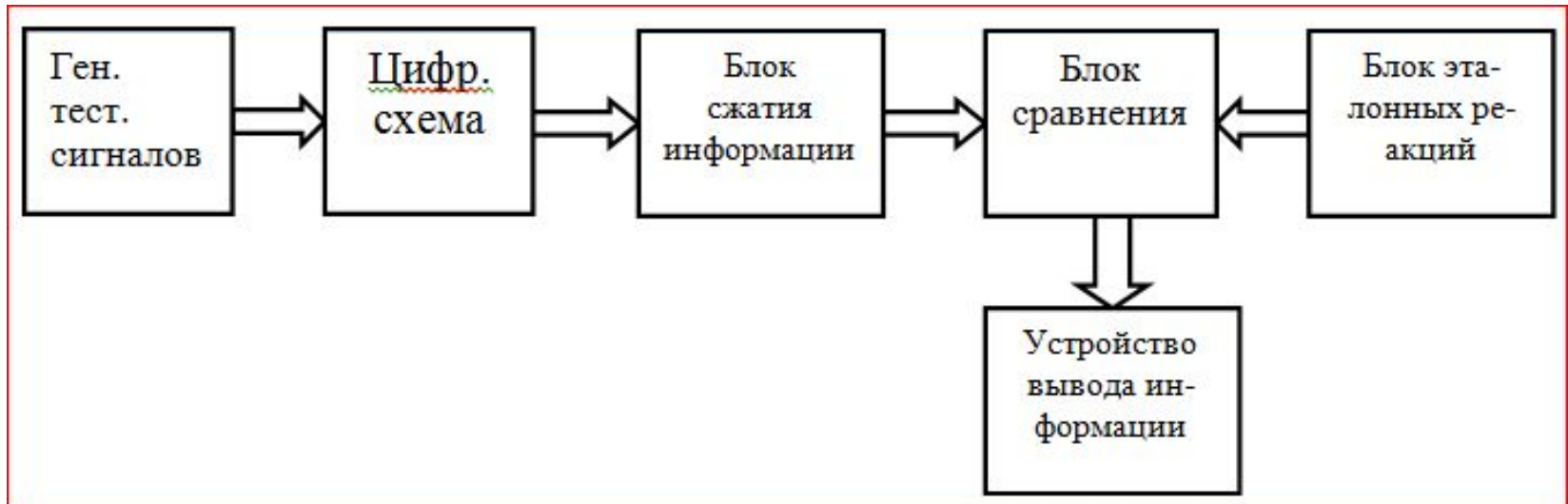


# Сигнатурный анализ

# Тестирование цифровой схемы

- Основные функциональные блоки, используемые при тестировании цифровой схемы



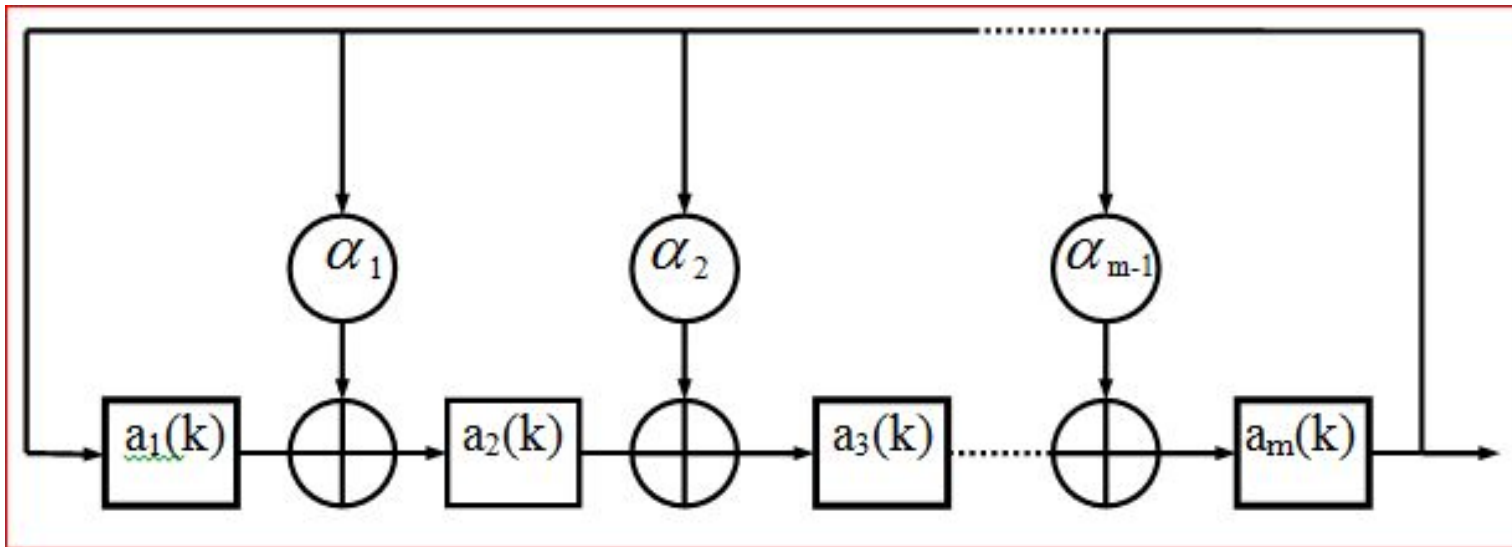
# Генерация ПСП сигналов

- Работа генератора M-последовательности, сумматоры по модулю два которого включены в межразрядные связи, описывает порождающий полином

$$\varphi_M(x) = 1 \oplus \alpha_1 x \oplus \alpha_2 x^2 \oplus \dots \oplus \alpha_m x^m$$

