

# САМОСИНХРОННОЕ УСТРОЙСТВО УМНОЖЕНИЯ-СЛОЖЕНИЯ С ПЛАВАЮЩЕЙ ТОЧКОЙ

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



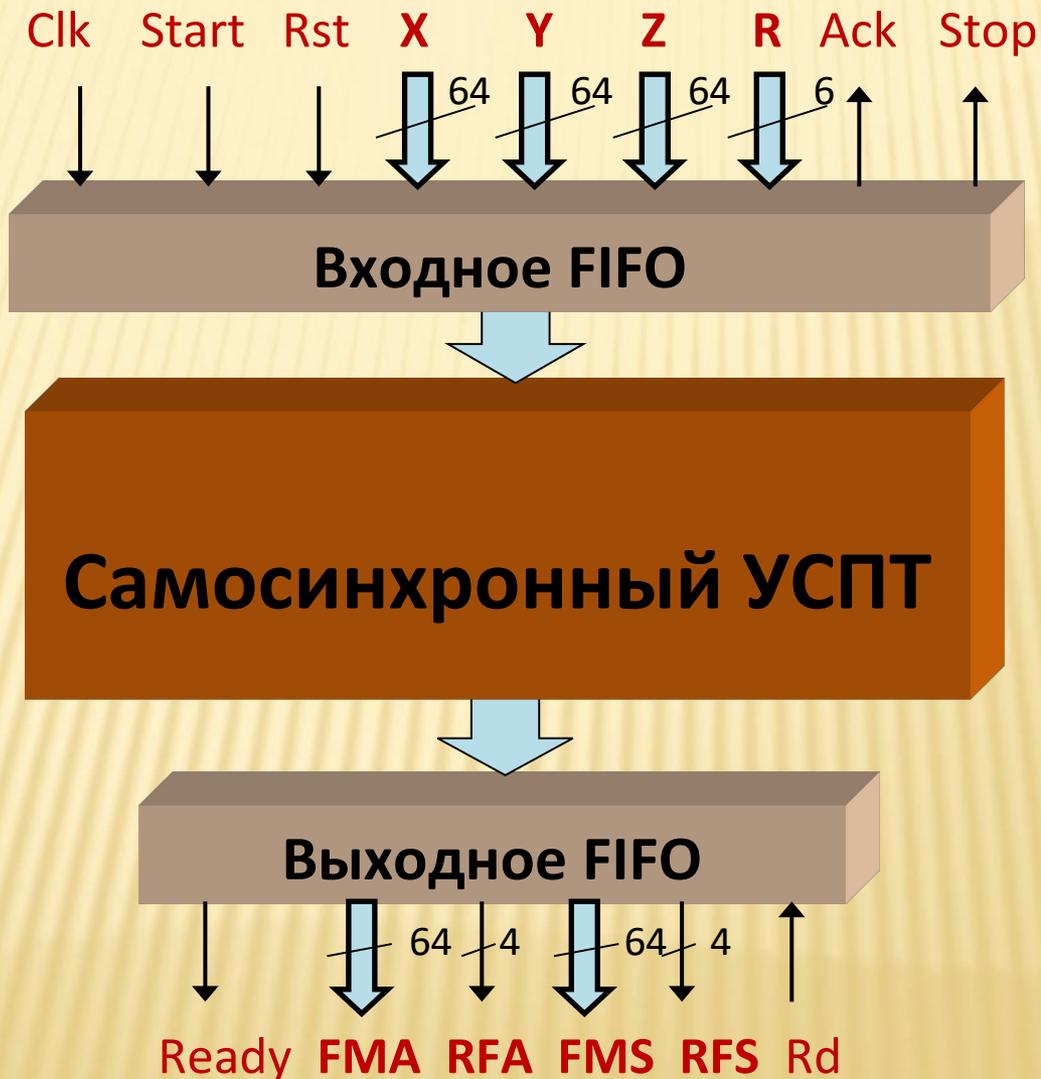
Институт проблем информатики РАН  
Федерального исследовательского центра  
«Информатика и управление» РАН

