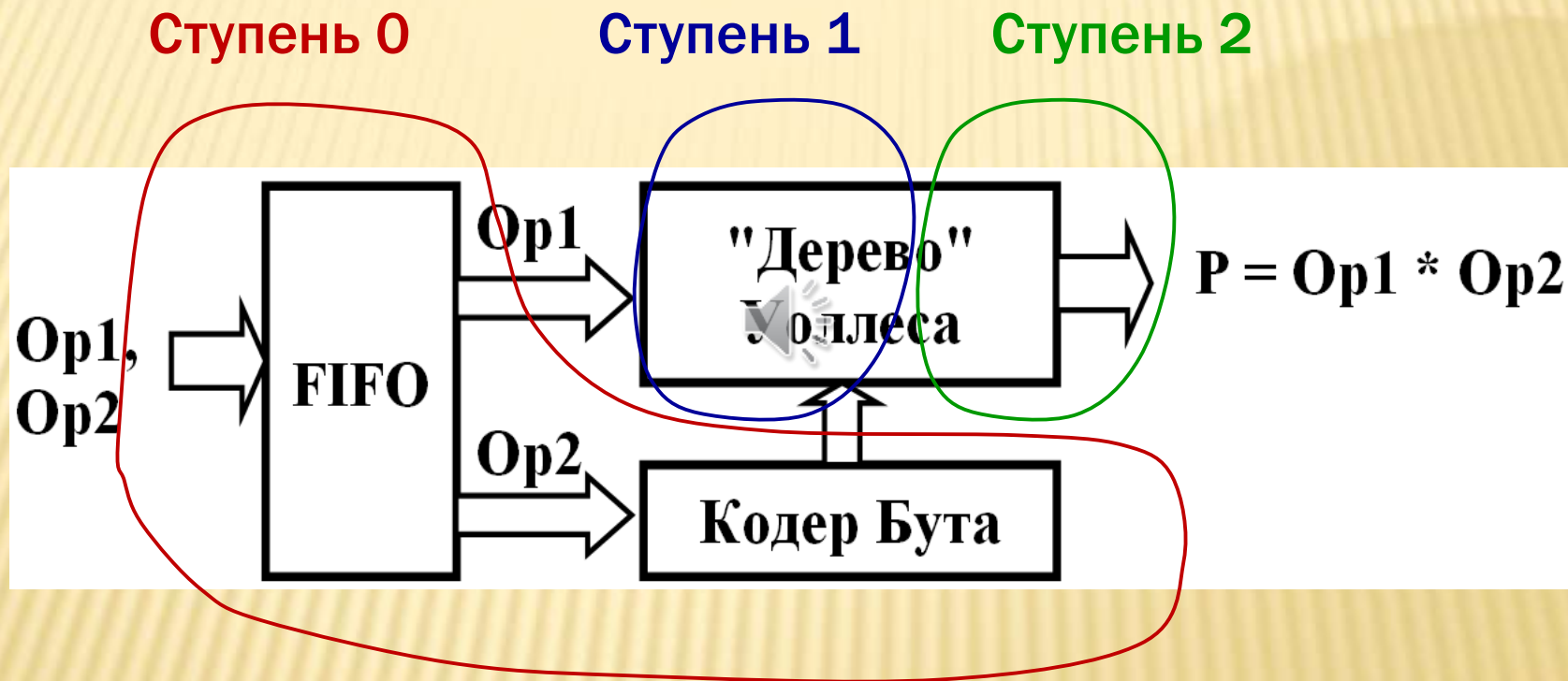


УСКОРЕНИЕ ИНДИКАЦИИ КОНВЕЙЕРА

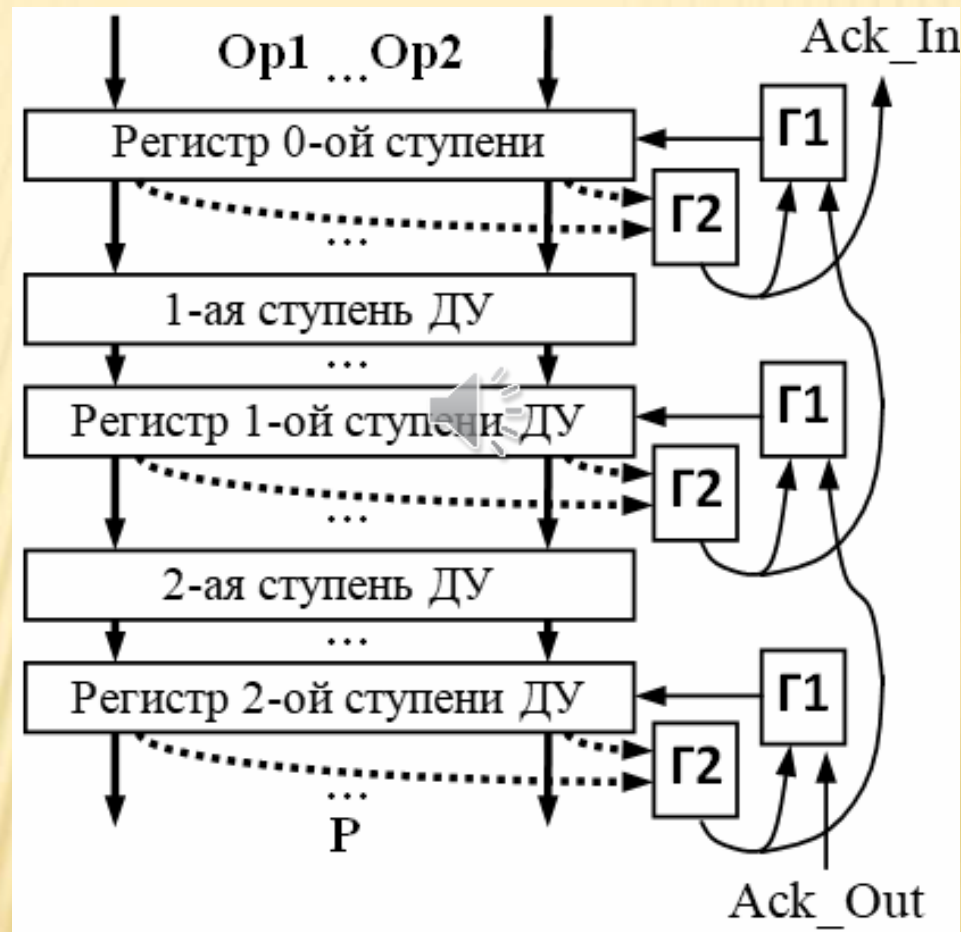
- ❖ Поразрядная индикация комбинационной части ступени конвейера в регистре этой же ступени конвейера
- ❖ Поразрядное управление регистром предшествующей ступени конвейера