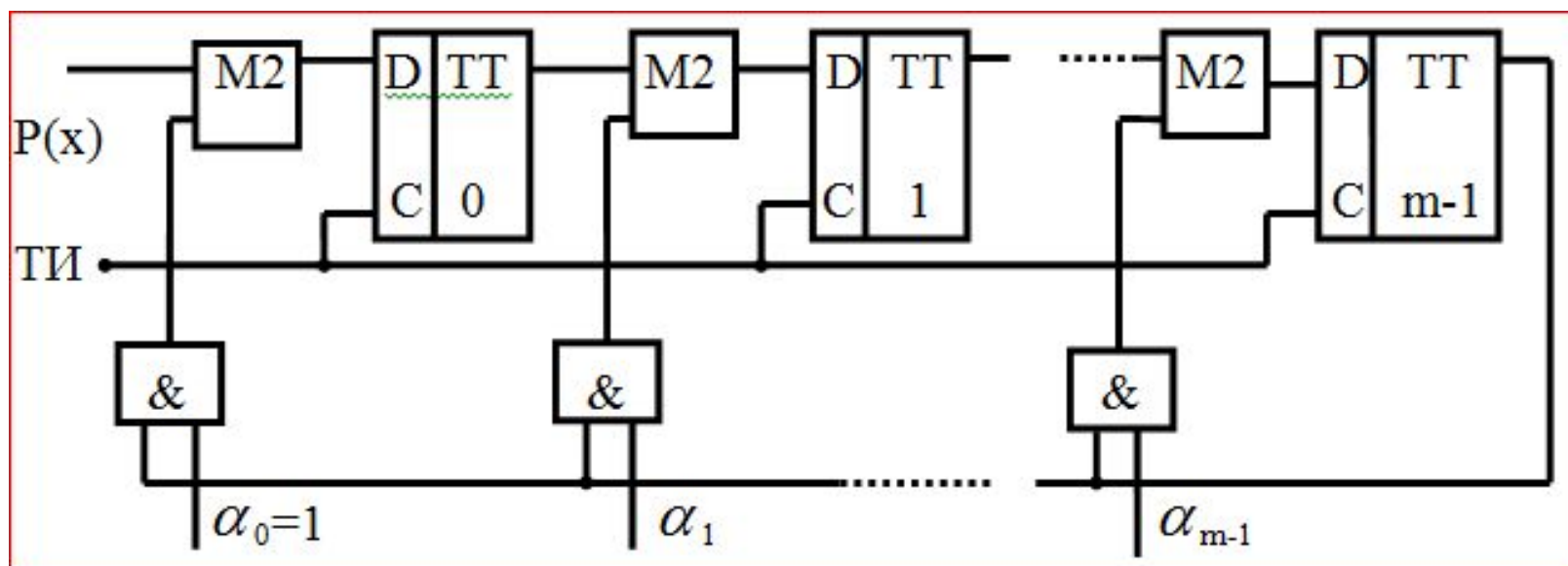
# Генерация ПСП сигналов

- Генератор M-последовательности



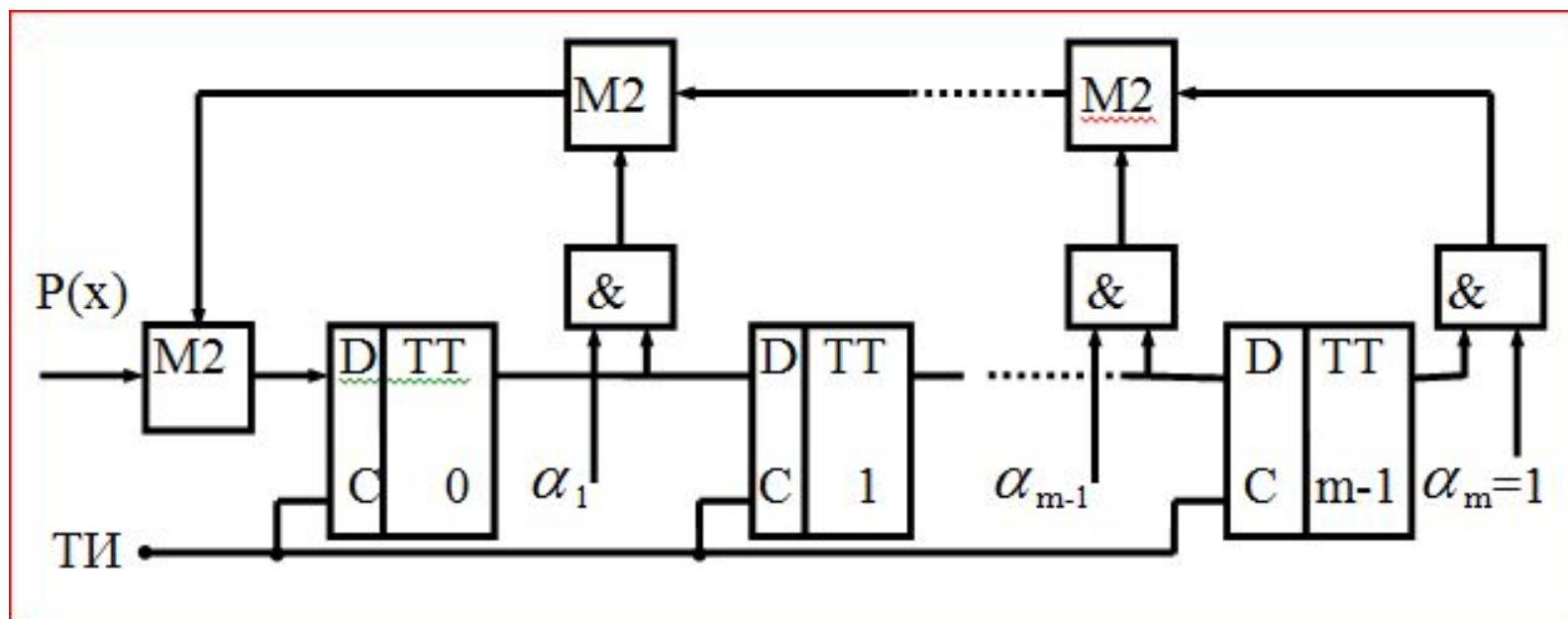
# Сигнатурный анализ

- Функциональная схема сигнатурного анализатора, построенного по методу деления полиномов.



# Сигнатурный анализ

- Функциональная схема сигнатурного анализатора, построенного по методу свёртки.



