

Самосинхронный вычислитель для высоконадежных применений

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



Институт проблем информатики РАН

Содержание

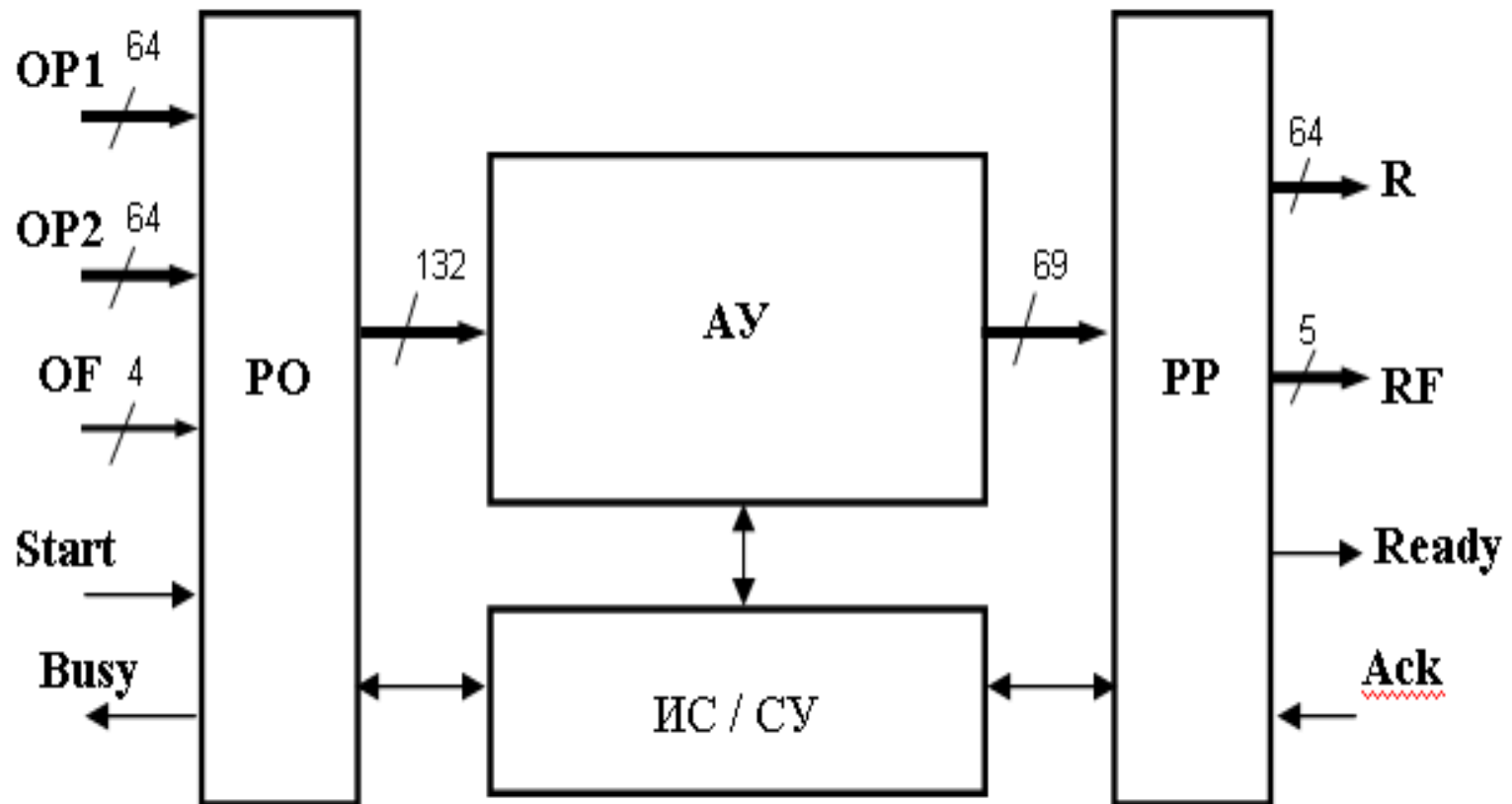
- Самосинхронная схемотехника
- Устройство деления и извлечения квадратного корня (Вычислитель)
- Квазисамосинхронный вычислитель
- Вычислитель, независимый от задержек элементов (НЗЭ)
- Отказоустойчивые модули НЗЭ-вычислитель
- Процедура тестирования НЗЭ-вычислителя
- Анализ на самосинхронность
- Заключение