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УМНОЖИТЕЛЯ

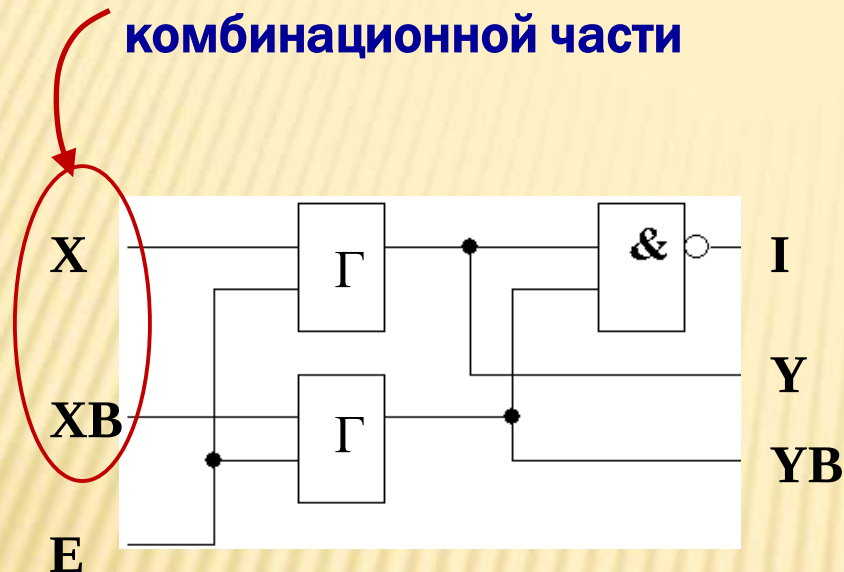


КЛАССИЧЕСКИЙ КОНВЕЙЕР САМОСИНХРОННОГО УМНОЖИТЕЛЯ

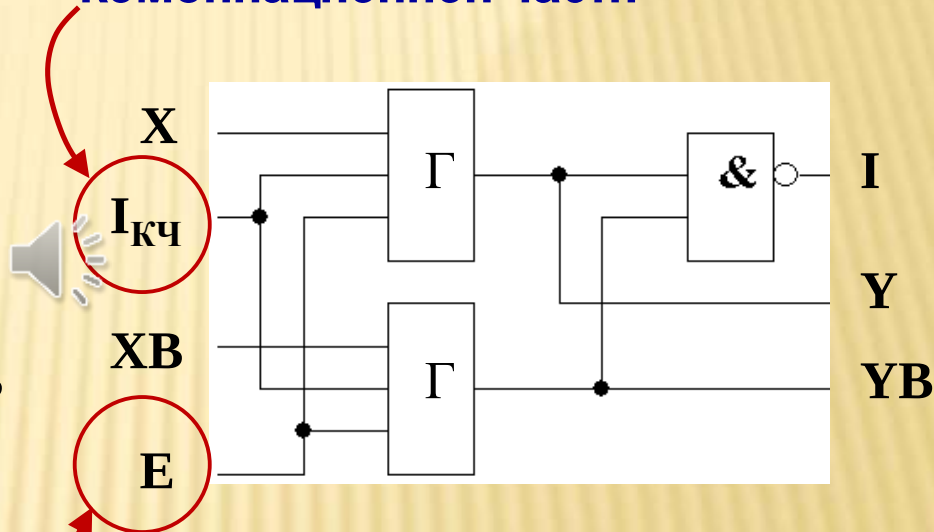


РАЗРЯД РЕГИСТРА ХРАНЕНИЯ ПАРАФАЗНОГО СИГНАЛА С ЕДИНИЧНЫМ СПЕЙСЕРОМ

Парафазный выход комбинационной части



Поразрядный индикаторный выход комбинационной части

