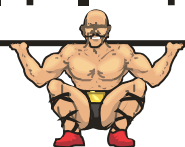
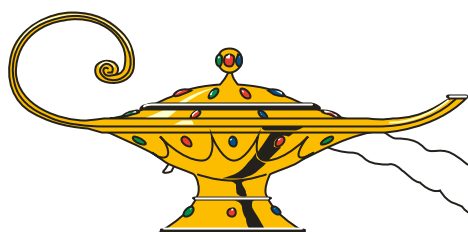


Э.Г. Фильчев



КОЛЬЦЕВЫЕ СИСТЕМЫ  
ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ



**Автор: Э.Г.Фильчев**  
**Адрес:Россия.188760.Ленинградская область**  
**Г.Приозерск .ул.Привокзальная 5. кв.60.**

## **Кольцевые системы избирательности**

### **АННОТАЦИЯ**

В данной работе представлено схемное решение соединения между собой двоичных элементов в одно устройство отличающиеся тем, что если один из элементов находится в состоянии "1", то другие элементы, имеющие внутренние связи с первым элементом, могут находиться только в состоянии "0" при этом их порог срабатывания (переход в состояние "1" под воздействием внешнего сигнала) изменяется в связи с воздействием на их входные цепи факта нахождения первого элемента в состоянии "1" и "весовой характеристики" внутренних связей между этими двоичными элементами (авторское свидетельство № 90760 с приоритетом от 23 августа 1974 г.).

Предлагаемое устройство обладает сочетанной характеристикой аналого-цифровых преобразователей (АЦП) и следящего устройства за группой внешних сигналов с реализацией автоматического перехода конкретного двоичного элемента на другой пороговый уровень в зависимости от "весового" воздействия на него "соседних" двоичных элементов. Может быть использовано в качестве устройства управления автономном объектом в условиях опасных (для объекта) внешних воздействий с ретроспективной многоуровневой памятью и возможностью анализа предшествующих внешних воздействий на этот объект. Эти устройства названы "**кольцевыми системами избирательности (КСИ)**".

КСИ могут иметь различные варианты реализации в зависимости от

- схемного решения двоичных элементов
- общего числа двоичных элементов
- числа "соседних" элементов (мерности)
- числа внешних и внутренних замкнутых контуров и т. д.

По мнению автора такие устройства могут найти применения в различных приборах и устройствах и поэтому целесообразно создать КСИ в виде больших интегральных микросхем (БИС).

В данной работе в качестве примеров использования КСИ представлены практические (реально работающие) схемные решения следующих приборов: **металлообнаружителя**, **акустического декодирующего устройства**, **определителя запахов**, что дает возможность специалистам четко определить сравнительные характеристики и схемные отличия этих приборов от современных схемных решений.

## СОДЕРЖАНИЕ

	<b>Аннотация</b>	
	<b>Введение</b>	2
<b>Глава 1</b>	<b>Кольцевые системы избирательности</b>	3
1.1	Постановка задачи	3
1.2	Базовые элементы системы	3
1.3	Принцип работы базового элемента	5
<b>Глава 2</b>	<b>Мерность кольцевых систем избирательности</b>	7
2.1	Двухмерная система	7
2.2	Трехмерная система	11
2.3	Многослойная система	11
<b>Глава 3</b>	<b>Реакция КСИ на внешние воздействия</b>	12
3.1	Группа внешних сигналов на входах КСИ	12
3.2	Анализ приема группы внешних сигналов	14
3.3	Избирательность КСИ	15
3.4	Одиночный сигнал	17
3.5	Идентификация образа внешнего воздействия	18
<b>Глава 4</b>	<b>Реализация кольцевых систем избирательности на основе электронных схем</b>	19
4.1	Триггер как основной элемент системы	19
4.2	Базовый элемент системы на основе цифровых микросхем	20
4.3	Циклический режим работы базового элемента	22
<b>Глава 5</b>	<b>Устройства с использованием КСИ</b>	25
5.1	Схема КСИ универсального назначения	25
5.2	Многоуровневые КСИ	27
5.3	Металлообнаружитель	30
5.4	Акустическое декодирующее устройство	32
5.5	Определитель запахов	37
5.6	Стенд выбора оптимальной схемы КСИ	40
	Заключение	41
	Литература	43

## ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие науки и техники характеризуется широким использованием вычислительной техники, основой которой являются процессорные системы. Процессорные системы работают по заранее согласованным программам (алгоритмам). С помощью программ можно решать самые различные задачи. Однако совершенно очевидно, что реализовать алгоритм работы системы управления автономным объектом, с учетом всего многообразия возможных внешних воздействий на этот объект, является не только достаточно сложной, но и невыполнимой задачей. Наиболее перспективным направлением развития комплексов управления сложными технологическими процессами является использование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей (АЦП и ЦАП). В настоящее время созданы быстродействующие высокоразрядные АЦП, однако становится очевидным, что этот путь не является определяющим в решении задачи управления автономным объектом в сложных условиях внешнего воздействия.

Природа давно создала системы управления автономными объектами, что даёт основание допустить существование простого принципа построения подобных систем.

Данная работа не претендует на раскрытие указанного принципа, а рассматривает один из возможных вариантов создания базовых элементов системы.

## ГЛАВА 1. КОЛЬЦЕВЫЕ СИСТЕМЫ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ


### 1.1 Постановка задачи.

Заяц живущий в лесу постоянно решает задачу своего жизнеобеспечения и может рассматриваться как биологический объект. Жизнеобеспечение – это не только регулирование процессов пищеварения, дыхания и здоровья, но и анализ комплекса воздействий среды. Результаты этого анализа – команды исполнительным органам к действиям, например, стоять, хватать, бежать, слушать и т.д.

Важнейшим качеством автономных биологических объектов является способность к обучению, т.е. к накоплению опыта общения с внешней средой. Таким образом автономные биологические системы обладают системой анализа комплексного воздействия внешней среды на объект. По результатам этого анализа система вырабатывает команды исполнительным органам объекта.