Самосинхронная схемотехника

- **устойчивая работа без сбоев в широком диапазоне условий эксплуатации**
(определяется только физическим сохранением переключательных свойств элементов)
- **устойчивость к параметрической деградации, вызываемой старением элементов**
- **прекращение всех переключений в момент появления любой константной неисправности элементов**
(стоцентная самопроверяемость и самодиагностируемость по отношению к множественным константным неисправностям)

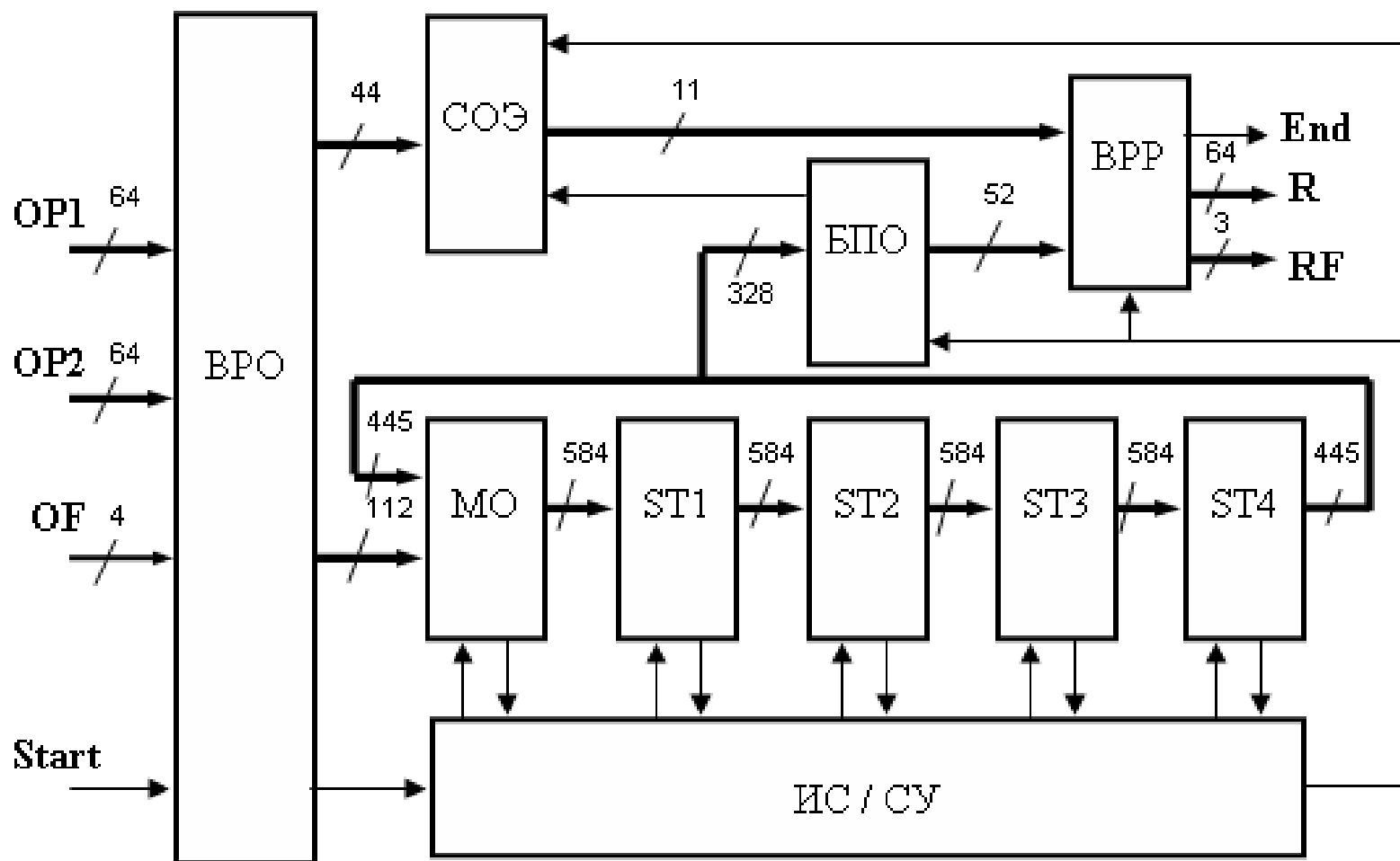
Вычислитель