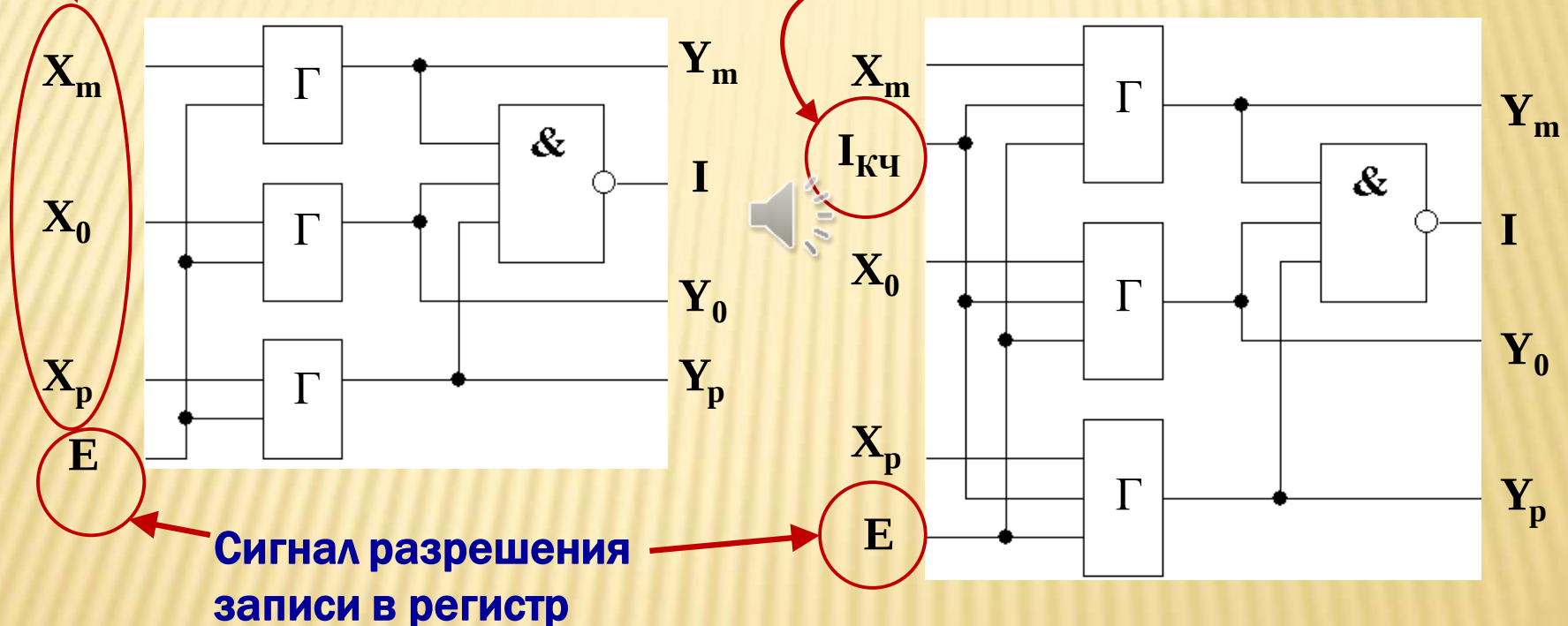


Сигнал разрешения записи в регистр

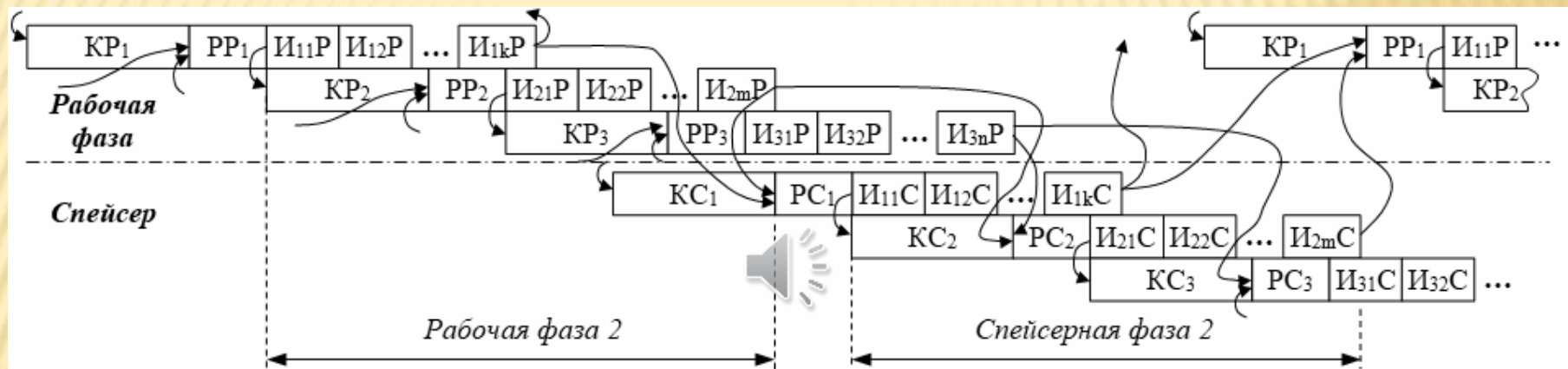
РАЗРЯД РЕГИСТРА ХРАНЕНИЯ ТРОИЧНОГО СИГНАЛА С ЕДИНИЧНЫМ СПЕЙСЕРОМ

Троичный выход
комбинационной части

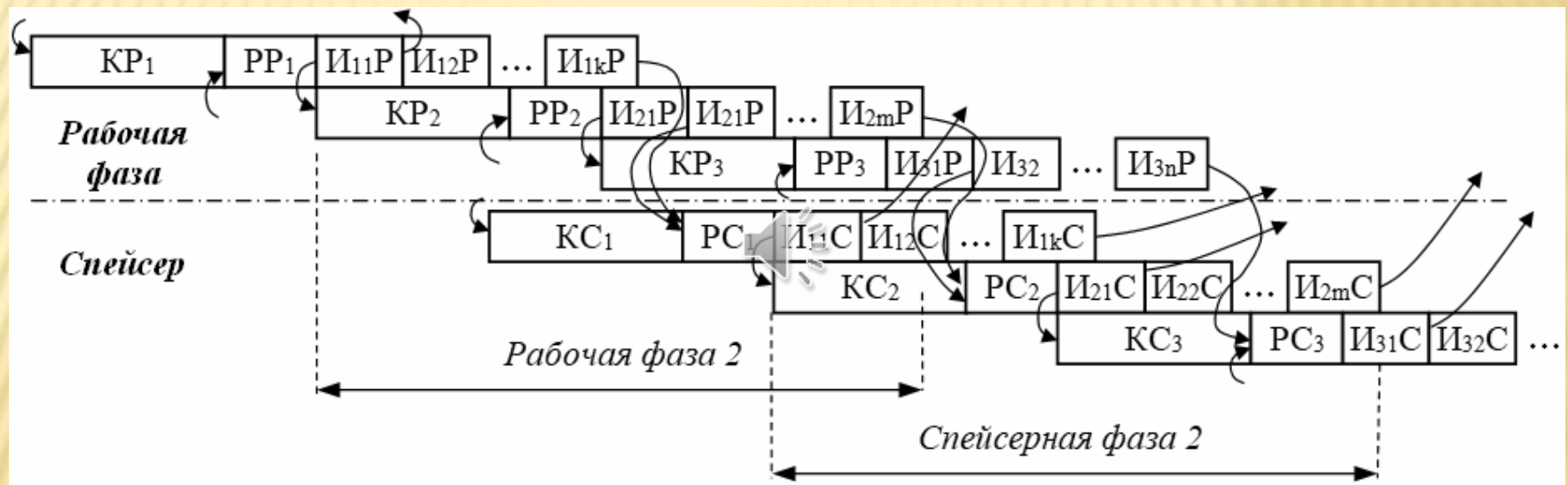
Поразрядный
индикаторный выход
комбинационной части



КЛАССИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ САМОСИНХРОННОГО КОНВЕЙЕРА