Система анализа и управления может называться как угодно, например, нервной системой, рефлексной системой или интеллектом. Сущность системы заключается в том, чтобы обеспечивать безопасность объекта в условиях широкого спектра изменений параметров внешней среды.

На рис.1.1. схематично представлен автономный биологический объект. Из этого рисунка очевидна вся сложность создания анализа природной системы управления автономным объектом.

Внешняя среда ( воздействие)	Объект		
	Органы чувств	Система управления	Исполнительные органы
Свет ®	Зрение ®	Система анализа внешних воздействий и выдача команд на управление исполнительным органам ®	 ®
Звук ®	Слух ®		
Запах ®	Обоняние ®		
Пища ®	Вкус ®		
Давление, влажность, температура, воздух	Осязание ®		

**Рис.1.1. Схема внешних воздействий на биологический объект.**

Компьютерный (процессорный) вариант создания подобной системы пока не дает желаемого результата. Этот вариант здесь не рассматривается. Поэтому возникает необходимость поиска принципиально новых схемных решений – основы системы управления автономным объектом. Сформулируем задачу.

**Задача 1.** «Предложить принцип построения системы слежения за параметрами внешних воздействий на объект, определения наиболее важных из них в данный момент

времени, выдачи команд управления исполнительным органам объекта в зависимости от текущей ситуации с целью нормального функционирования автономного объекта».




## 1.2. Базовый элемент системы и его мерность.

Из Рис.1.1 следует, что основным в системе анализа внешних воздействий на объект можно считать исполнение оператора «ЕСЛИ» (условие 1), «ИЛИ» (условие 2), «ИЛИ» (условие 3), ..., «ИЛИ» (условие N), «ТО» (действие 1), «ИНАЧЕ» (действие 2). Поэтому принимаем за основу работы базового элемента разрабатываемой системы принцип исполнения оператора:

« ЕСЛИ ..., ТО ... , ИНАЧЕ...»

Простейшим устройством исполнения этого принципа является элемент с двумя устойчивыми состояниями, т.е. двоичный элемент. Известно много различных конструкций двоичных элементов. Одним из таких устройств является ТРИГГЕР. Триггер устойчиво может находиться только в одном из двух состояний – «0» или «1». Триггер может иметь два входа для приёма внешних пусковых сигналов. При этом «ЕСЛИ» пусковой сигнал поступит на вход 1, «ТО» триггер из состояния «0» переходит в состояние «1», «ИНАЧЕ» останется в исходном состоянии «0». «ЕСЛИ» пусковой сигнал поступит на вход 2, «ТО» триггер из состояния «1» перейдёт в состояние «0» «ИНАЧЕ» останется в состоянии «1». В вычислительной технике триггеры используются в качестве ячеек памяти, регистров, счетчиков и др..

Введём обозначения:

-  - двоичный элемент в состоянии «0»,
-  - двоичный элемент в состоянии «1»,
-  - два двоичных элемента, связанных между собой внутренними связями таким образом, что ЕСЛИ один из них находится в состоянии «1», ТО другой может находиться только в состоянии «0» - и наоборот. При этом, состояния - оба

элемента

в положении «0» считается устойчивым, т.о. указанное устройство имеет три устойчивых состояния.



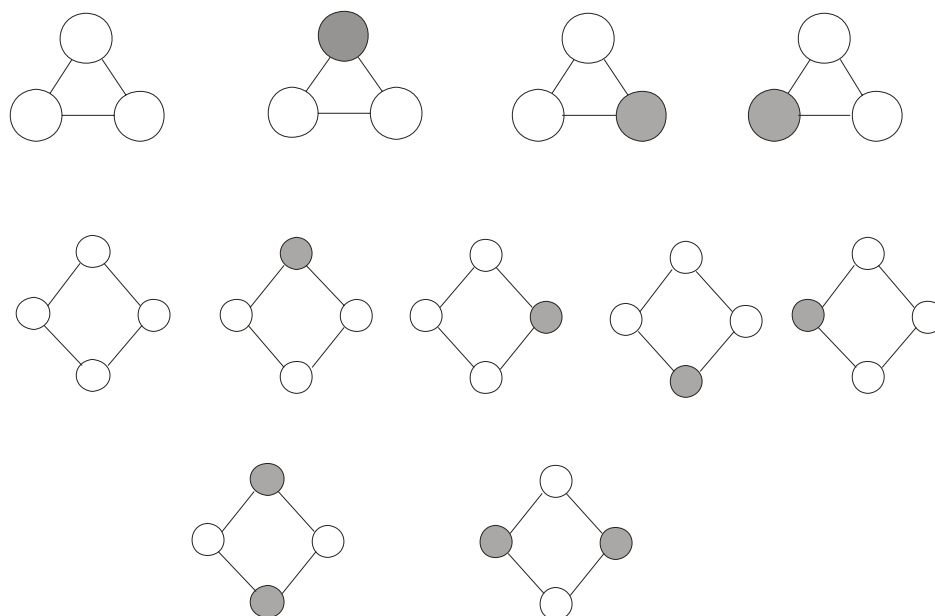
- двоичный элемент имеющий вход для внешнего пускового сигнала.



- три двоичных элемента, связанные между собой внутренними связями таким образом, что ЕСЛИ один из элементов находится в состоянии «1», ТО два соседних элемента могут находиться только в состоянии «0». Такое устройство имеет четыре устойчивых состояния.

В предложенных устройствах заложен ОСНОВНОЙ ПРИНЦИП « ЕСЛИ конкретная ячейка (двоичный элемент) находится в состоянии «1», ТО все соседние ячейки связанные с рассматриваемой, внутренними связями, могут находиться только в состоянии «0»».