Интерфейс с окружением



Вычислитель

Структурная схема вычислителя



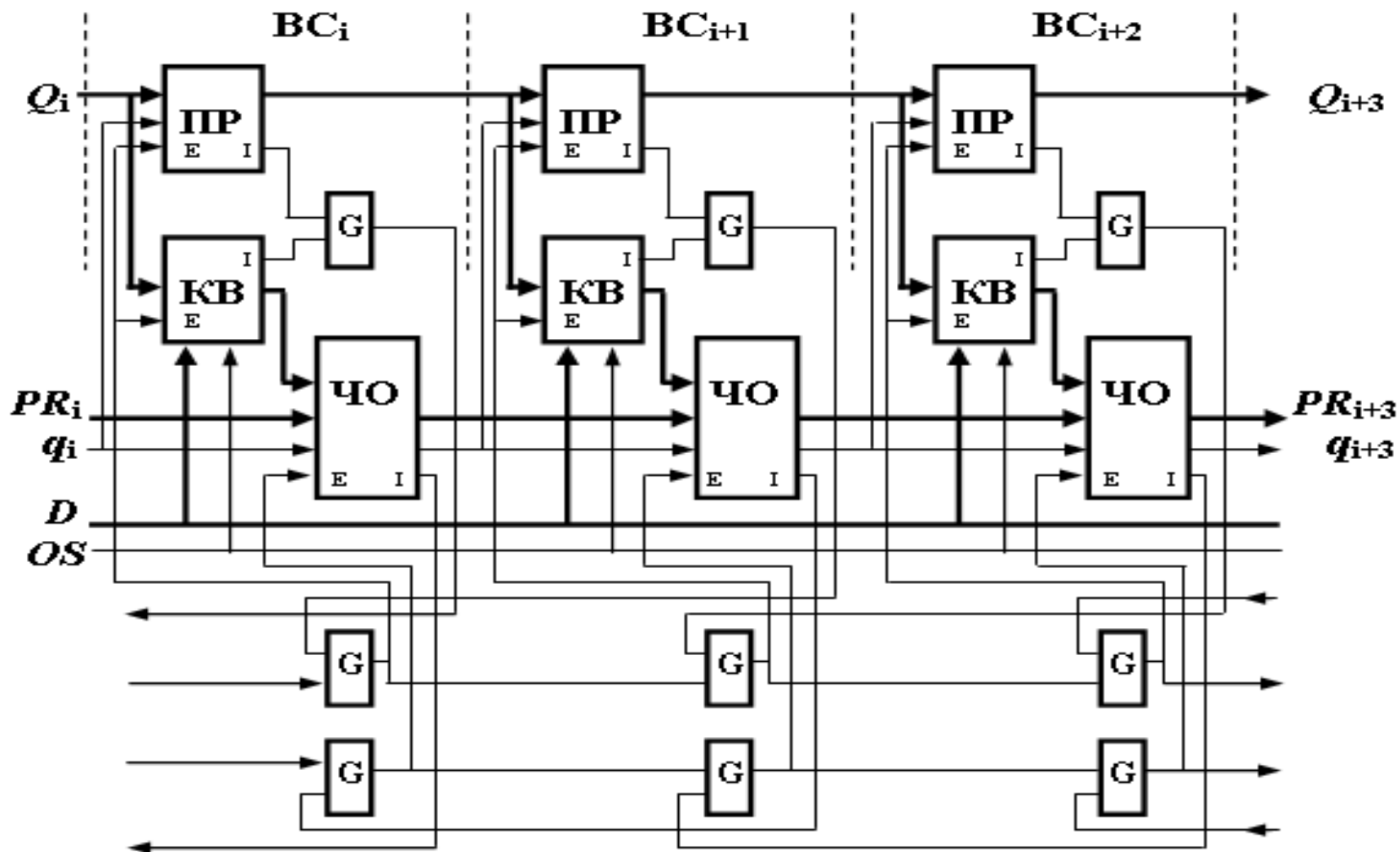
Вычислитель

Особенности реализации

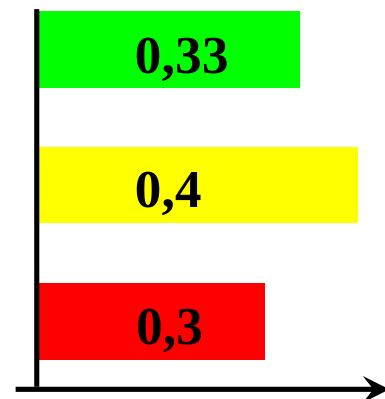
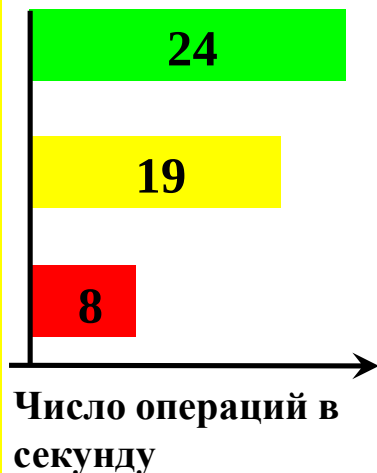
- 4-стадийная конвейерная организация,
- Входной и выходной самосинхронный интерфейс с синхронным окружением,
- Самосинхронная дисциплина информационных потоков:
 - Чередование рабочей и спейсерной фаз,
 - Парафазное кодирование данных,
 - Индикация окончания переключения элементов схемы в очередное состояние, определяемое логикой работы схемы