# СОДЕРЖАНИЕ

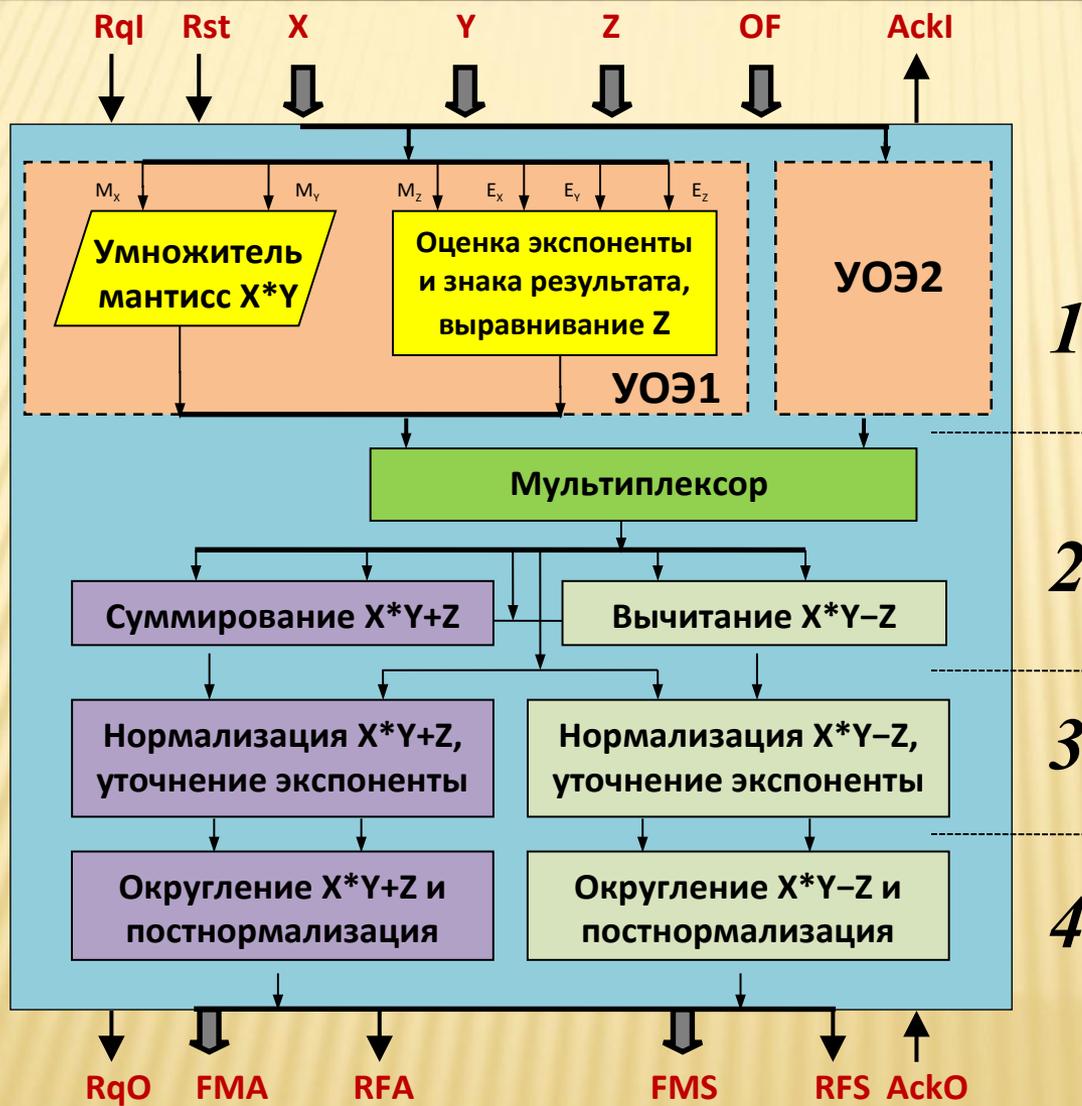
---

- ▣ **Предыстория**
- ▣ **Структурная схема Умножителя-Сумматора с Плавающей Точкой (УСПТ)**
- ▣ **Реализация умножителя**
- ▣ **Адаптивная индикация УСПТ**
- ▣ **Базис реализации и характеристики УСПТ**
- ▣ **Заключение**