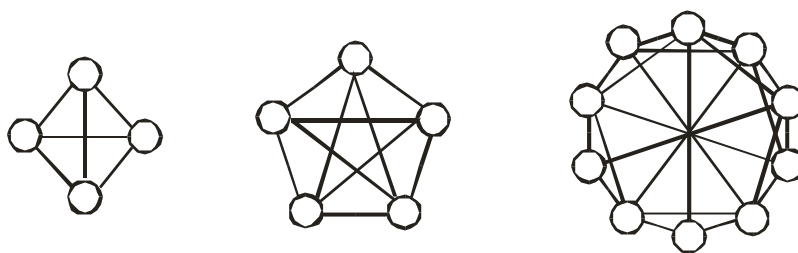
На Рис.1.2 представлены устройства, каждая из ячеек которых, имеет по две «соседних» ячейки.



**Рис.1.2 Схемы двухмерных КСИ**

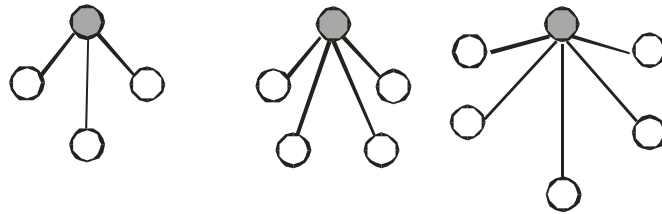
Системы, в которых каждая ячейка связана с двумя другими ячейками будем называть двухмерными, с тремя – трёхмерными, с « $n$ »,  $n$ - мерными. Буквой « $n$ » будем обозначать мерность системы.

Из Рис.1.2 (в) видно, что ячейка 1 не имеет связей с ячейкой 3 и поэтому они одновременно могут находиться в состоянии «1». Это относится также к ячейкам 2 и 4. На Рис.1.3 представлены системы с  $n=3$ ,  $n=4$ ,  $n=5$ . Из этого рисунка видно, что для системы с  $z=10$  и  $n=5$  ячейка 1 связана с ячейками 2,10,9,3,6.



**Рис.1.3 Схемы трехмерных КСИ**

Кольцевые системы, подобные представленным на Рис.1.2 и 1.3. будем называть КОЛЬЦЕВЫМИ СИСТЕМАМИ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ (КСИ), а выборку из КСИ ячейки вместе со связями и соседними ячейками – БАЗОВЫМ ЭЛЕМЕНТОМ СИСТЕМЫ (БЭС). На Рис 1.4 представлены БЭС схем рисунка 1.3.



**Рис.1.3 Схемы базовых элементов КСИ**

**1.3 Принцип работы базового элемента системы.**

Рассмотрим работу БЭС трёхмерной системы

Для нормальной работы базового элемента системы необходимо выполнить следующие условия:

**Условие 1.** Все ячейки базового элемента могут одновременно и устойчиво находится в состоянии «0».

**Условие 2.** Поступление внешнего пускового сигнала реализует только одну функцию, а именно переход ячейки из состояния «0» в состояние «1».

**Условие 3.** Переход центральной ячейки из состояния «0» в состояние «1» обеспечивает передачу по внутренним связям сигналов реализующих переход всех «соседних» ячеек из состояния «1» в состояние «0».

**Условие 4.** Переход «соседней» ячейки из состояния «0» в состояние «1» приводит к переходу центральной ячейки из состояния «1» к состоянию «0».

**Условие 5.** Нахождение «соседней» ячейки в состоянии «1» постоянно поддерживает более высокий пороговый уровень для внешнего пускового сигнала центральной ячейки. При этом каждая из «соседних» ячеек может иметь свой «вес» в изменении этого порогового уровня.

**Условие 6.** При любых состояниях ячеек БЭС, каждая из них сохраняет способность к приёму внешнего пускового сигнала, т.е. возможность перехода от состояния «0» к состоянию «1».

Чувствительность центральной ячейки к внешнему пусковому сигналу для трехмерной КСИ может иметь восемь пороговых уровней. В общем случае число пороговых уровней для центральной ячейки БЭС определяется формулой

$$L=2^n \tag{1.1}$$

где L – число пороговых уровней  
n- мерность БЭС

Т.о. каждая ячейка кольцевой системы избирательности может иметь число уровней чувствительности к внешнему пусковому сигналу зависящее от мерности системы и определяется формулой 1.1. Таким образом ПРИНЦИП РАБОТЫ БАЗОВОГО ЭЛЕМЕНТА системы заключается в выполнении ранее указанных шести условий. Этот принцип защищён авторским свидетельством [1].



## ГЛАВА 2. Мерность кольцевых систем избирательности.

### 2.1. Двухмерная система.

Введем определения:

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЁМКОСТЬ – общее число устойчивых состояний системы.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЕДИНИЦА - нахождение в состоянии «1» конкретной ячейки.

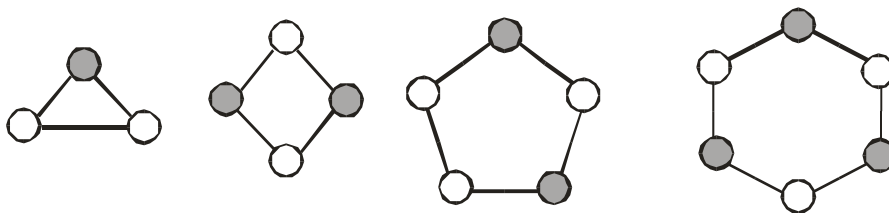
ВЕС ИНФОРМАЦИОННОЙ ЕДИНИЦЫ – количество внешней информации поступившей

на вход (входы) системы необходимое для

пере-

вода конкретной ячейки из состояния «0»  
в состояние «1».

На Рис.2.1 представлены схемы двухмерных КСИ.



**Рис.2.1 Схемы двухмерных КСИ**

Общее число устойчивых состояний системы равно сумме, когда в состоянии «1» находится:

- одна ячейка ( $N_1$ );
- две ячейки ( $N_2$ );
- три ячейки ( $N_3$ );
- ...
- ...
- ...
- $z/2$  ячеек ( $N_{z/2}$ );

$$\rightarrow N_{\Sigma} = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_{z/2} \quad (2.1)$$

Ясно, что  $N_1 = Z$ , где  $Z$  – число ячеек в КСИ. Сложнее определить  $N_2 - N_{z/2}$ .