Вычислитель

Схема индикации в конвейере



Квазисамосинхронный ВЫЧИСЛИТЕЛЬ



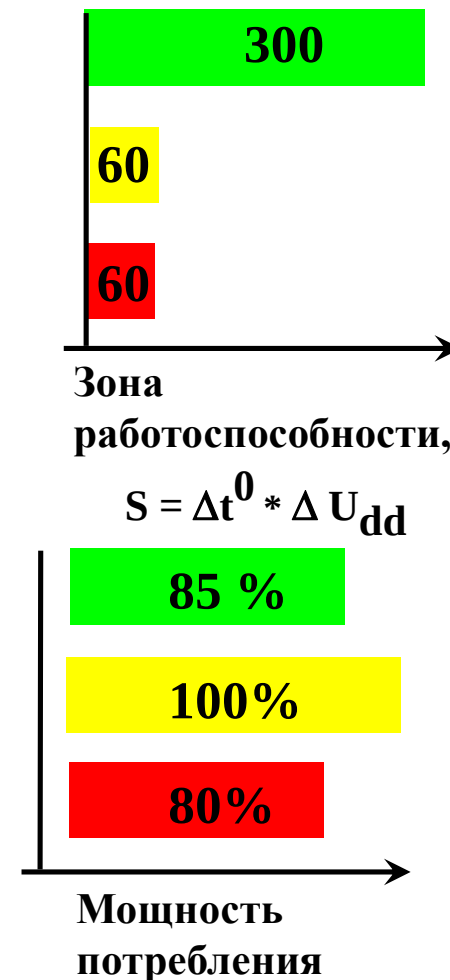
Площадь на кристалле, мм²

1 ИПИ РАН, самосинхронный SRT-алгоритм, Radix2

Параметр	1	2, 3
Максимальная производительность при любых условиях эксплуатации	✓	-
Расширенный диапазон работоспособности, U питания от 0,32 до 1,98В	✓	-
Обнаружение константных неисправностей	✓	-
Минимальное энергопотребление, среднее и в период ожидания	✓	-
Минимальный уровень помех	✓	-