# СПЕКУЛЯТИВНЫЙ УСПТ



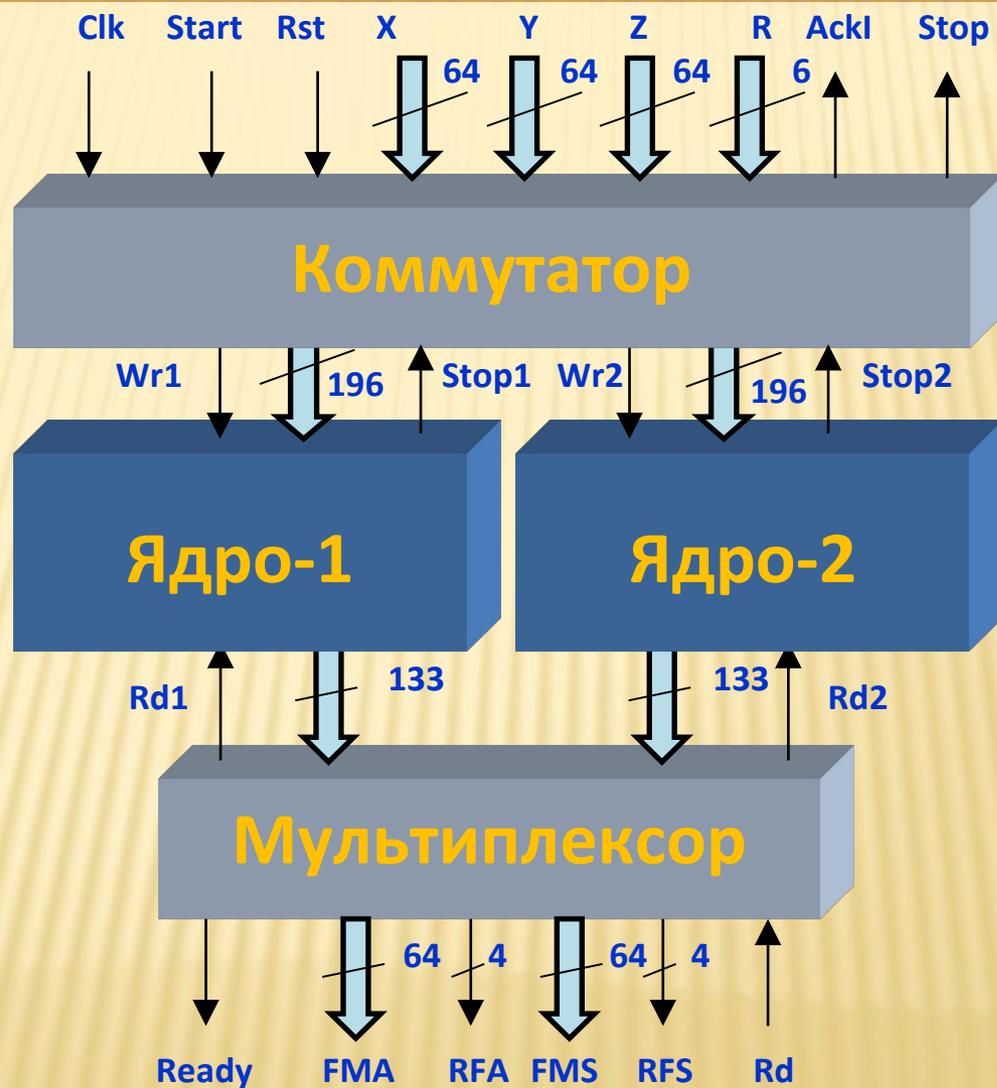
# ЯДРО СПЕКУЛЯТИВНОГО УСПТ



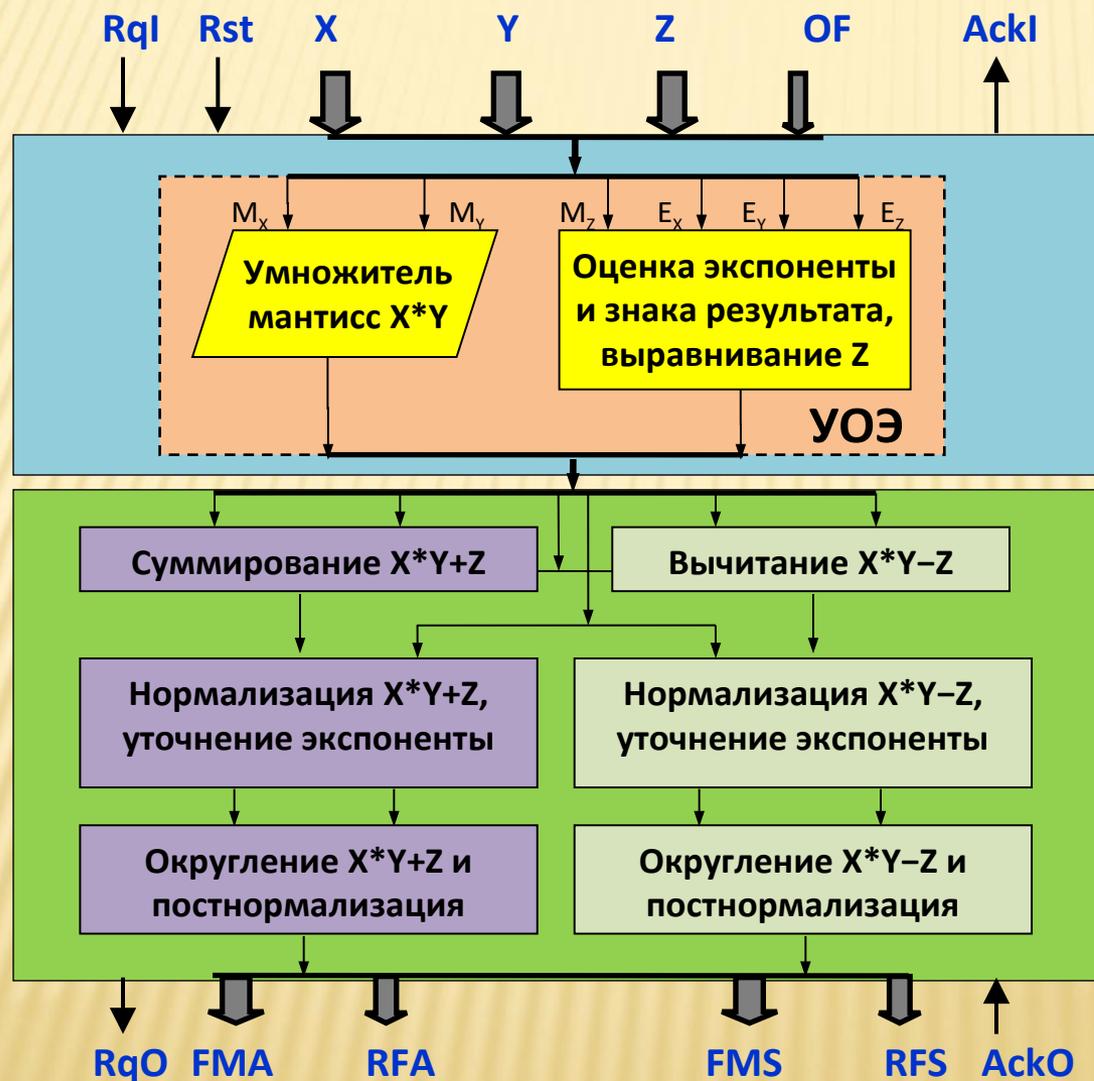
1  
2  
3  
4

**4 ступени**  
**2,82 Гфлопс**  
 (спекулятивная индикация)  