# Сигнатурный анализ

- Сигнатура  $R_6 = a_1(l)a_2(l)\dots a_m(l)$  формируется по алгоритму

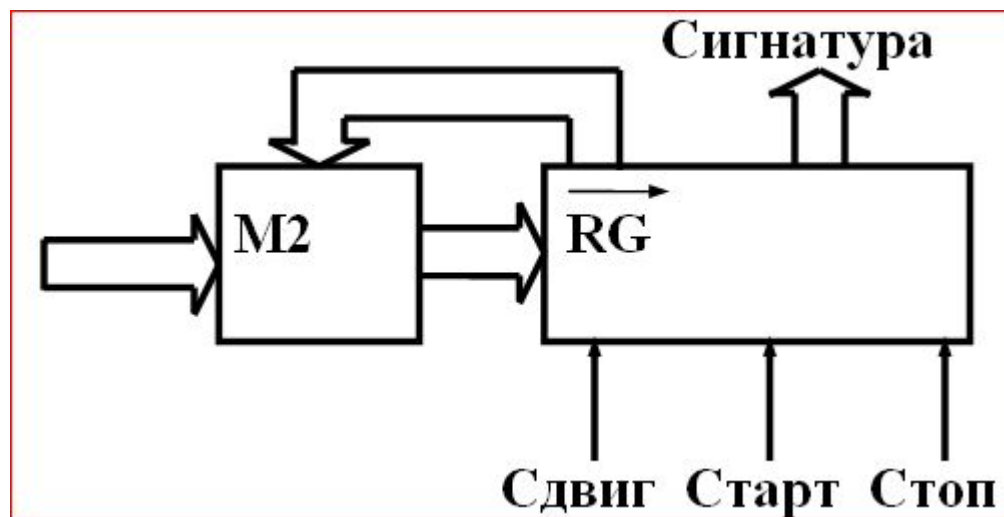
$$\begin{aligned} a_1(0) &= a_2(0) = \dots = a_m(0) = 0, \\ a_1(k) &= y(k) \oplus \sum_{i=1}^m \alpha_i a_i(k-1), \\ a_j(k) &= a_j(k-1), \quad j=2,3\dots m, \quad k=1,2\dots l, \end{aligned}$$

- где  $\alpha_i \in \{0,1\}, i=1,2\dots m,$  формируются на основании порождающего полинома

$$\varphi(x) = 1 \oplus \alpha_1 x^1 \oplus \alpha_2 x^2 \oplus \dots \oplus \alpha_m x^m,$$

# Сигнатурный анализ

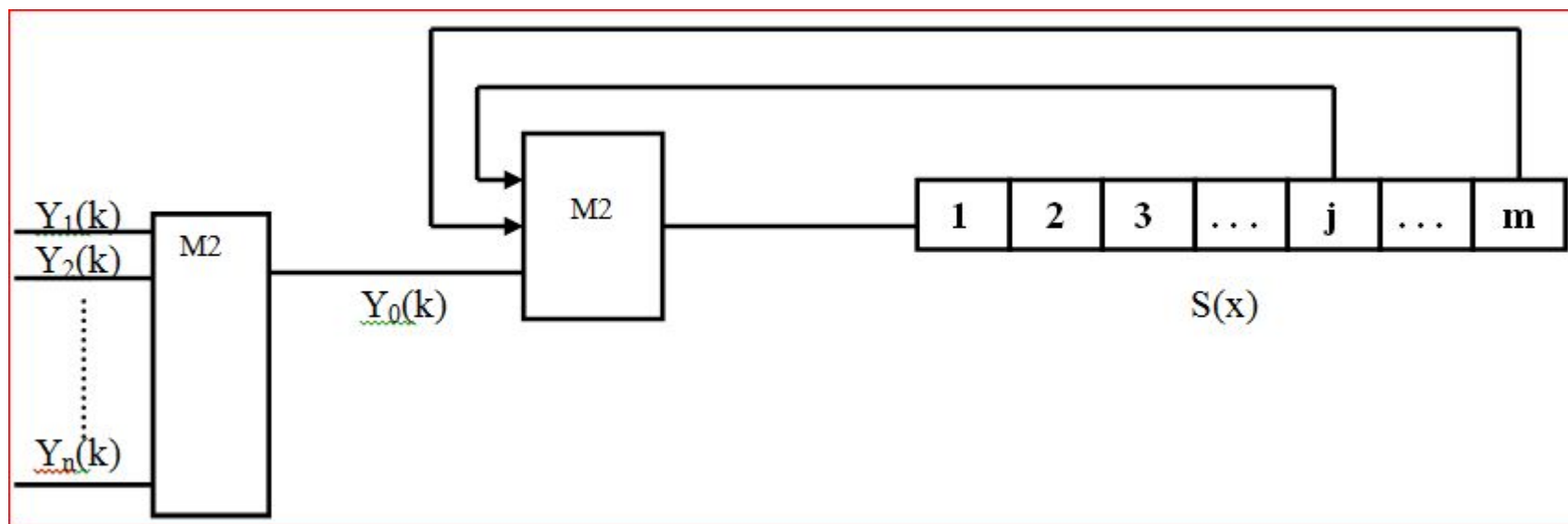
- Структурная схема сигнатурного анализатора