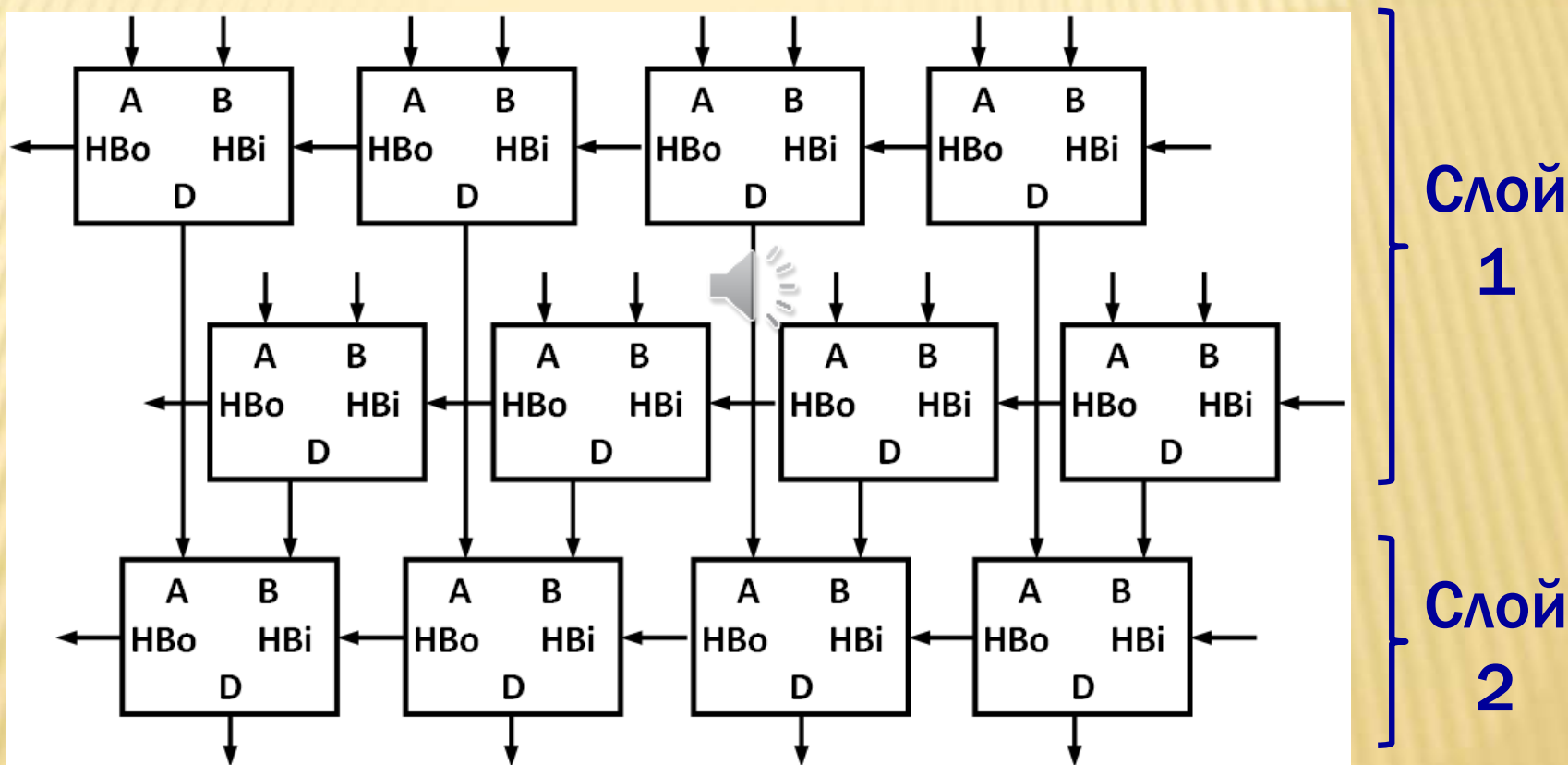


ПОРАЗРЯДНАЯ ИНДИКАЦИЯ САМОСИНХРОННОГО КОНВЕЙЕРА



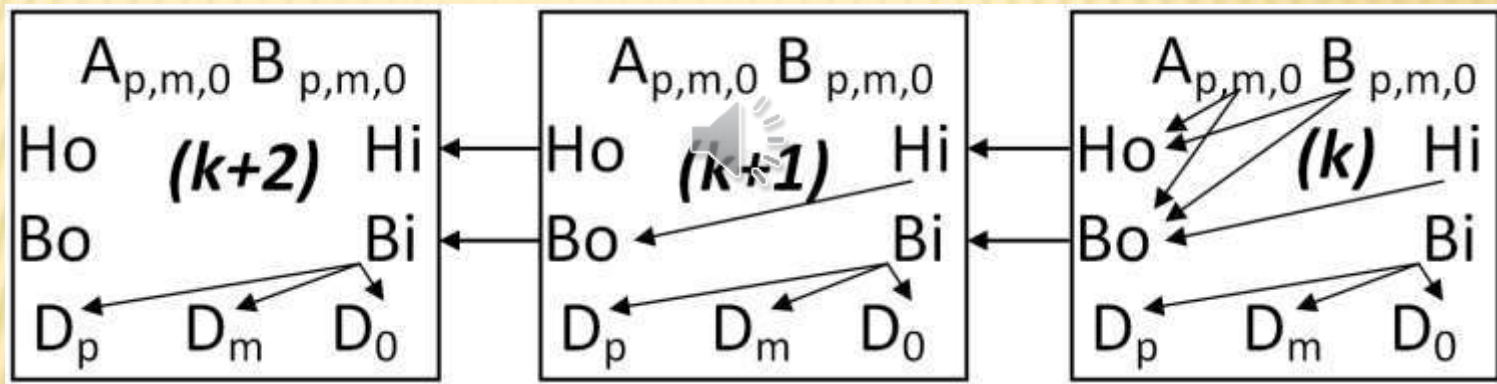
ДУ НА ТРОИЧНЫХ СУММАТОРАХ

Фрагмент двух слоев «дерева» Уолеса



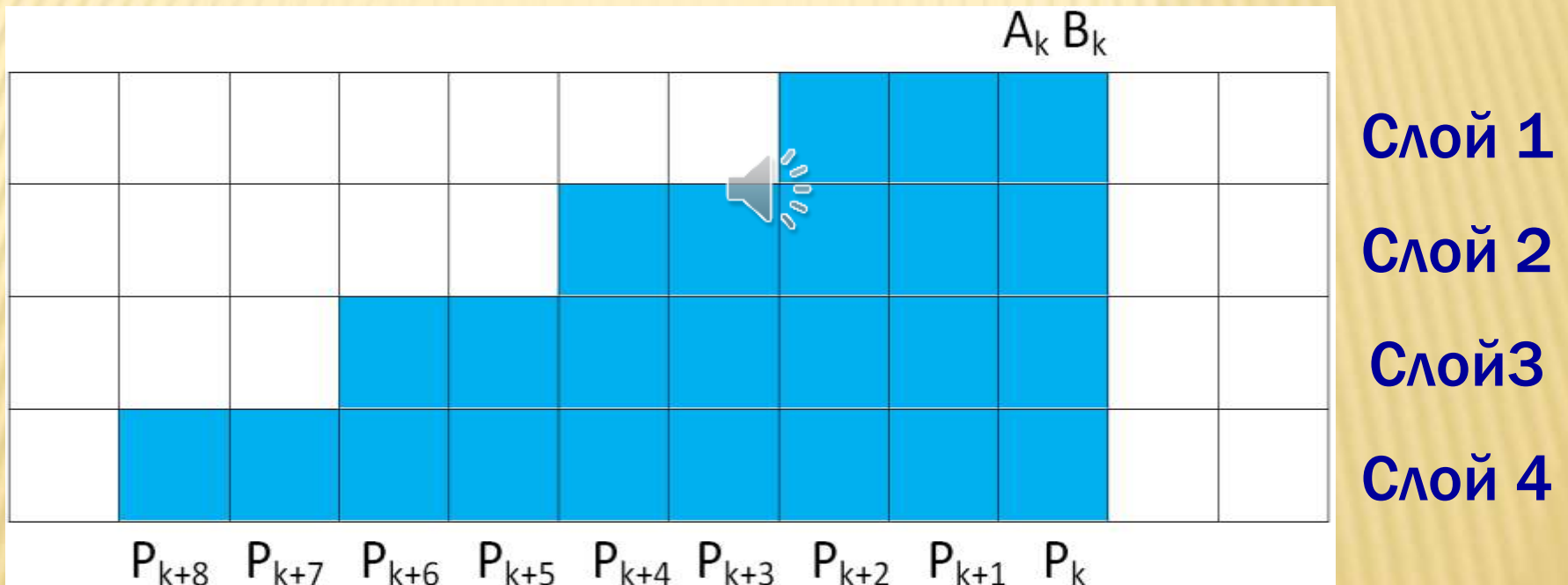
СВЯЗНОСТЬ ТРОИЧНЫХ СУММАТОРОВ

Влияние входов одного разряда на выходы соседних разрядов «дерева» Уоллеса



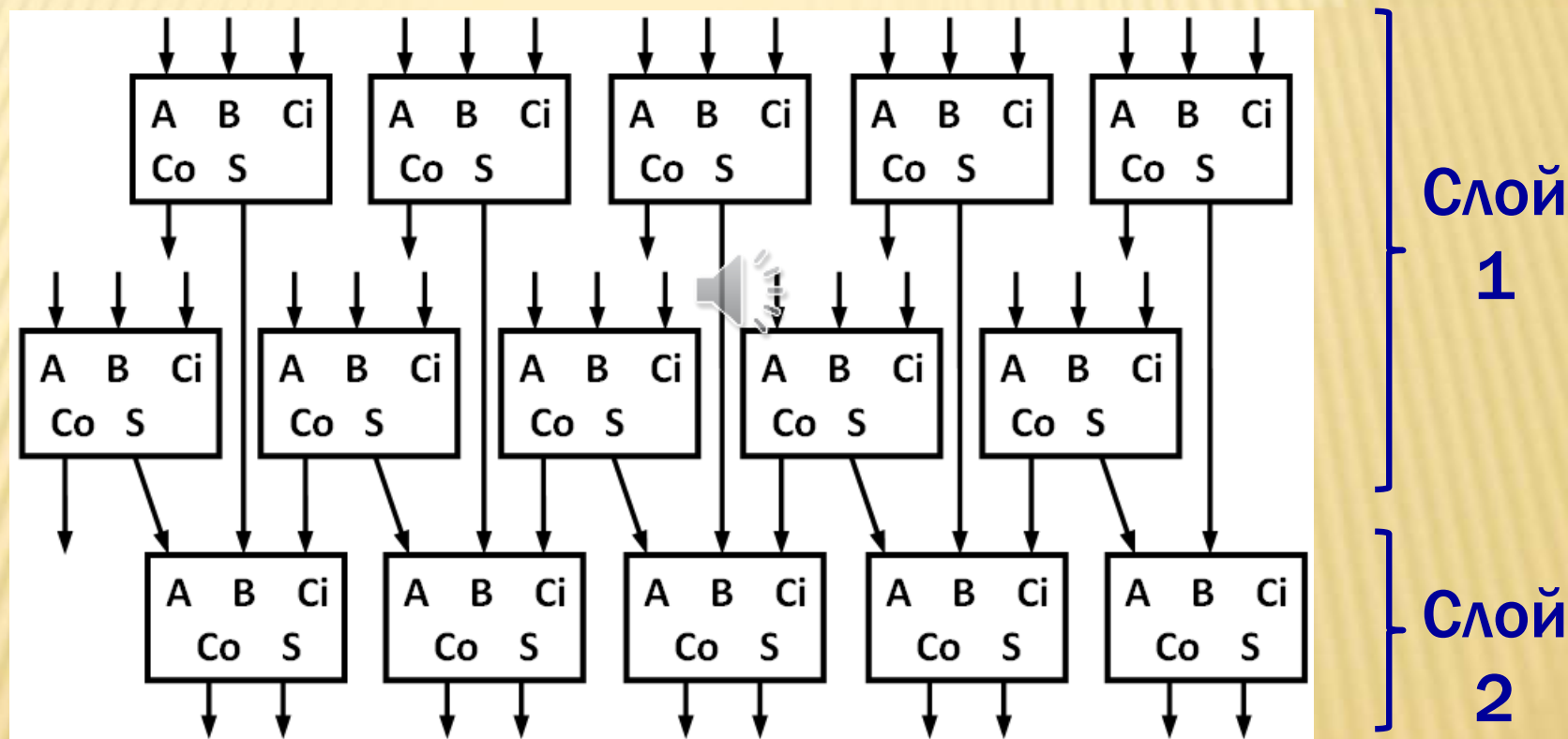
ДУ НА ТРОИЧНЫХ СУММАТОРАХ

Зависимость выходов всего троичного «дерева»