**2,31 Гфлопс**  
 (полная индикация)

# АДАПТИВНЫЙ УСПТ



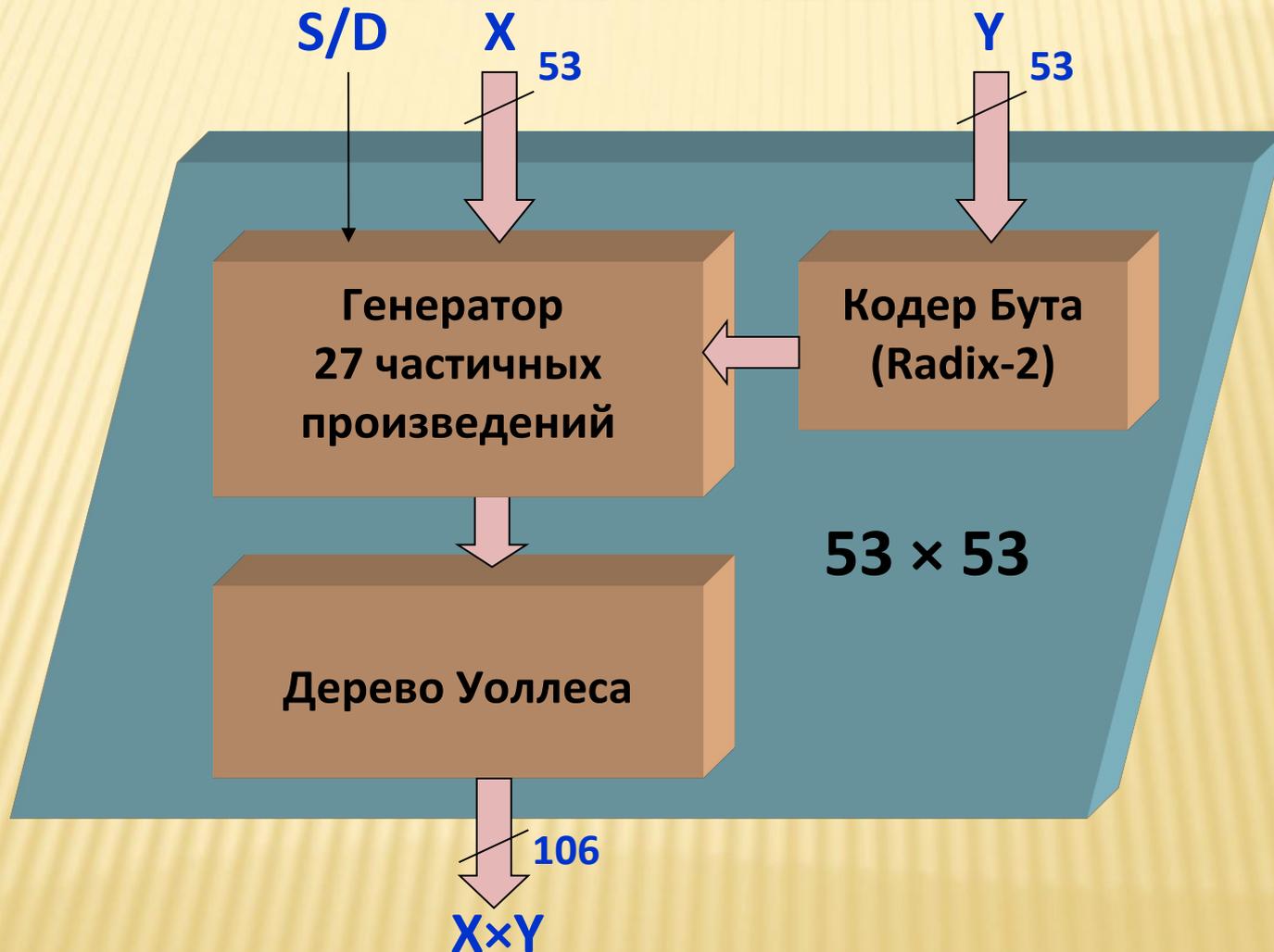
# ЯДРО АДАПТИВНОГО УСПТ



2 ступени

3,15 Гфлопс  
(полная  
индикация)