Решение этих задач относится к комбинаторному анализу и затрагивает вопросы теории перечислений Пойя и блок – схем [2].

$$C_z^2 = \frac{z!}{2!(z-2)!} \quad (2.2)$$

1. **Определим  $N_2$ .** Пусть задано  $Z$  и пусть ячейки имеют номера от 1 до  $Z$ . Число сочетаний из  $Z$  элементов по 2 равно

В числе  $C_z^2$  имеют место пары таких номеров ячеек которые не могут одновременно находиться в состоянии «1» (см. условие 4). Если такие пары исключить из числа  $C_z^2$ , то остаток пар будет точно равен числу устойчивых состояний КСИ при условии, что две ячейки двумерной КСИ находятся в состоянии «1» и эти две ячейки не являются «соседними» по отношению друг к другу.

**Пример 2.1.** Дана КСИ с параметрами  $n=2, z=6$ .

Необходимо определить число возможных устойчивых состояний КСИ при условии, что две из ячеек находятся в состоянии «1», т.е.  $N_2=?$

Присвоив (условно) ячейкам номера, запишем все возможные двойки ячеек, различающиеся между собой только номерами, тогда получим

1.2	2.3	3.4	4.5	5.6
1.3	2.4	3.5	4.6	
1.4	2.5	3.6		
1.5	2.6			

$$C_6^2 = \frac{6!}{2!(6-2)!} = 15$$

1.6

Здесь шесть пар

1 2	2 3	3 4	4 5	5 6	1 6
-----	-----	-----	-----	-----	-----

содержат ячейки с соседними номерами, и они не могут одновременно находиться в состоянии «1». Поэтому

$$N_2 = C_6^2 - 6 = 15 - 6 = 9$$

В общем случае для двумерных КСИ

$$N_2 = C_z^2 - Z \rightarrow$$

$$N_2 = \frac{Z!}{2!(Z-2)!} - Z \quad (2.3)$$

**Пример 2.2** Пусть имеем  $n=2, z=15$ , тогда по формуле (2.3) получим

$$N_2 = \frac{15!}{2!(15-2)!} - 15 = 90$$

**2.Определим  $N_3$ .**

$$N_3 = C_z^3 - Z(Z-3) \rightarrow$$

$$N_3 = \frac{Z!}{3!(Z-3)!} - Z(Z-3) \quad (2.4)$$

**Пример 2.3.** Дана КСИ с  $n=2, z=15, N_3$  -?

По формуле (2.4) получим

$$N_3 = \frac{15!}{3!(15-3)!} - 15 \cdot 12 = 275$$

3.Формулы для  $N_4 - N_{z/2}$  предоставляется определить читателям.

В таблице 2.1 представлены значения  $N_a$  для двумерных КСИ. При этом значения для  $N_i$  определены с помощью рекуррентной формулы ( $i > 3$ ).

$$N_{i,z} = N_{i,z-1} + N_{i-1,z-2} \quad (2.5)$$

где  $N_{i,z}$  – количество устойчивых состояний КСИ при условии, что  $i$  ячеек находятся в состоянии «1» и при  $Z$  ячеек в КСИ,

$N_{i,z-1}$  – тоже только при  $(z-1)$  ячеек в КСИ,

$N_{i-2,z-2}$  – при числе  $(i-2)$  ячеек в состоянии «1» и при  $(Z-2)$  ячеек в КСИ.

Таблица 2.1

Z	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	N <sub>7</sub>	N <sub>8</sub>	N <sub>9</sub>	N <sub>10</sub>	N <sub>11</sub>	N <sub>12</sub>	N <sub>13</sub>	N <sub>4</sub> <sup>1</sup>	N <sub>15</sub>	N <sub>â</sub>
4	2														6
5	5														10
6	9	2													17
7	14	7													28
8	20	16	2												46
9	27	30	9												75
10	35	50	25	2											122
11	44	77	55	11											198
12	54	112	105	36	2										321
13	65	156	182	91	13										520
14	77	210	294	196	49	2									848
15	90	275	450	378	140	15									1453
16	104	352	660	672	336	64	2								2206
17	119	442	935	1122	714	204	17								3370
18	135	546	1287	1782	1386	540	81	2							5777
19	152	665	1729	2717	2508	1254	285	19							9348
20	170	800	2275	4004	4290	2640	825	100	2						15126
21	189	952	2940	5733	7007	5148	2078	385	21						24266
22	209	1122	3740	8008	11011	9438	4719	1210	121	2					39602
23	230	1311	4692	10948	16744	16445	9867	3289	506	23					64078
24	252	1520	5614	14668	24752	27456	19305	8008	1716	144	2				103681
25	275	1750	7125	19380	35700	44200	35750	17875	5005	650	25				167760
26	299	2002	8645	25194	50386	68952	63206	37180	13013	2366	169	2			438602
27	324	2277	10395	32319	69768	104652	107406	72930	30888	7371	819	27			440203
28	350	2576	12397	40964	94962	155040	176358	136136	68068	20384	3185	196	2		710646
29	377	2900	24674	51359	127281	224808	281010	243542	140998	51272	10556	1015	29		1149850
30	405	3250	17250	63756	168245	319770	435050	419900	277134	119340	30940	4200	225	2	1860497

Таблица 2.2

Z	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	N <sub>7</sub>	N <sub>8</sub>	N <sub>9</sub>	N <sub>10</sub>	N <sub>11</sub>	N <sub>12</sub>	N <sub>13</sub>	N <sub>4</sub> <sup>1</sup>	N <sub>5</sub> <sup>1</sup>	N <sub>â</sub>
6	6	2													14
8	16	8													32
10	30	30	10	2											82
12	48	76	48	12											196
14	70	154	154	70	14	2									478
16	96	272	384	272	96	16									1152
18	126	438	810	810	438	126	18	2							2766
20	160	660	1520	2004	1520	660	160	20							6724
22	198	946	2618	4334	2618	946	198	198	22	2					16238
24	240	1304	4224	8472	10672	4224	1304	240	240	24					39200
26	286	1472	6474	15314	23478	23478	15314	6474	1742	286	26	2			94642
28	336	2260	9520	26010	47264	57628	47264	26012	9520	2268	336	28			228484