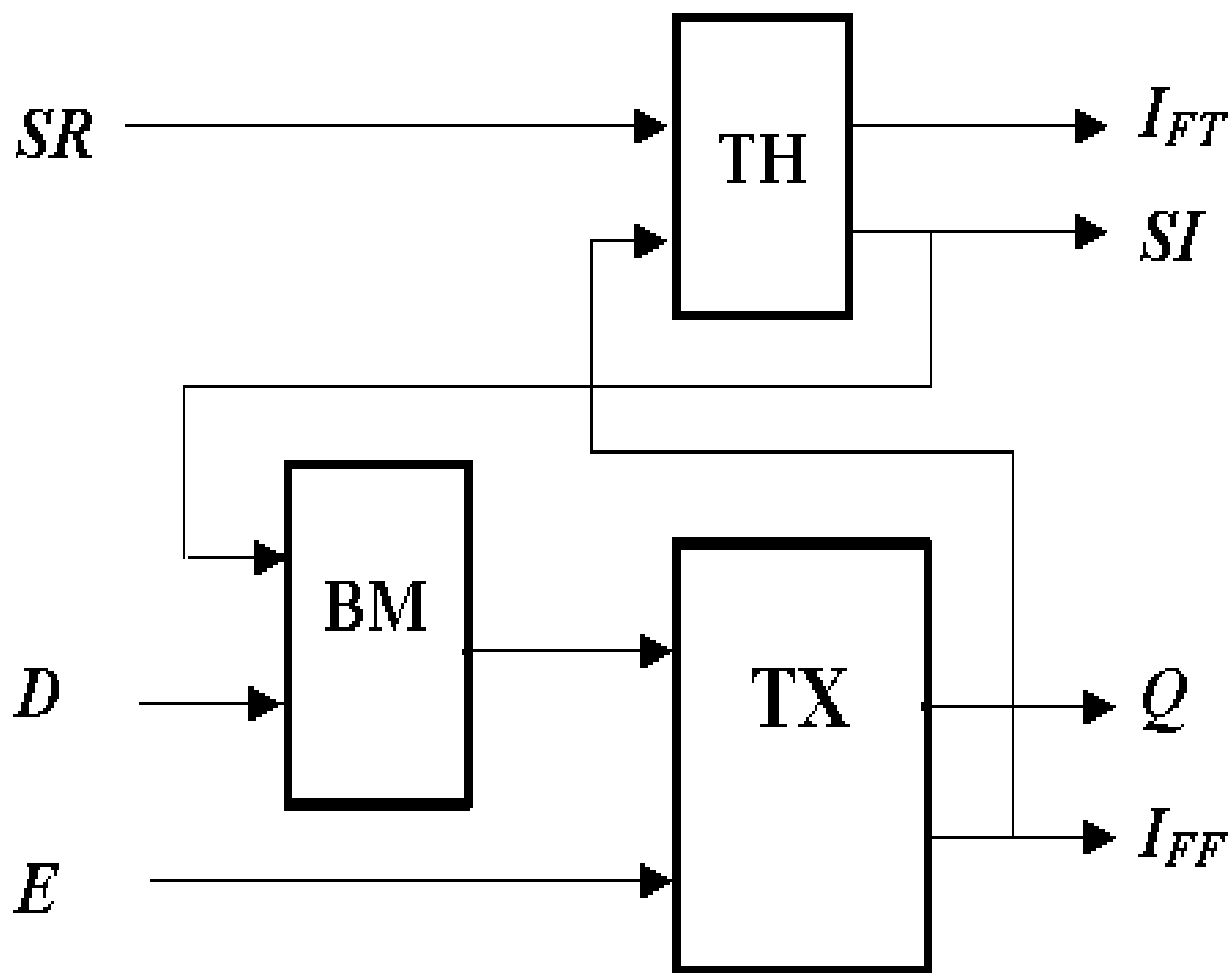
2 НИИСИ РАН, синхронный алгоритм Ньютона