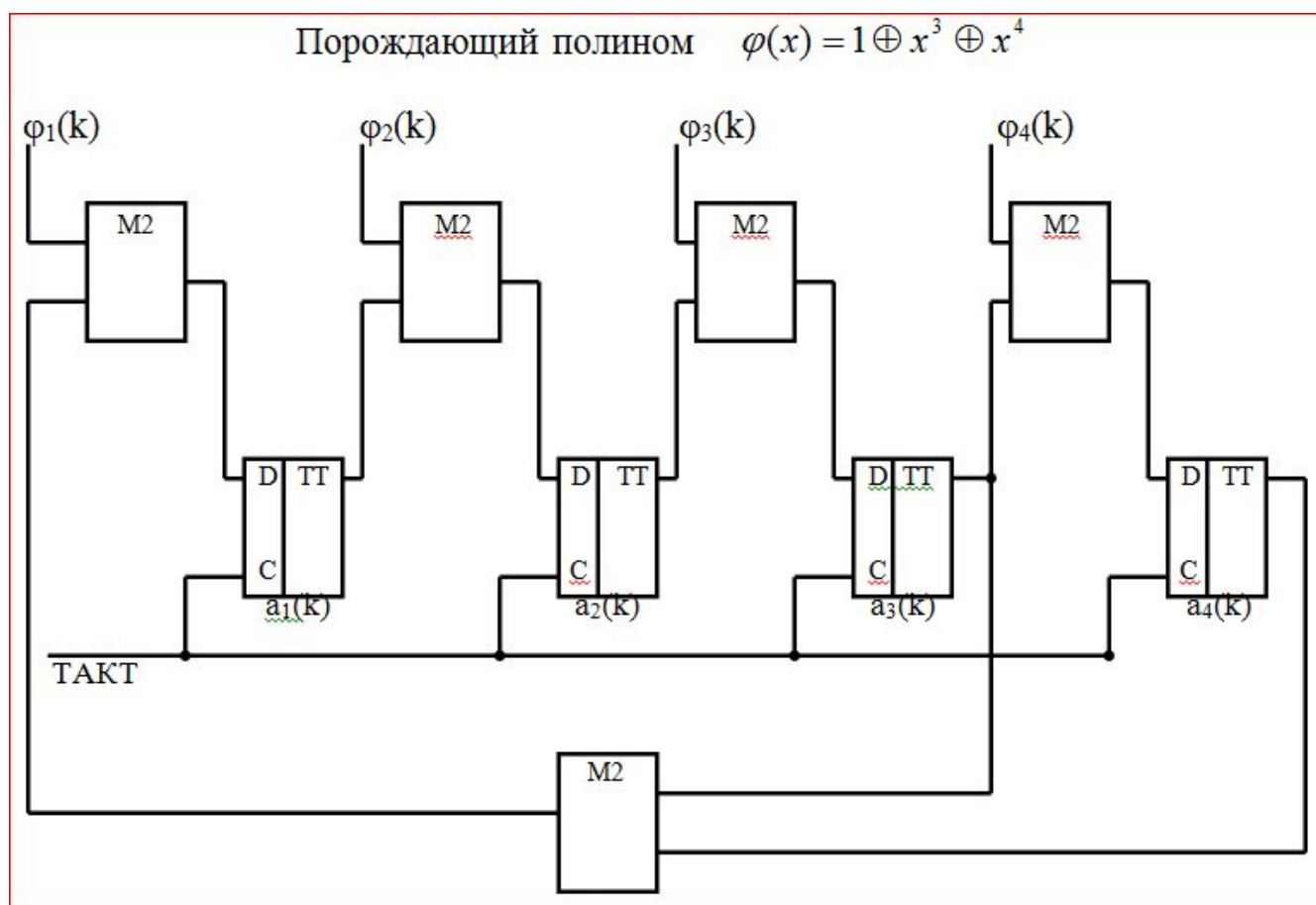
# Сигнатурный анализ

- Многоканальный сигнатурный анализатор



# Сигнатурный анализ

- Четырехканальный сигнатурный анализатор

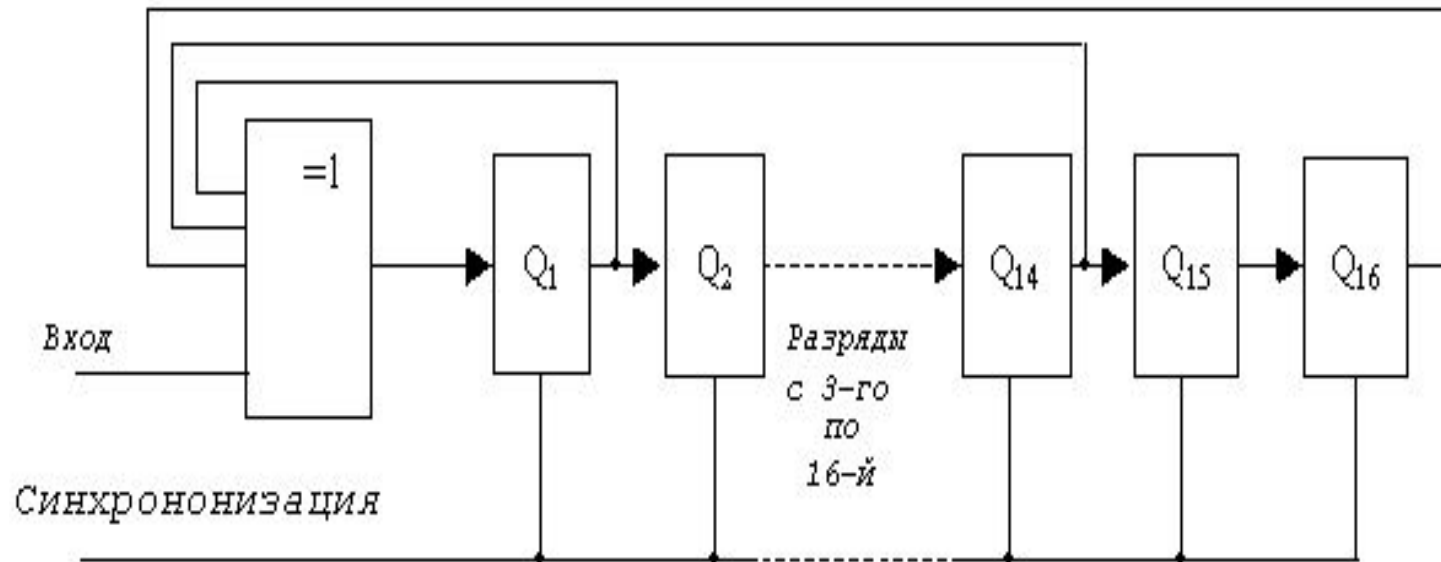


# Коды циклического избыточного контроля

- Двоичное слово 11000001 можно представить в виде
- полинома
  - $A(X) = X^7 + X^6 + X^0 = X^7 + X^6 + 1.$
- Пусть имеются двоичный поток  $V(X)$  и порождающий полином  $G(X)$ .
- Если разделить полином  $V(X)$  на  $G(X)$ , получится частное  $Q(X)$  и остаток  $R(X)$ :
  - $V(X) = G(X) * Q(X) + R(X).$
- Прибавляя  $-R(X)$  к обеим частям уравнения, получим :
  - $V(X) - R(X) = G(X) * Q(X).$

# Коды циклического избыточного контроля

- При способе ЦИК наиболее широко применяется
- 16-битный полином вида:
  - ЦИК-16 =  $X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$
- Регистр сдвига с линейной обратной связью



# Сигнатурный анализ

- Для сжатия информации фирма Hewlett-Packard остановилась на регистре с обратной связью

$$\bullet X^{16} + X^{12} + X^9 + X^7 + 1$$

- С помощью сигналов пуска и останова входной сигнал подается в схему, а сигнал синхронизации от проверяемой системы сдвигает данные в регистре.
- По окончании интервала измерения осуществляется индикация содержимого регистра как характеристической сигнатуры проверяемого узла.