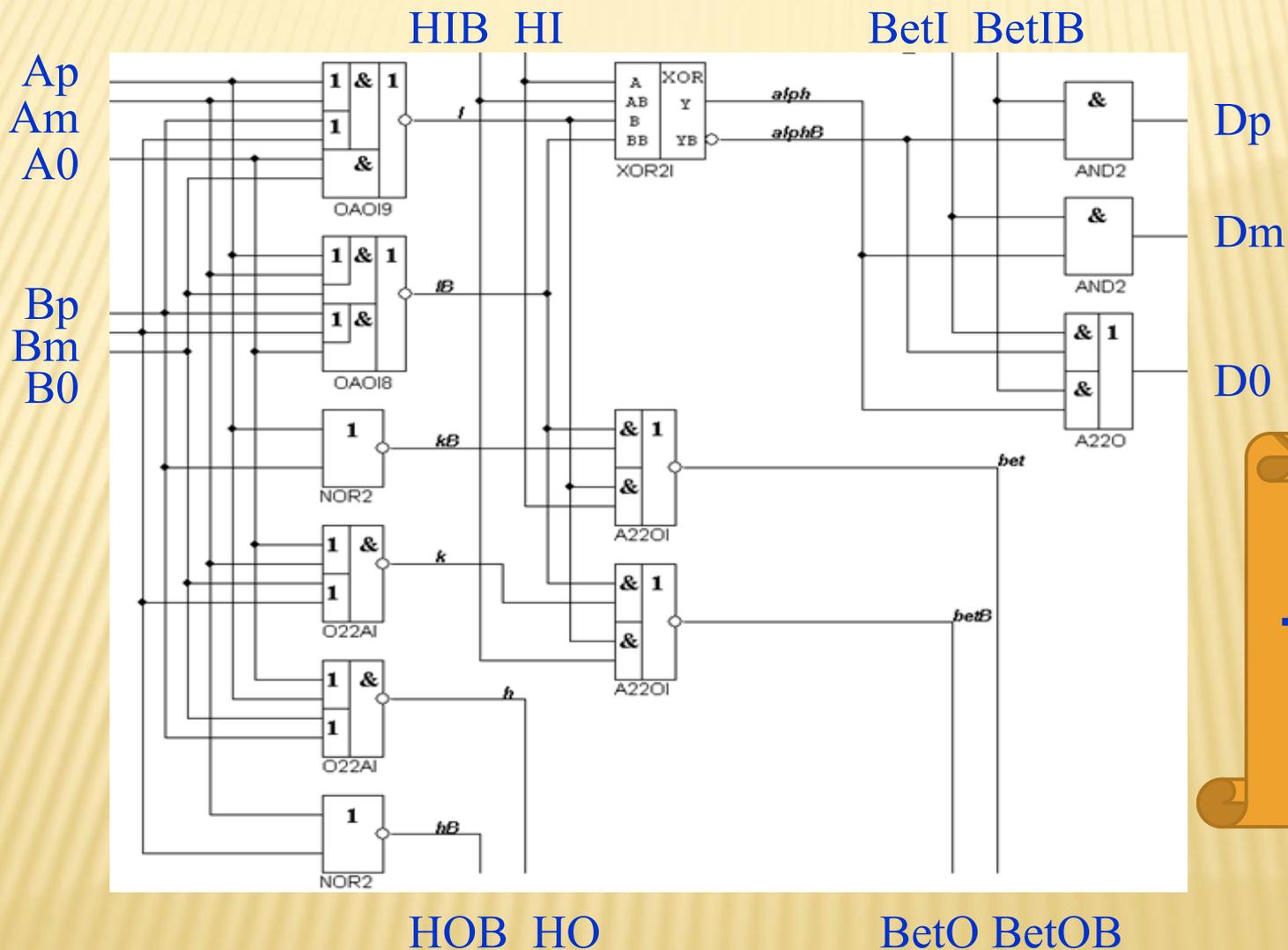
# УМНОЖИТЕЛЬ



# ИЗБЫТОЧНОЕ КОДИРОВАНИЕ

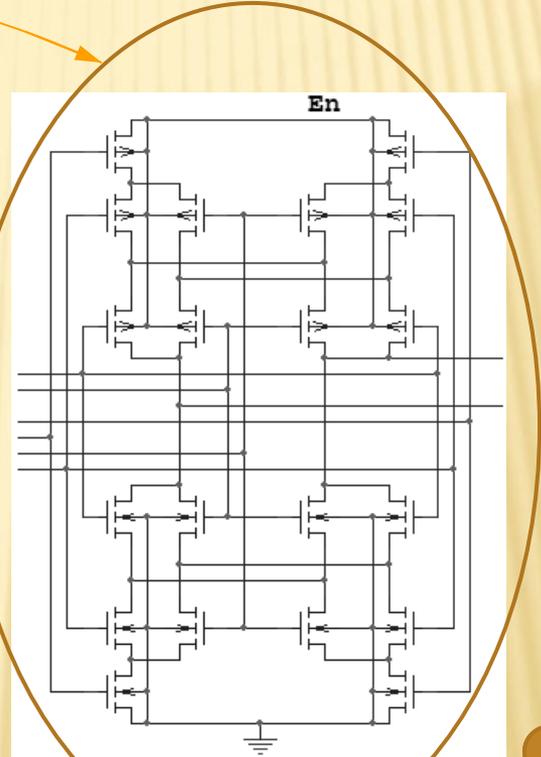
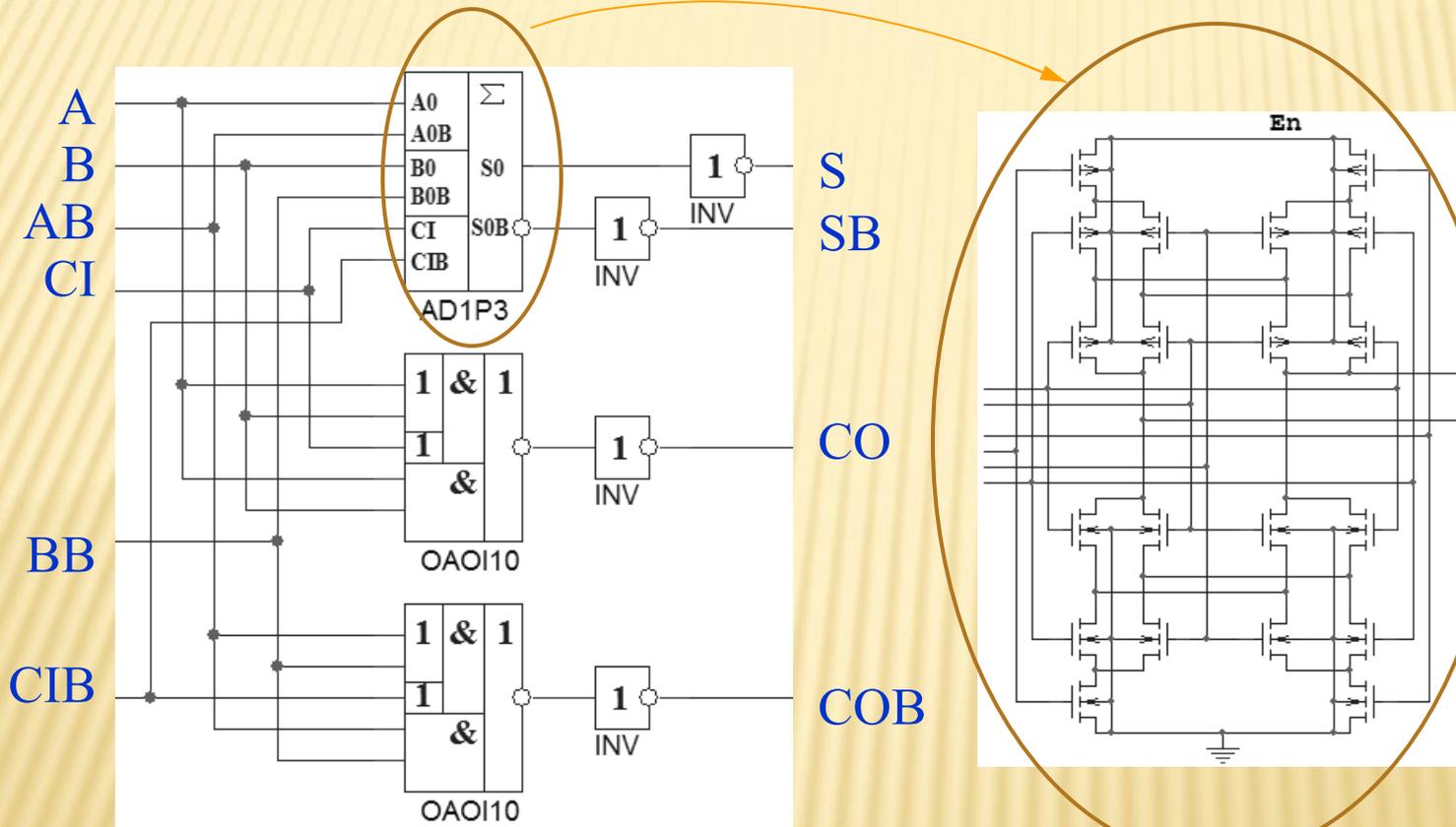
Синхронный избыточный код			Самосинхронный избыточный код			
Значение	Код		Значение	Код		
	A	B		A <sub>p</sub>	A <sub>m</sub>	A <sub>0</sub>
+1	1	0	+1	1	0	0
			0	0	0	1
0	0	0	-1	0	1	0
			спейсер	0	0	0
-1	0	1	запрещенные	1	1	0
				1	0	1
запрещенное	1	1		0	1	1
				1	1	1