3 НИИСИ РАН, синхронный SRT-алгоритм, Radix4



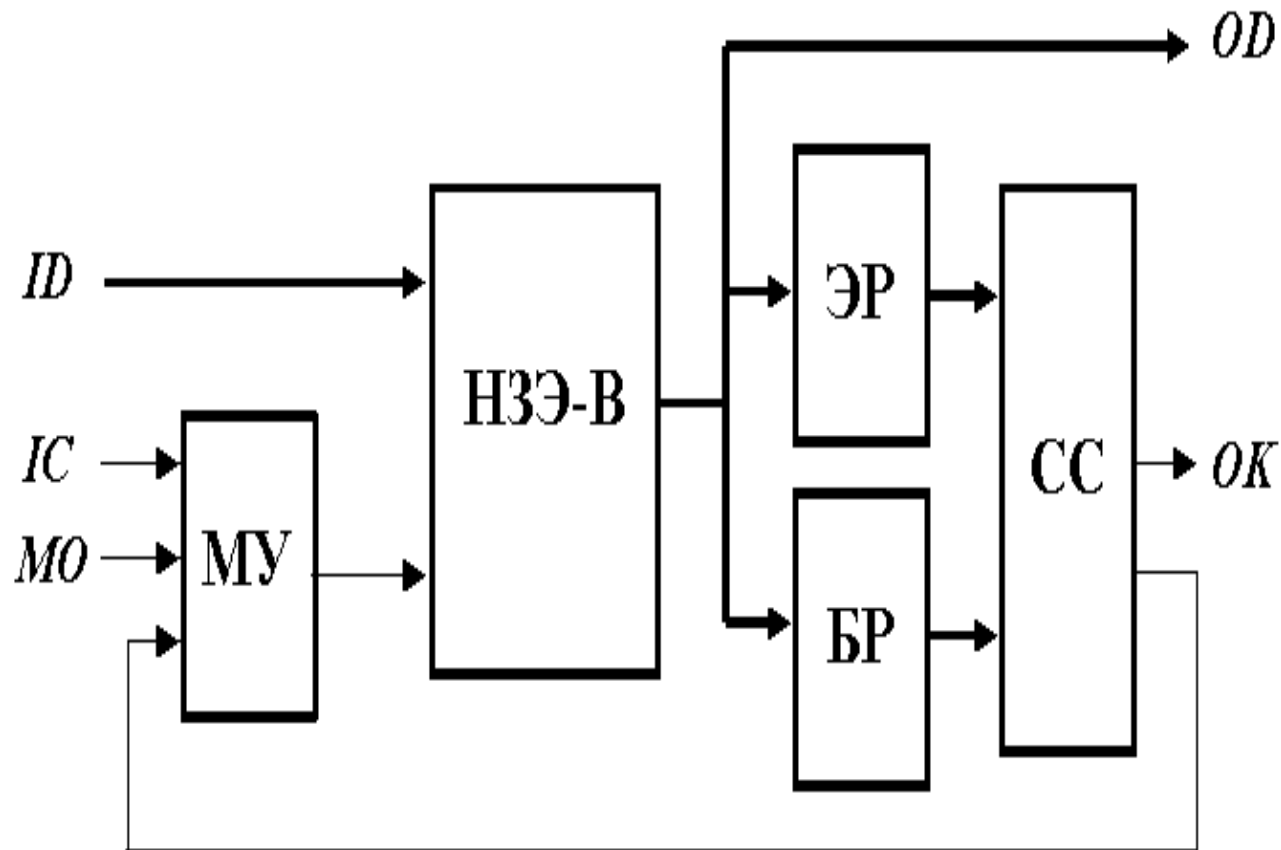
НЗЭ-вычислитель

Реализация отказоустойчивости



НЗЭ-вычислитель

Тестовая обвязка



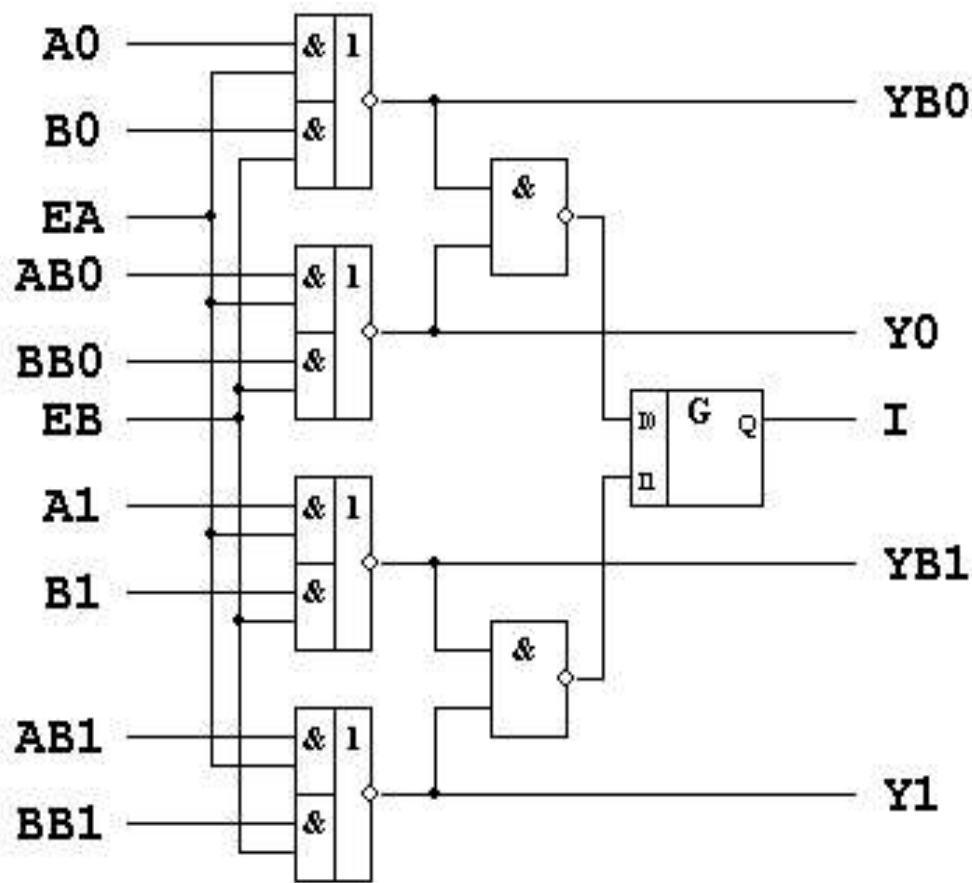
Анализ на самосинхронность

Время анализа

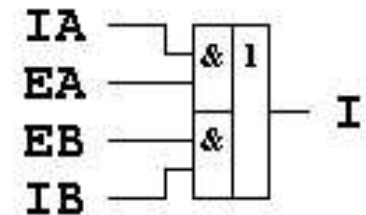
Тип устройства	Время анализа, с		
	БТРАН	АСИАН	АСПЕКТ
4-разрядный двоичный счетчик	0,31	7,0	1,2
4-разрядный регистр сдвига	12,64	58,0	1,1
4-разрядный последовательно-параллельный порт	2432,0	341,0	10,8
4-разрядное микроядро			1,0
4-разрядное АЛУ			4,7

Анализ на самосинхронность

Схема мультиплексора 2:1 (а) и его макроэлемента (б)