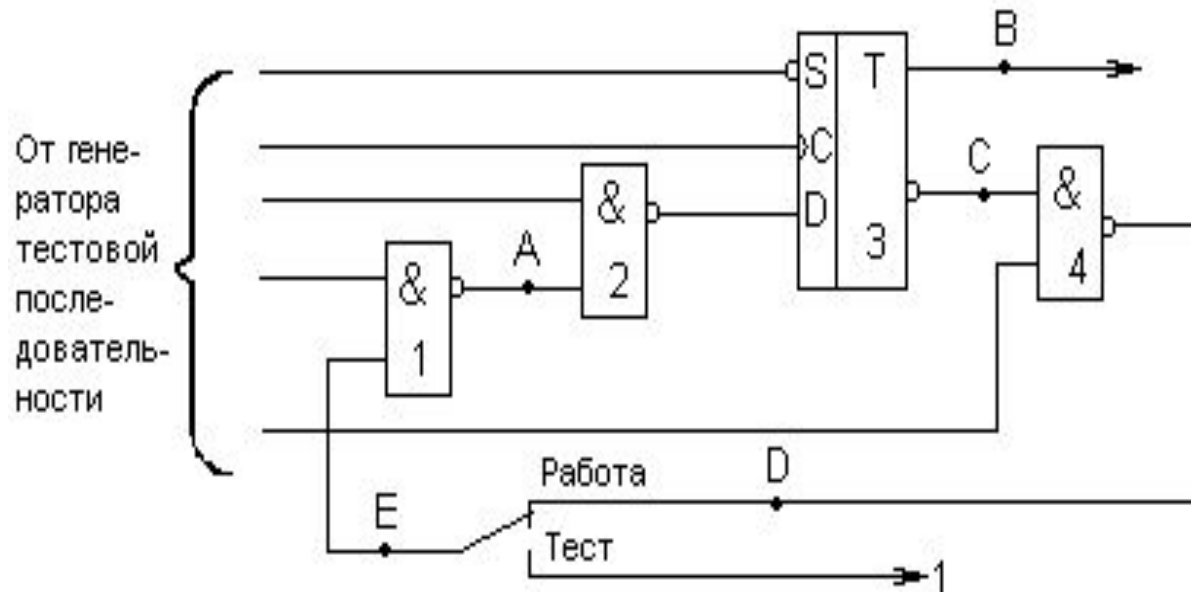
# Сигнатурный анализ

- Фирма Hewlett-Packard заменила стандартный набор 16-ричных символов, чтобы избежать путаницы между
- цифрой 6 и буквой *b*, и приняла следующие символы:

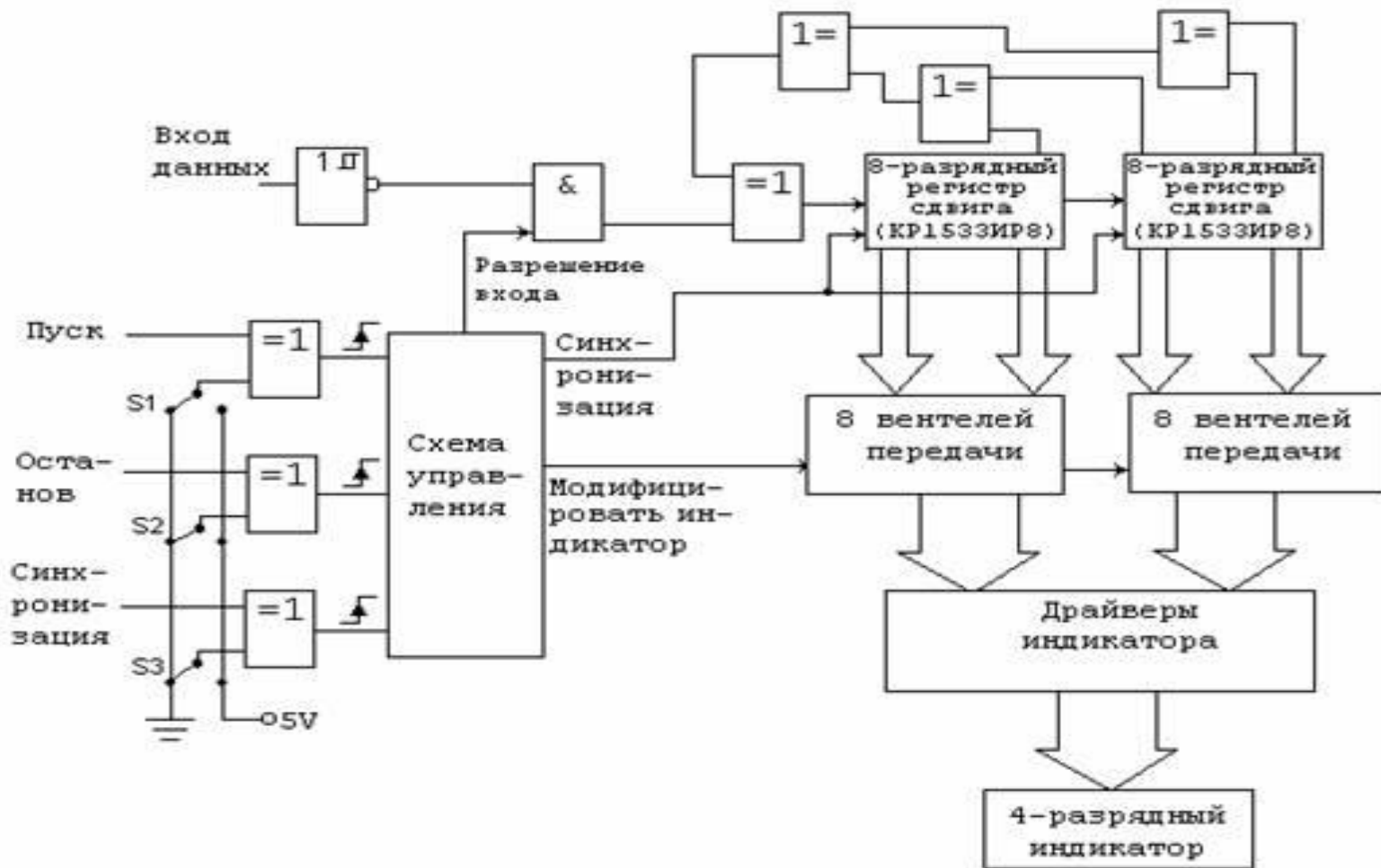
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	C	F	H	P	U