# ТРОИЧНЫЙ СС-СУММАТОР



**98**  
транзи-  
сторов

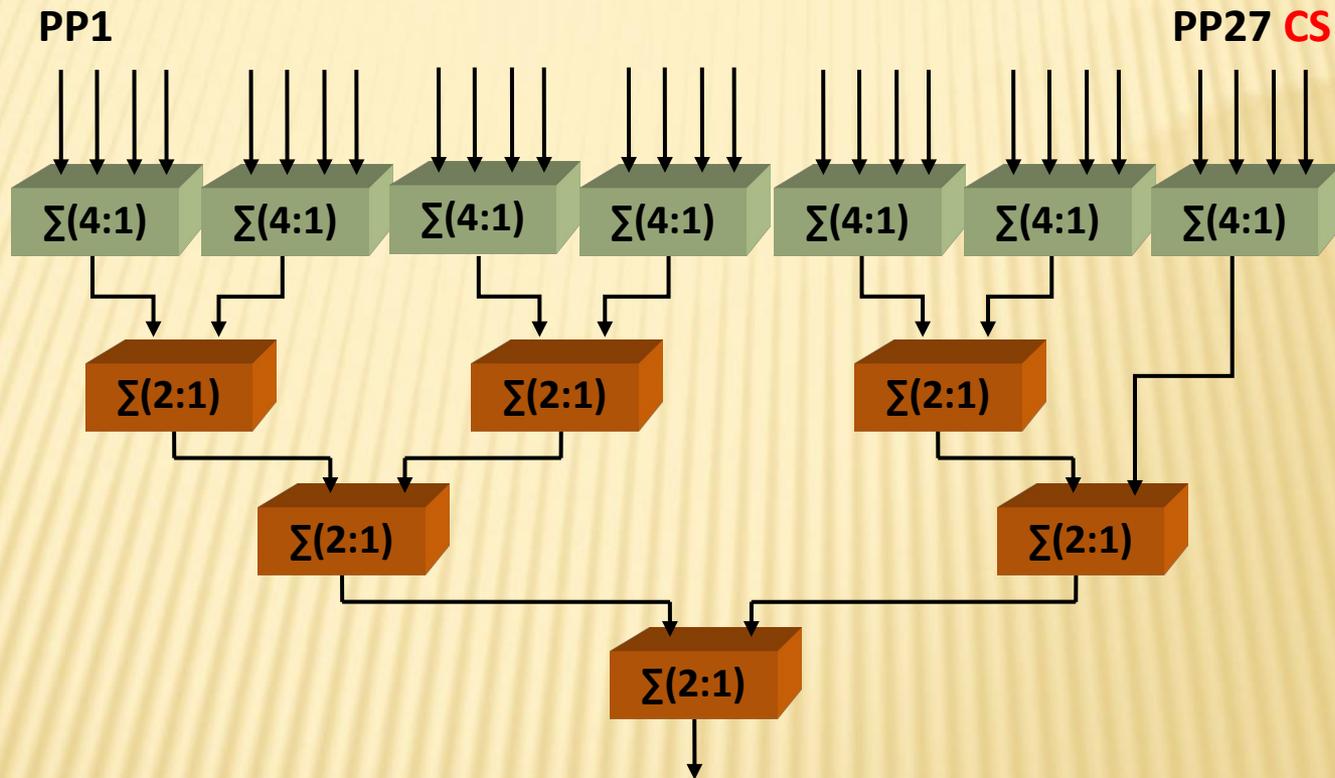
# ПАРАФАЗНЫЙ СС-СУММАТОР



**48**  
транзи-  
сторов



# ТРОИЧНОЕ ДЕРЕВО УОЛЕСА



**2530 транзисторов, 4 стадии**

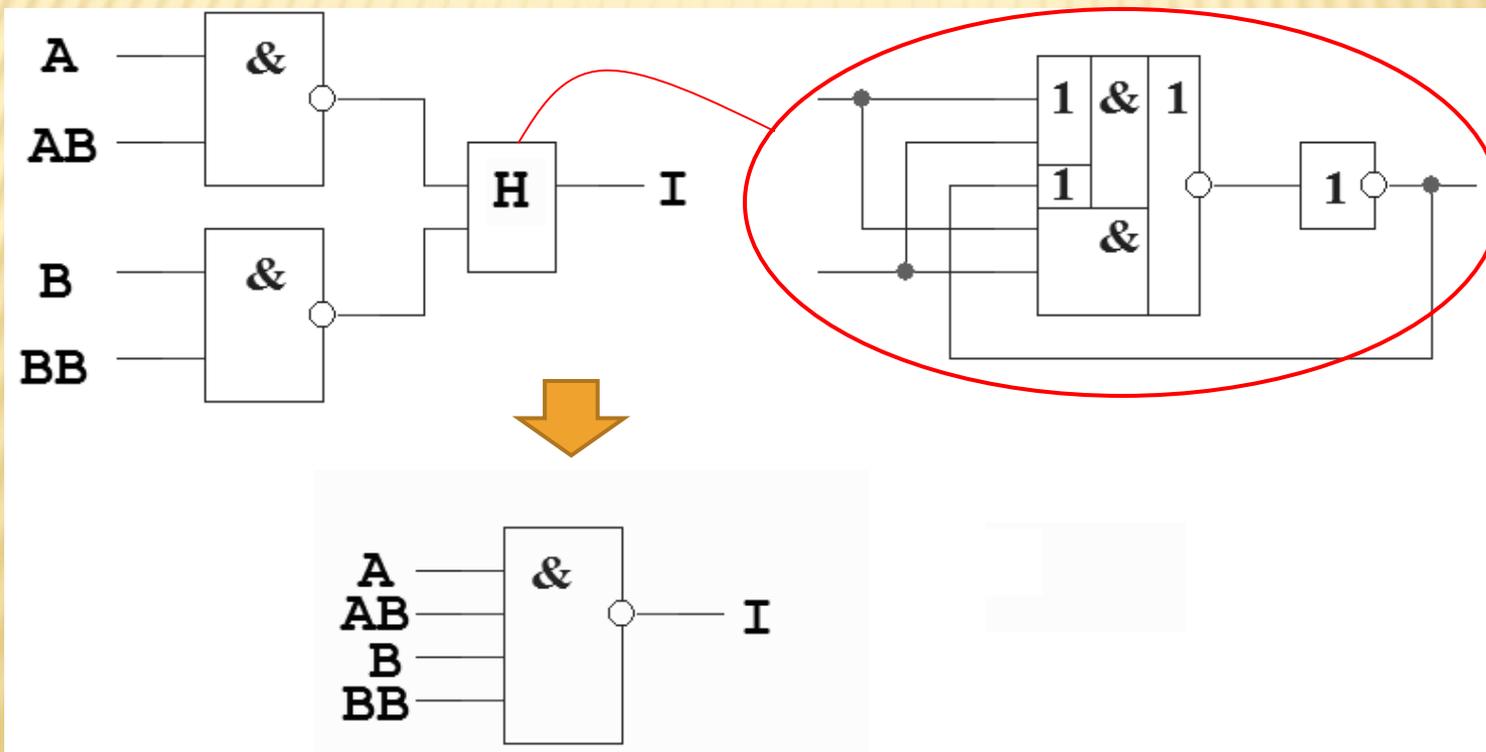
# АДАПТИВНАЯ ИНДИКАЦИЯ

## Предпосылки:

- ❖ Переключение однокаскадного элемента на КМОП транзисторах прекращается, если состояние его выхода соответствует состоянию его входов
- ❖ В процессе переключения самосинхронной схемы из спейсера в рабочую фазу каждый элемент схемы может переключиться только один раз

# АДАПТИВНАЯ ИНДИКАЦИЯ

- ❖ Полная в спейсерной фазе
- ❖ Упрощенная в рабочей фазе в первом каскаде индикаторной подсхемы



20  
транзи-  
сторов



8  
транзи-  
сторов

# ИНДИКАЦИЯ КОНВЕЙЕРА УСПТ

- ▣ **Поразрядная индикация комбинационной части ступени**
- ▣ **Учет поразрядных индикаторов во входном регистре следующей ступени конвейера**
- ▣ **Полная индикация входного регистра ступени конвейера в обеих фазах работы**

# БАЗИС РЕАЛИЗАЦИИ УСПТ

- ▣ Традиционная КМОП схемотехника с парафазными со спейсером сигналами на всех этапах, кроме умножителя,
- ▣ Библиотека стандартных элементов Dolphin
- ▣ Библиотека самосинхронных элементов IPI65D (108 элементов)
- ▣ 65-нм КМОП технология
- ▣ 6 слоев металлизации

# ТОПОЛОГИЯ УСПТ



# ХАРАКТЕРИСТИКИ УСПТ

Наименование параметра	Аналог	УСПТ
Частота работы, ГГц	1,03	1,05