Уолеса от входов k -го разряда



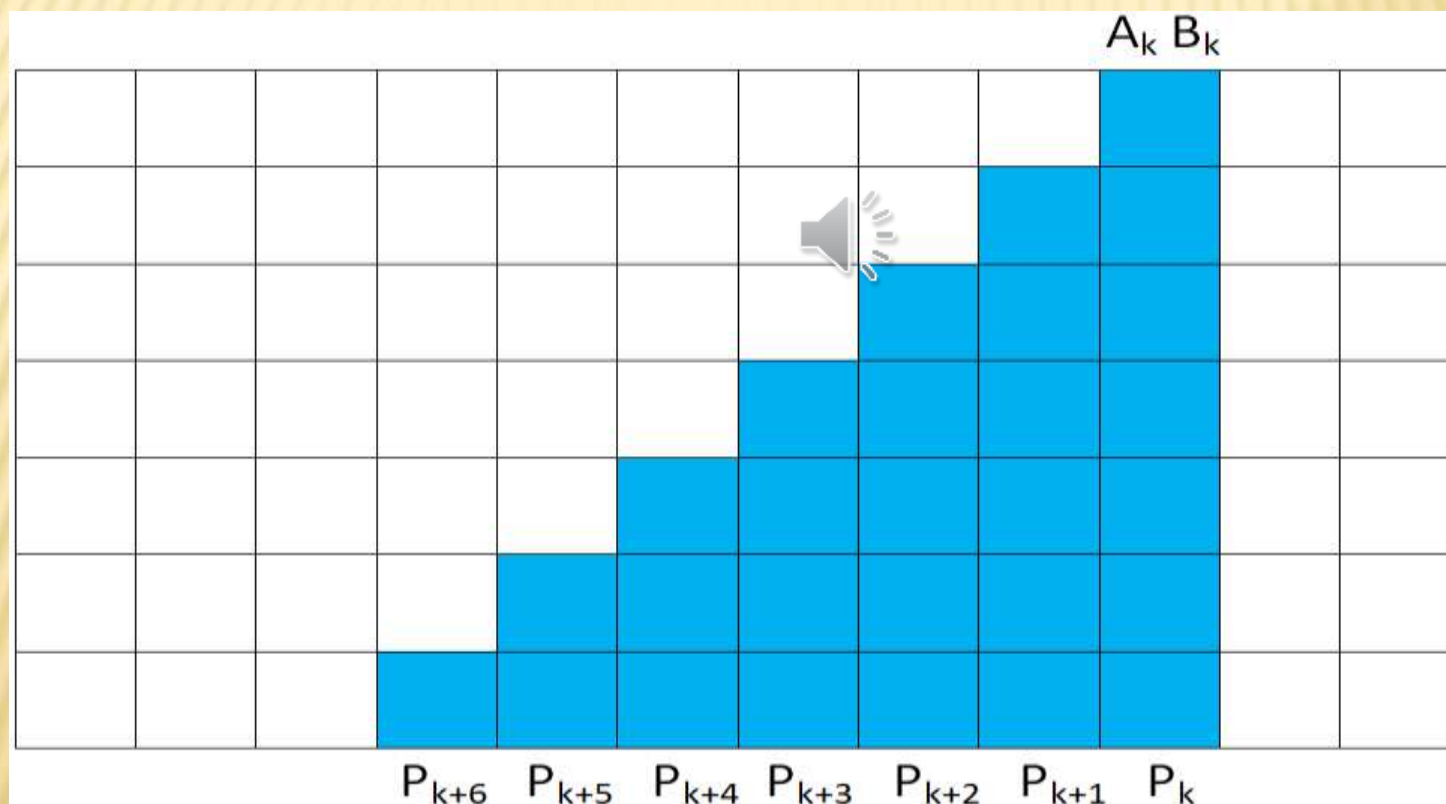
ДУ НА ПАРАФАЗНЫХ СУММАТОРАХ

Фрагмент двух слоев «дерева» Уолмеса



ДУ НА ПАРАФАЗНЫХ СУММАТОРАХ

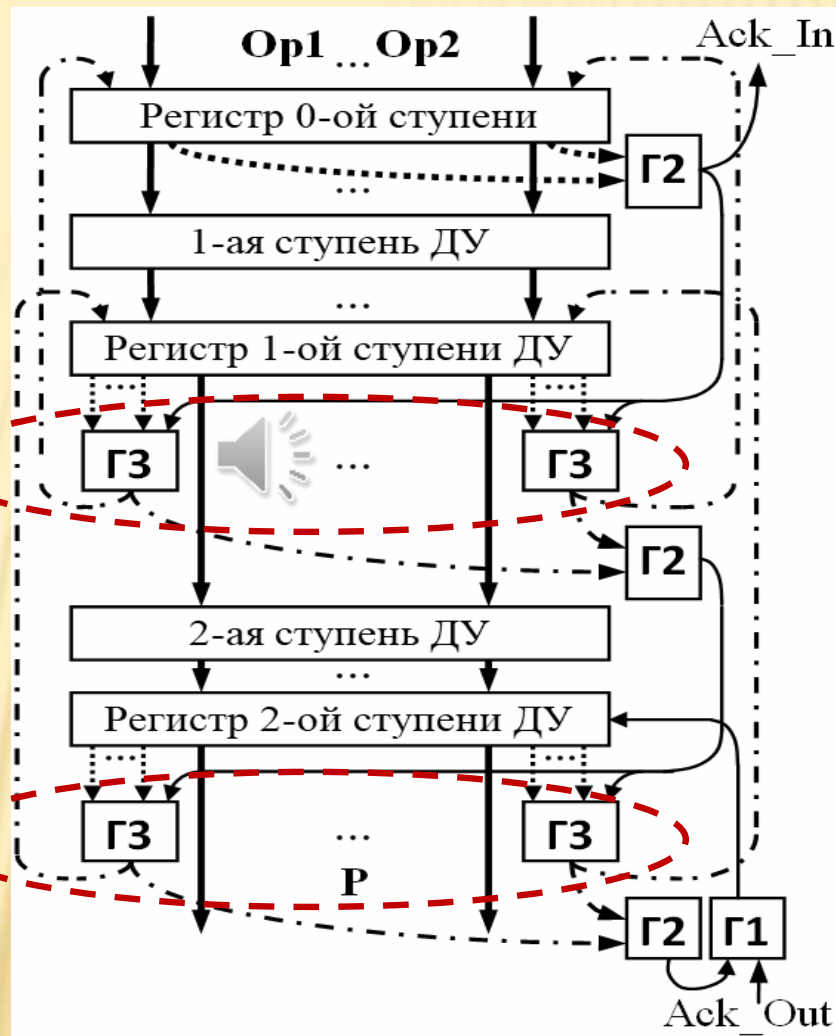
Зависимость выходов всего парафазного «дерева» Уолмеса от входов k -го разряда



Слой 1
Слой 2
Слой 3
Слой 4
Слой 5
Слой 6
Слой 7

ГРУППОВАЯ ИНДИКАЦИЯ ДУ

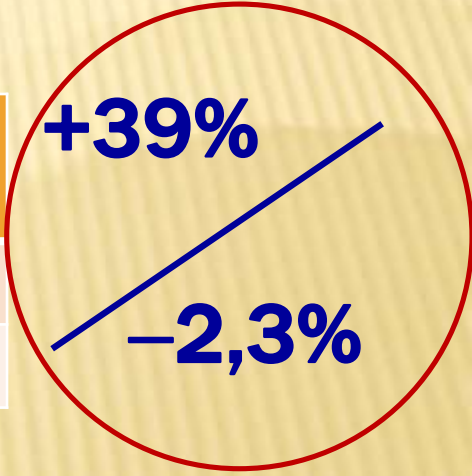
Групповые
индикаторы



УСКОРЕНИЕ КОНВЕЙЕРА

Троичное «дерево» Уолмеса