# Сигнатурный анализ

- Пример цифровой схемы с обратной связью. (Неисправна ИС 2).
- Если снабдить схему переключателем, который в режиме тестирования размыкает цепь обратной связи, сигнатура в точке E перестает зависеть от сигнатуры в точке D, и в этом случае неисправность ИС 2 легко обнаруживается.

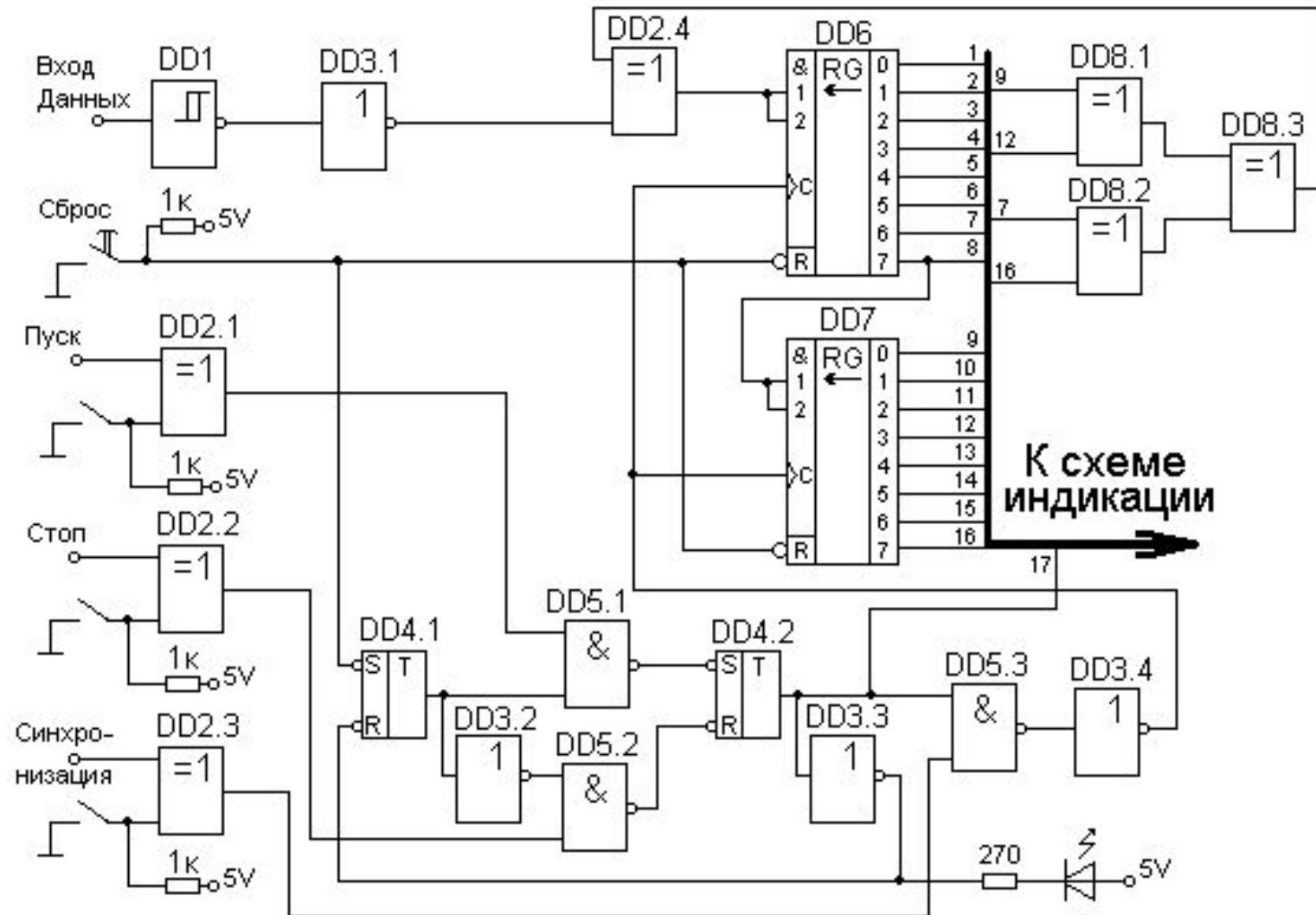


# Схема сигнатурного анализатора

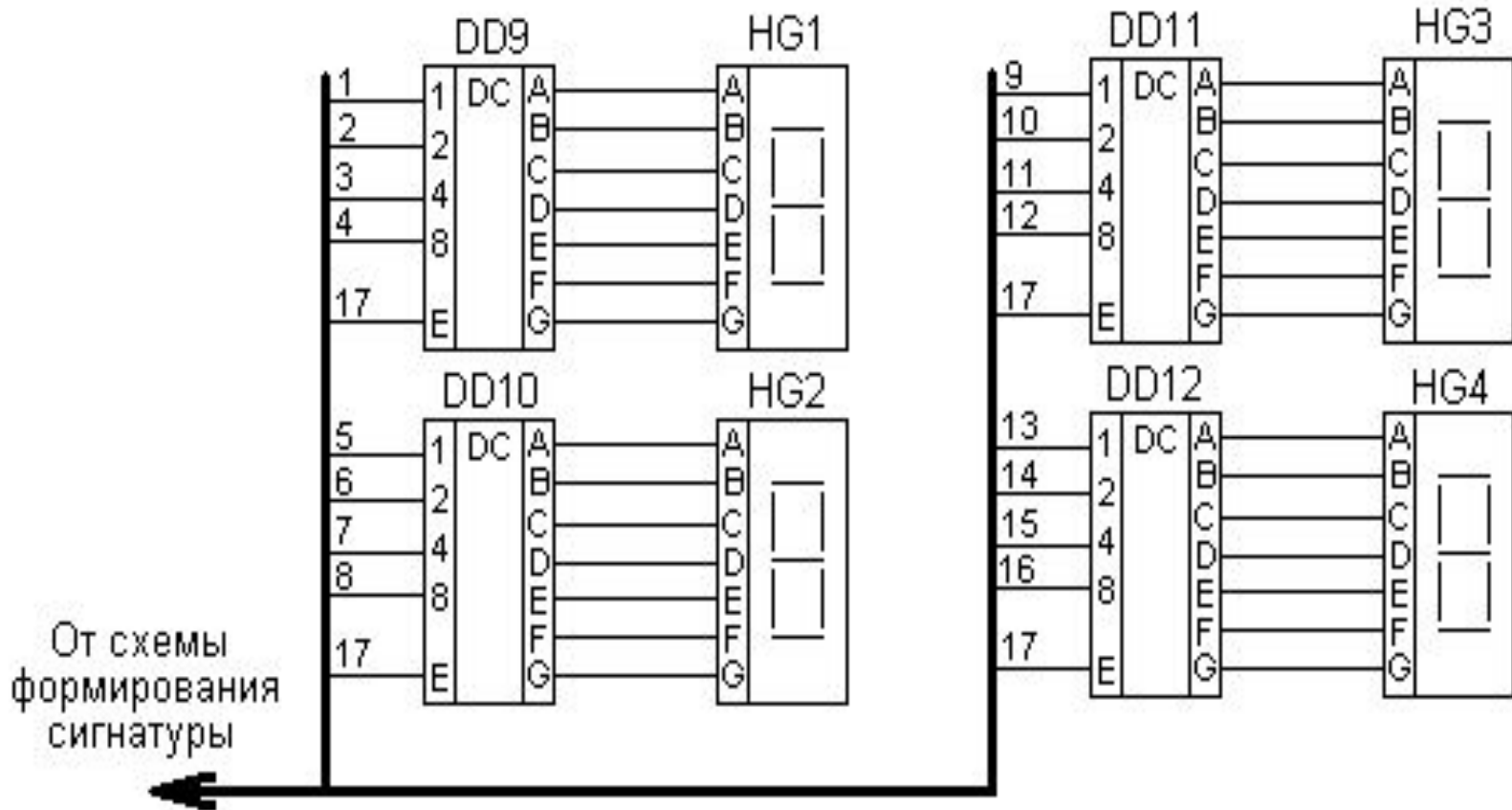




# Секция анализа сигнатурного анализатора

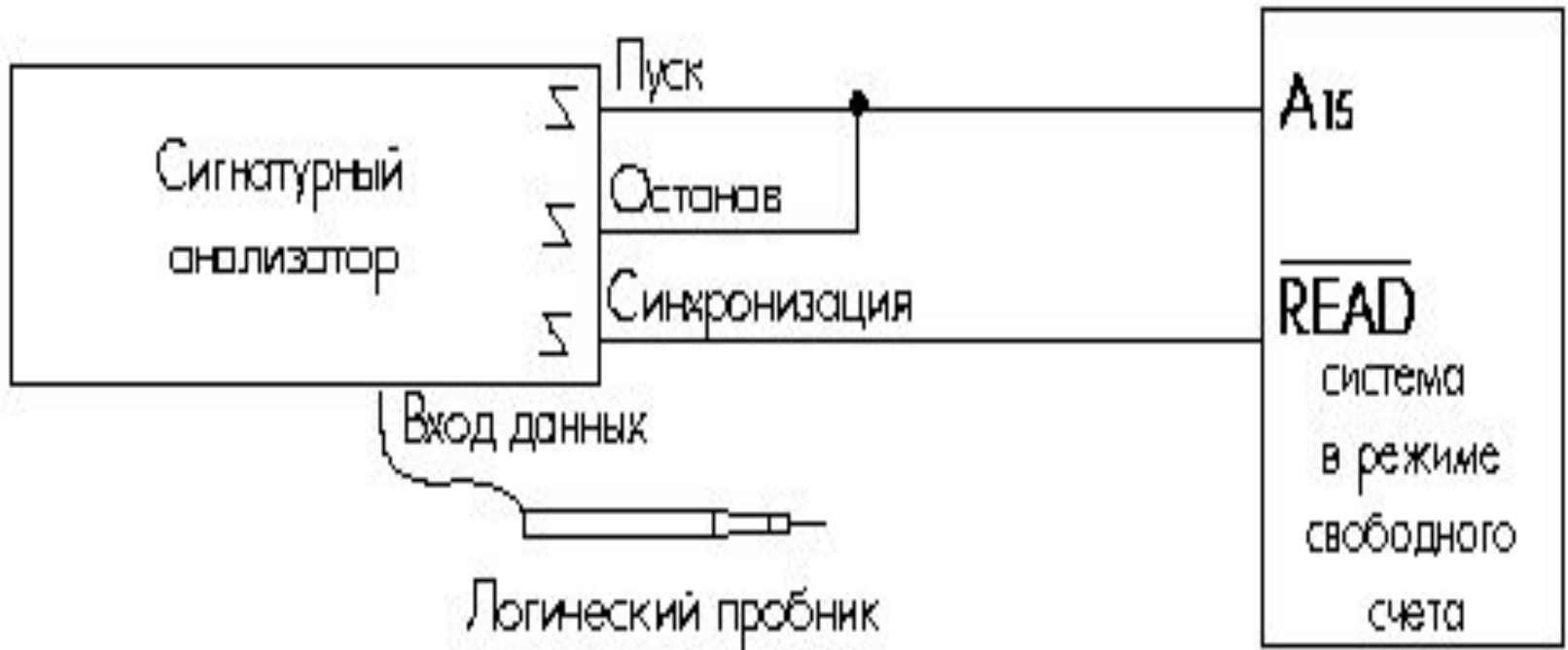


# Секция индикации сигнатурного анализатора

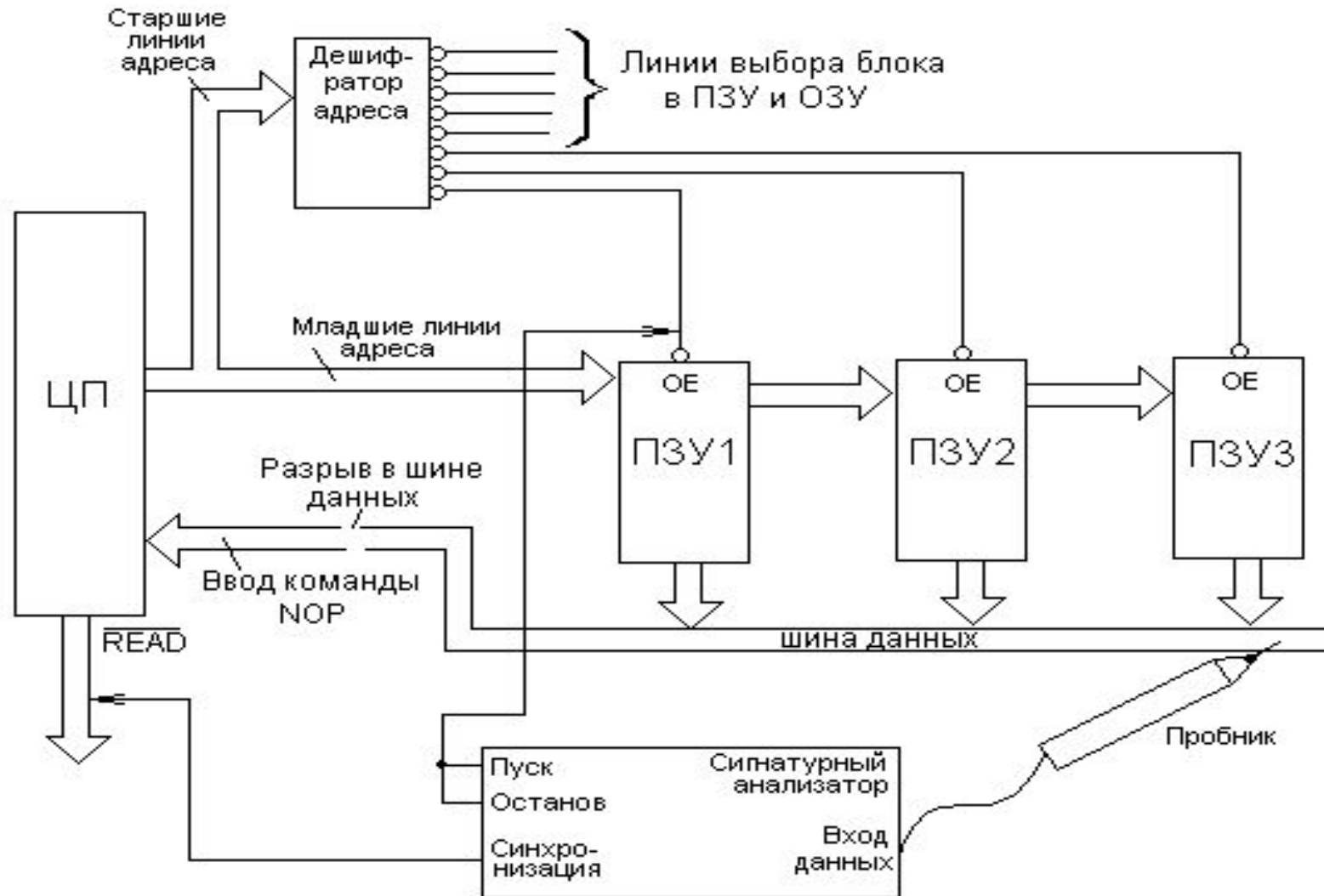


# Тестирование МП

- Получение сигнатур в режиме свободного счета



# Тестирование ПЗУ в режиме свободного счета



# Тест-циклы сигнатурного анализа

- **Тест входного порта для МП 8080/Z80.**