**Таблица 2.3.**

<b>Z</b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>N<sub>3</sub></b>	<b>N<sub>4</sub></b>	<b>N<sub>5</sub></b>	<b>N<sub>6</sub></b>	<b>N<sub>7</sub></b>	<b>N<sub>8</sub></b>	<b>N<sub>9</sub></b>	<b>N<sub>10</sub></b>	<b>N<sub>a</sub></b>
6	3									9
7	7									14
8	12	2								20
9	18	3								30
10	25	10								45
11	33	22								68
12	42	40	3							97
13	52	65	13							143
14	63	98	35							210
15	75	140	75	3						308
16	88	192	140	16						452
17	102	255	238	51						663
18	117	330	378	126	3					972
19	133	418	570	266	19					1385
20	150	520	825	504	70					2089
21	168	637	1155	882	196	3				3062
22	187	770	1573	1452	462	22				4488
23	207	920	2093	2277	966	92				6578
24	2281	1088	2730	3432	1848	288	3			9641
25	250	1275	3500	5005	3300	750	25			14130
26	273	1482	4420	7098	5577	1716	117			20709
27	297	1710	5508	9828	9009	3564	405	3		30351
28	322	1960	6783	13328	14014	6864	1155	28		44482
29	348	2233	8265	17748	21112	12441	2871	145		65192
30	375	2530	9975	23256	30940	21450	6435	550	3	95544

## 2.2 Трёхмерная система.

Трёхмерной кольцевой системой избирательности называется такое соединение  $Z$  ячеек между собой, когда каждая из ячеек имеет по три соседних ячейки. На Рис.2.2 представлены некоторые из трёхмерных КСИ.

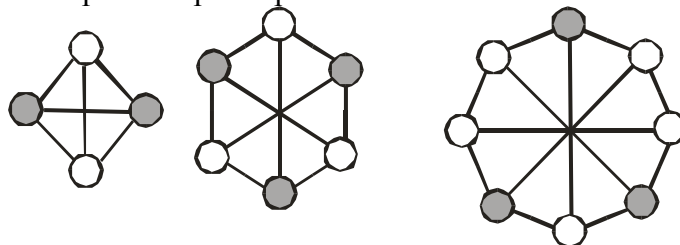


Рис.2.2 Схемы трёхмерных КСИ

$$N_2 = \frac{Z(Z-4)}{2} \quad (2.6)$$

Значение  $N_2$  в зависимости от  $Z$  определяется формулой

Значение  $N_a$  для трёхмерных КСИ представлены в таблице 2.2, а  $N_a$  для четырёхмерной КСИ в таблице 2.3.

## 2.3 Многослойная система.

Ранее рассматривались кольцевые системы избирательности. Однако в общем случае возможны системы имеющие разомкнутые контуры, а также контуры разной глубины по отношению к входам сигналов внешних воздействий. Дадим пояснения путём представления одной из схем сетевых форм КСИ. На рис.2.3 представлена схема сети КСИ.

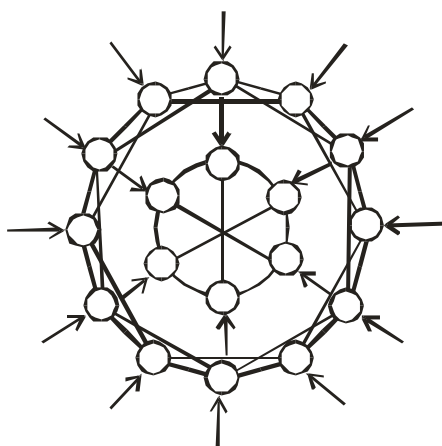


Рис.2.3 Схема многослойной КСИ

Представленная схема отличается от ранее рассмотренных тем, что имеет два уровня объединения ячеек при этом:

- ячейки 1-12 образуют внешний уровень сети;
- ячейки 13-18 образуют внутренний уровень сети;

- ячейки 1,3,5,7,9,11 имеют квазимерность  $n = 5$ , при этом каждая из них имеет одностороннюю связь с ячейками внутреннего уровня. Односторонняя связь означает, что переход, например, ячейки «1» из состояния «1» в состояние «0» реализует переход ячейки 13 из «0» в «1». Т.о. внешний уровень формирует сигналы аналогичные внешним сигналам ранее рассмотренных КСИ;
- ячейки 2, 4, 6, 8, 10, 12 имеют мерность  $n=4$  и напрямую не имеют связи с внутренним уровнем;
- все ячейки внутреннего уровня образуют замкнутую КСИ с  $n=3$ .

Т.о. для многоконтурных сетей можно ввести дополнительное условие.

**Условие 7.** *Ячейки, входящие во внутренние уровни сети, могут иметь в качестве внешних воздействий (переводящих эти ячейки из состояния «0» в состояние «1») сигналы передаваемые от ячеек расположенных на уровне более близком к внешнему уровню сети.*

Гипотетически при общем числе  $Z$ , имеющим достаточно большое значение, возможно такое образование внутренних связей между группами конкретных ячеек, что общая сеть в результате будет иметь случайный характер, т.е. локальные контуры как замкнутые так и разомкнутые. При этом для всех ячеек сети будут выполняться все семь выше указанных условий.

Построение таких схем сети КСИ с помощью компьютера при использовании генераторов случайных чисел не представляет особых трудностей.

### ГЛАВА 3.

#### Реакция КСИ на внешние воздействия.

##### 3.1. Группа внешних сигналов на входах КСИ.

Для нормальной работы регистров, счетчиков и других узлов современного компьютера необходимо, чтобы импульсные сигналы передаваемые по общей шине имели определённые параметры, а именно :

- прямоугольную форму,
- «+» или «-» полярность, в зависимости от используемых интегральных микросхем,
- амплитуду в определённых пределах,
- определённые длительности переднего и заднего фронтов и т.д.