Тип индикации	Длительность цикла, пс	Аппаратные затраты, тыс. тр.
Классическая	1070	260
Групповая	770	266

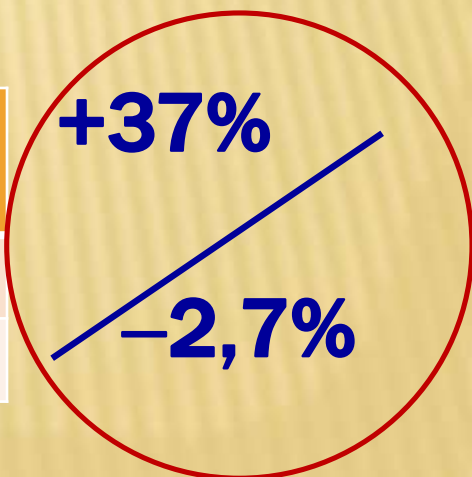


+39%
-2,3%



Парафазное «дерево» Уолмеса

Тип индикации	Длительность цикла, пс	Аппаратные затраты, тыс. тр.
Классическая	970	220
Групповая	710	226



+37%
-2,7%

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Групповое управление возможно и целесообразно в устройствах с высокой степенью параллельности обработки многоразрядных данных
- Метод групповой индикации обеспечивает строгую самосинхронность двухступенчатой реализации умножителя и повышение его быстродействия на 40% в сравнении с классической индикацией за счет незначительного увеличения аппаратных затрат
- Преимущество поразрядного управления растет пропорционально числу разрядов сомножителей

**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ !**



КОНТАКТЫ

- ▣ Адрес: Институт проблем информатики Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук (ИПИ РАН), Россия, 119333, Москва, ул. Вавилова, д. 44, корпус 2
- ▣ Научный руководитель: д.т.н. Захаров В.Н.
- ▣ Телефон: +7 (499) 135 61 17
- ▣ Fax: +7 (495) 930 45 05 
- ▣ E-mail: VZakharov@ipiran.ru
- ▣ Докладчик: Дьяченко Ю. Г., +7(495)381-45-21, diaura@mail.ru

Поддержка

Программа фундаментальных исследований Президиума РАН (проект 2019-0054-2.2, руководитель - академик РАН Стемпковский А.Л.)