- Принцип теста заключается в сдвиге состояния логической “1” по всем восьми линиям ВВ выходного порта. Таким образом, до перехода к следующему тесту будет произведено 8 операций записи в выходной порт.

OUTTEST: XRA ; сбросить регистр А

STC А ; установить в 1 бит переноса

LOOP: RAL ; сдвинуть единичный бит влево

OUT (04) ; выдать двоичный набор в выходной порт

JNC LOOP ; повторить если тест не закончен

# Список контрольных вопросов

- 1. Перечислите задачи систем диагностики
- 2. Какие блоки входят в состав систем тестирования?
- 3. Почему в системах тестирования используется генератор ПСП?
- 4. Приведите функциональную схему генератора ПСП
- 5. Какие методы обработки сигналов заложены в сигнатурном анализаторе?
- 6. Приведите функциональную схему сигнатурного анализатора
- 7. Как формируются коды циклического избыточного контроля?
- 8. Как выполняется тестирование микропроцессоров?
- 9. Как выполняется тестирование ПЗУ?
- 10. Какие существуют ограничения на сигнатурный анализ?

# Литература

- 1. Уильямс Г.Б. Отладка микропроцессорных систем: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
- 2. Микропроцессоры: системы программирования и отладки / В.А.Мясников, М.Б.Игнатъев, А.А.Кочкин, Ю.Е.Шейнин; Под ред. В.А.Мясникова, М.Б.Игнатъева. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 3. Фергусон Дж., Макари Л., Уилльямз П. Обслуживание микропроцессорных систем: Пер. с англ.– М.: Мир, 1989.
- 4. Кирьянов К.Г., Соловейчик Э.Б. К проектированию РЭА, ориентированной на диагностику сигнатурным анализом. – Техника средств связи. Сер. Радиоизмерительная техника, 1980, вып. 1 (26), с 9 - 84.
- 5. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Цифровые устройства: Учебное пособие для втузов.– СПб.: Политехника, 1996.