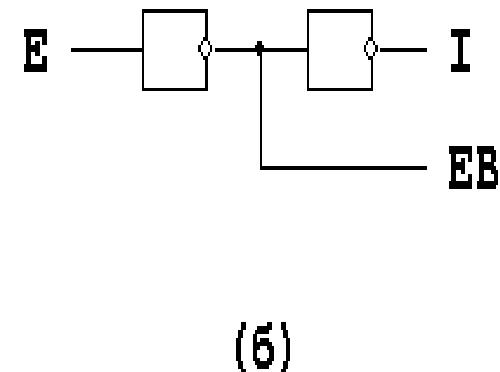
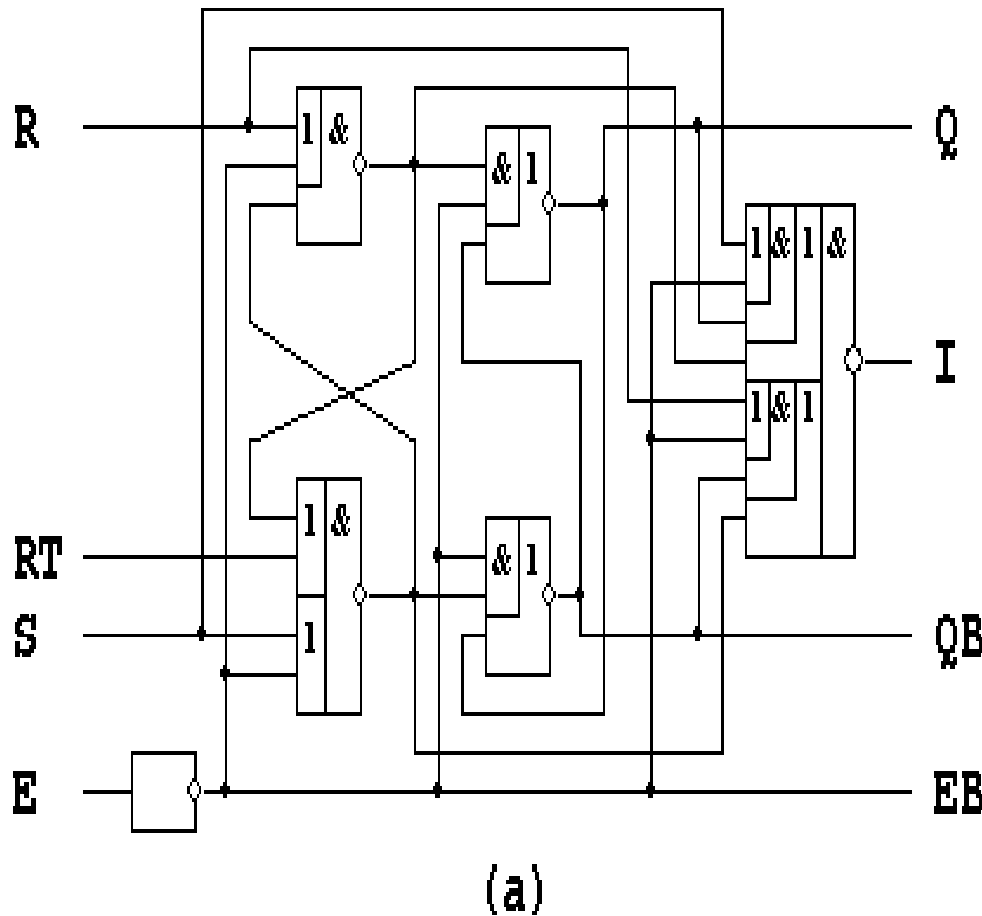
(а)



(б)

Анализ на самосинхронность

Схема RS-триггера (а) и его макроэлемента (б)



Заключение

- **НЗЭ-вычислитель обладает свойством обнаружения всех константных неисправностей (блокируется при появлении любой константной неисправности за счет индикации всех элементов схемы)**
- **Выходной регистр НЗЭ-вычислителя реализован как отказоустойчивое устройство. Вышедший из строя разряд регистра замещается методом сдвига резервным разрядом в результате процедуры саморемонта, запускаемой внутренним таймером**
- **Широкий диапазон работоспособности - сохранение работоспособности НЗЭ-вычислителя при снижении напряжения питания до 0,32 В (при номинале 1,8 В)**
- **анализ на полумодулярность сложных устройств с многоразрядной архитектурой обеспечивается разработанными в ИПИ РАН программными средствами и предложенным иерархическим подходом**

Контакты

- **Директор: Академик Соколов И. А.**
- **Адрес: Институт проблем информатики РАН, ул. Вавилова , д. 44, корпус 2, 117900 Москва, Россия**
- **Телефон: 7 (095) 137 34 94**
- **Fax: 7 (095) 930 45 05**
- **E-mail: ISokolov@ipiran.ru**

- **Докладчик: Степченков Ю. А., 671-15-20, ystepchenkov@ipiran.ru**