Эти сигналы стандартизованы для конкретной схемы и модели компьютера и имеют достаточно устойчивые значения параметров. Обычно для нормальной работы цифровых схем входные сигналы имеют прямоугольную форму. Поэтому рассмотрим воздействие прямоугольных сигналов на входы КСИ.

Рассмотрим КСИ с  $z=6$  и  $n=2$  (Рис.3.1). На основании данных табл.2.1 имеем  $N_a=17$  (без учета нулевого состояния).

Все эти состояния представлены в таблице 3.1

Из анализа данных этой таблицы следует, что для каждой из ячеек имеют место четыре пороговых уровня для амплитуды внешнего пускового сигнала, необходимого для перевода данной ячейки из состояния «0» в состояние «1». Так, например, ячейка 4 (см. табл. 3.1) имеет четыре пороговых уровня, т.е.  $U_0 U_3 U_5 U_{35}$ . Для упрощения анализа примем условно, что  $U_i (i \neq 0)$  имеет одно значение, т.е.  $U_3 = U_5 = U_1$ , а  $U_{35} = U_2$ . Тогда вместо четырех уровней будем иметь три уровня. На Рис.3.1 представлена схема поступления на входы рассматриваемой КСИ групп входных прямоугольных импульсов имеющих различные амплитуды. При этом три уровня обозначены  $U_0, U_1, U_2$ .

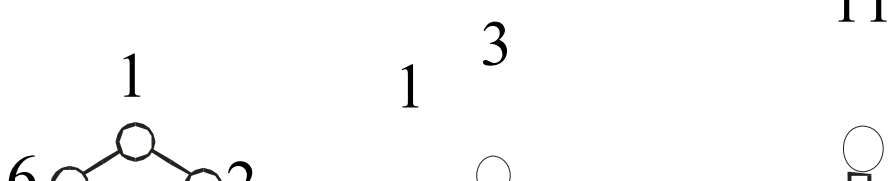
Проведем анализ поступления внешних сигналов на входы КСИ

1. С поступлением импульса **1**, который имеет амплитуду выше  $U_0$ , ячейка 1 перейдет из состояния «0» в состояние «1». Поэтому пороговый уровень «соседних» ячеек (2 и 6) станет равным  $U_1$ .
2. Сигнал **2** имеет амплитуду меньше  $U_1$  и поэтому в КСИ изменений не произойдёт.
3. Сигнал **3** поступит на вход ячейки 1, которая уже находится в состоянии «1», т.е. состояние КСИ не изменится.
4. Сигнал **4** переведёт ячейку 3 из состояния «0» в состояние «1».

5. Сигнал 5 поступит на вход ячейки 2 и имеет амплитуду меньше  $U_2$  и поэтому состояние КСИ не изменится, т.к. «соседние» ячейки находятся в состоянии «1».
6. Сигнал 6 переведёт ячейку 2 в состояние «1», а ячейки 1 и 3 перейдут в состояние «0»
7. Сигнал 7 переведёт ячейку 4 из состояния «0» в состояние «1».
8. Сигнал 8 не приведёт к изменению состояния КСИ.
9. Сигнал 9 переведёт ячейку из состояния «0» в состояние «1» и далее ячейка 4 перейдёт из состояния «1» в состояние «0».
10. Сигнал 10 переведёт ячейку 6 из «0» в «1» и далее ячейку 5 из «1» в «0».
11. Сигнал 11 переведёт ячейку 1 из «0» в «1» и далее ячейку 6 из «1» в «0».
12. Сигнал 12 переведёт ячейку 3 из «0» в «1» и далее ячейку 2 из «1» в «0».
13. Сигнал 13 не изменит состояние КСИ.
14. Сигнал 14 переведёт ячейку 5 из «0» в «1».
15. Сигнал 15 переведёт ячейку 6 из «0» в «1» и далее ячейки 1 и 5 из «1» в «0».

Таблица 3.1.

№ п/п	Состояние ячеек						Уровни входных сигналов						Примечание
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
1	0	0	0	0	0	0	$U_0$	$U_0$	$U_0$	$U_0$	$U_0$	$U_0$	$U_0$ – миним. пороговый уровень вход- ных сигналов $U_i$ -пороговый уровень вх. сигналов «соседних» с ячейкой с номером $i$ $U_{ij}$ - пороговый уровень вх. сигнала ячейки при усл., что ячейки $i$ находятся в состоянии «1»
2	1						-	$U_1$	$U_0$	$U_0$	$U_0$	$U_0$	
3		1					$U_2$	-	$U_2$	$U_0$	$U_0$	$U_0$	
4			1				$U_0$	$U_3$	-	$U_3$	$U_0$	$U_0$	
5				1			$U_0$	$U_0$	$U_1$	-	$U_4$	$U_0$	
6					1		$U_0$	$U_0$	$U_0$	$U_5$	-	$U_5$	
7						1	$U_6$	$U_0$	$U_0$	$U_0$	$U_6$	-	
8	1		1				-	$U_{13}$	-	$U_3$	$U_0$	$U_1$	
9	1			1			-	$U_1$	$U_4$	-	$U_4$	$U_1$	
10	1				1		-	$U_1$	-	$U_5$	-	$U_{15}$	
11		1		1			$U_2$	-	$U_{24}$	-	$U_4$	$U_0$	
12		1			1		$U_2$	-	$U_2$	$U_5$	-	$U_5$	
13		1				1	$U_{26}$	-	$U_2$	$U_0$	$U_6$	-	
14			1		1		$U_0$	$U_3$	-	$U_{35}$	-	$U_5$	
15			1			1	$U_6$	$U_3$	-	$U_3$	$U_6$	-	
16				1		1	$U_6$	$U_0$	$U_4$	-	$U_{46}$	-	
17	1		1		1		-	$U_{13}$	-	$U_{35}$	-	$U_{15}$	
18		1		1		1	$U_{26}$	-	$U_{24}$	-	$U_{46}$	-	





**Рис.3.1** Схема воздействия прямоугольных сигналов на входы КСИ.

**3.2** Анализ приёма группы внешних сигналов.

Из анализа Рис.3.1 следует

**Вывод 1 .**

«Предложенная кольцевая система избирательности (КСИ) имеет принцип работы существенно отличающийся от принципа работы процессорных и цифровых схем». Это отличие заключается в том, что внешний пусковой сигнал, необходимый для перевода конкретной ячейки из состояния «0» в состояние «1», должен иметь по амплитуде значения выше чем пороговый уровень, задаваемый в этот момент времени, состоянием «соседних» ячеек. Для работы цифровых схем, необходимым и достаточным условием к амплитуде пускового сигнала является требование превышения над одним определённым пороговым уровнем ( $U_c > U_n$ ).