Площадь топологии, мм <sup>2</sup>	0,312	1,117
Латентность, нс	10,8	1,84
Производительность, Гфлопс	2,06	3,15
Эффективность площади, мм <sup>2</sup> /Гфлопс	0,151	0,355
Диапазон работоспособности по напряжению питания $V_{пит}$	$V_{пит} \pm 10\%$	$V_{пор} \dots V_{проб}$
Обнаружение константных неисправностей	нет	да

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- ▣ Представленное устройство умножения-сложения относится к классу устройств, поведение которых не зависит от задержек элементов, и выполняет операции в соответствии со стандартом IEEE 754
- ▣ Разработанное устройство демонстрирует широкий диапазон работоспособности по напряжению питания и температуре окружающей среды, среднюю производительность 3,15 Гфлопс и латентность менее 2 нс при типовых условиях эксплуатации
- ▣ В настоящее время устройство умножения-сложения передано инициатору разработки – НИИ Системных Исследований (НИИСИ) РАН для изготовления в составе микропроцессорной СБИС

**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ !**

# КОНТАКТЫ

- **Директор: Академик Соколов И. А.**
- **Адрес: Институт проблем информатики Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук (ИПИ РАН), Россия, 119333, Москва, ул. Вавилова, д. 44, корпус 2**
- ▣ **Телефон: +7 (495) 137 34 94**
- ▣ **Fax: +7 (495) 930 45 05**
- ▣ **E-mail: ISokolov@ipiran.ru**
  
- ▣ **Докладчик: Дьяченко Ю. Г., +7(495)381-45-21, diaura@mail.ru**