Для работы КСИ возможны два варианта:

1.  $U_c > U_{max}$  (на рис.3.1  $U_{max} = U_3$ ), тогда сигнал является достаточным для перехода ячейки из состояния «0» в состояние «1».
2.  $U_{min} < U_c \leq U_{max}$ . Тогда амплитуда сигнала является НЕОБХОДИМЫМ, но НЕДОСТАТОЧНЫМ условием для вышеуказанного перехода ячейки. ДОСТАТОЧНОСТЬ определяется не только амплитудой сигнала, но и состоянием «соседних» ячеек по отношению к рассматриваемой ячейки.

Ячейка КСИ может иметь в интервале  $U_{min} - U_{max}$  число уровней в соответствии с выражением (1.1). Т.о. если конкретная ячейка КСИ находится в состоянии «1», то невозможно ответить на вопрос – «сигнал с каким значением амплитуды вызвал переход ячейки из состояния «0» в состояние «1»? Ответ возможен только в случае если известно число «соседних» ячеек и кроме того известно какие из этих «соседних», в момент поступления входного сигнала находились в состоянии «1».

**Вывод 2.** «Информационная единица в КСИ содержит в себе не только факт поступления пускового сигнала, но и его амплитуду, определяемую предшествующим состоянием «соседних» ячеек.».

**Вывод 3.** «Чем больше мерность КСИ, тем более сложную информационную картину отражает её информационная единица.».

Действительно, если  $n=2$ , то общее число возможных состояний двух соседних ячеек будет равно  $2^2=4$ . Если принять, что каждое из этих состояний равновероятно, то вероятность того, что перед поступлением внешнего сигнала на вход конкретной ячейки, пороговой уровень будет иметь ожидаемое значение

$$W=1/4=0,25$$

Для КСИ мерности  $n=k$  аналогично получим

$$W=1/2^k$$

Именно поэтому, информационная единица КСИ с большим значением  $n$  будет иметь и больший вес.

Из данных табл. 2.1-2.3 следует, что при  $Z=Const$  число устойчивых состояний КСИ резко уменьшается с увеличением мерности. Так, например, при  $Z=20$  имеем

$$n=2, N_a=15126$$

$$n=3, N_a=6724$$

$$n=4, N_a=2089$$

Поэтому можно сделать четвёртый вывод.

**Вывод 4.** «Чем больше мерность КСИ, тем больший вес имеет информационная единица и меньше общее число устойчивых состояний».

### 3.3. Избирательность КСИ.

Допустим, что с помощью КСИ (Рис.3.1) производится управление автомобилем при этом

- сигнал С1 поступает с датчика регистрирующего состояние дороги,
- сигнал С2 с датчика наличия впереди препятствия,
- сигнал С3 с датчика «поворот направо»,
- сигнал С4 с датчика «поворот налево»,

- сигнал С5 с датчика «газ»,
- сигнал С6 с датчика «стоп».

Из временной диаграммы Рис.3.1 видно, что с поступлением внешних сигналов общая картина состояний ячеек КСИ может изменяться. Так, например, после поступления импульса **4** общее состояние ячеек стало таким

Ячейки 1 и 3 – в состоянии «1»,  
Ячейки 2,4,5,6 – в состоянии «0».

Тогда расшифровка этой картины заключается в следующем:

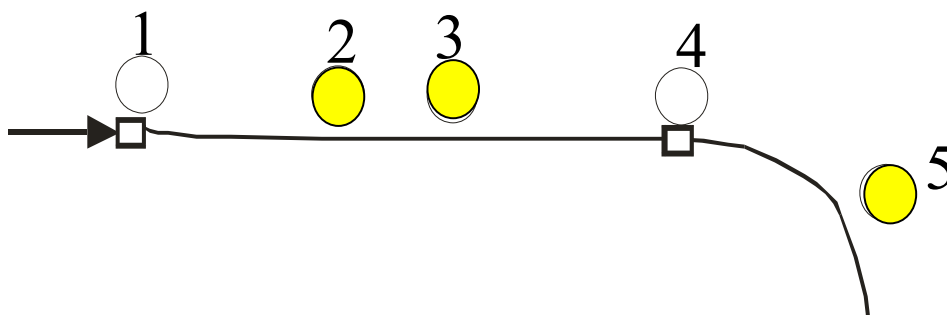
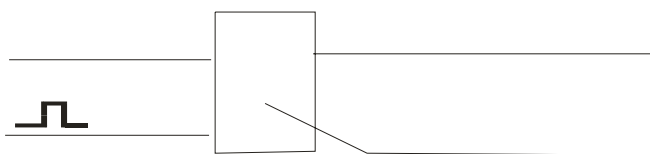
- ячейка 1 – в состоянии «1» означает что дорога впереди в хорошем состоянии, т.е. двигаться можно.
- ячейка 3 – в состоянии «1» означает, что требуется реализовать поворот направо.
- ячейка 2 – в состоянии «0» означает, что препятствий впереди нет.
- ячейка 4 – в состоянии «0» - нет повороту налево.
- ячейка 5 – в состоянии «0» - нет увеличению газа..
- ячейка 6 – в состоянии «0» нет сигналу стоп.

Теперь можно полностью расшифровать временную картину состояния ячеек КСИ и дать траекторию движения нашего гипотетического автомобиля по мере поступления сигналов на входы С1 –С6 (рис.3.2.).

Обратим внимание на то, что сигналы 2, 3, 5, 8 не изменили состояния КСИ, т.е. были проигнорированы. Ясно, что рассмотренная КСИ как система управления автомобилем имеет много недостатков, но в данном случае просто показана принципиальная возможность построения такой системы. В любой момент времени КСИ реализует и контролирует весь комплекс внешних сигналов поступающих на входы и при этом избирательно выделяет наиболее важные из них и игнорирует второстепенные.

**Вывод 5.** « С помощью КСИ, в любой момент времени реализуется возможность избирательности наиболее «важных» внешних воздействий и игнорирование второстепенных»

Термины «важные» и «второстепенные» имеют относительный характер. Так, например, если стоит задача запрета или пропуска внешнего сигнала в определённую цепь (не входящую в состав КСИ) в зависимости от состояния «0» или «1» конкретной ячейки КСИ, то решение может быть обеспечено схемой



### **3.4 Одиночный сигнал.**

Бурное развитие интегральных микросхем привело к созданию высокоразрядных и быстродействующих аналого-цифровых преобразователей (АЦП). С помощью комплекса

АЦП + компьютер + ЦАП можно запоминать и воспроизводить широкий спектр одиночных сигналов с очень высокой степенью точности, однако в аппаратном и схемном отношении этот комплекс представляет из себя сложнейшее устройство с необходимым программным обеспечением. Поэтому не проводя сравнительного анализа, рассмотрим вопрос реакции КСИ на одиночный входной сигнал. Для реализации этой задачи необходимо иметь устройство преобразования одиночного сигнала в группу сигналов поступающих на входы КСИ.

Известно, что одиночный сигнал имеет однозначное представление в виде амплитудно-частотной (АЧХ) и фазо-частотной (ФЧХ) характеристик [3]. Основной трудностью для реализации устройства разложения одиночного сигнала на его спектральные составляющие, является большое число резонансных фильтров, определяемое теоремой Котельникова [4].

Поэтому с использованием методов спектрального разложения одиночного сигнала возможно создание следующих устройств:

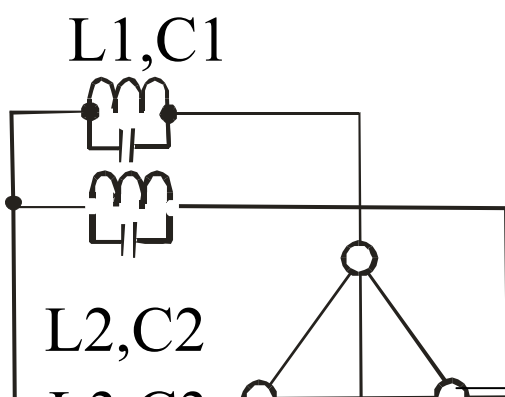
- а) определения факта поступления на фоне помех одиночных импульсов с определёнными параметрами,
- б) факта изменения, контролируемого участка амплитудно-частотной характеристики, импульса прямоугольной формы и фиксированной амплитуды,
- в) факта изменения контролируемого участка фазо-частотной характеристики импульса с постоянными значениями параметров.

Устройства типа «а» - это селекторы. Устройства типа «б» и «в» - это регистраторы факта изменения параметров узлов выделения амплитуды или фазы спектра сигнала.

Так на Рис.3.3 представлена схема устройства типа «в» с использованием КСИ ( $z=4, n=3$ ).

С помощью этого устройства можно определять факт изменения индуктивности.

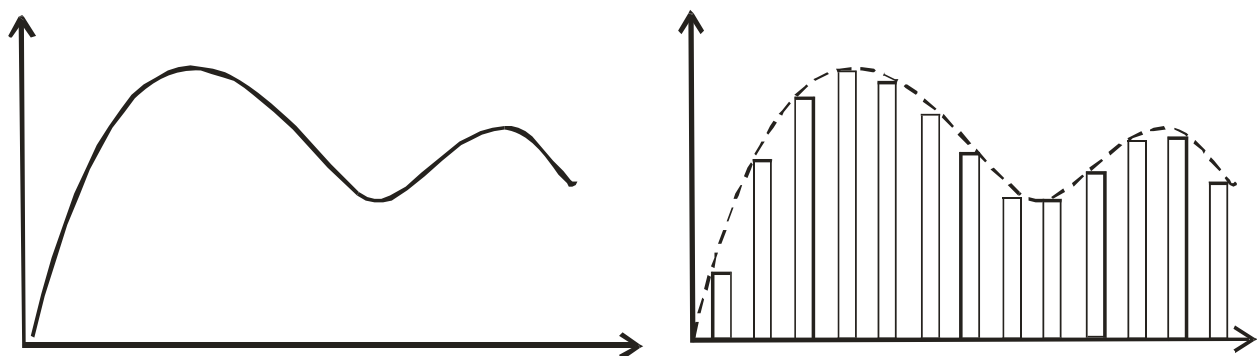
Допустим, что в исходном состоянии все контуры настроены на одну частоту. Возникает вопрос, если на общий вход послать одиночный прямоугольный импульс достаточной амплитуды и длительности, то при равенстве резонансных частот контуров, какая из ячеек перейдет в состояние "1", если все из них в исходном состоянии находились в состоянии "0"? Ясно, что сработает та ячейка, на вход которой пусковой сигнал придёт первый по времени, т.к. по условию его амплитуда выше порогового уровня. Первым на вход соответствующей ячейки поступит сигнал по той цепи в которой будет больше значение  $f_{ki}$  и выше добротность. Здесь могут иметь место два случая. Параметры прямоугольного сигнала, а также частоты и добротность такие, что на выходе контуров, т.е. на входах КСИ пусковой импульс носит характер одиночного сигнала (Рис.3.3. «б») или группы сигналов (Рис.3.3. «в»). Реакция КСИ на эти случаи будет разной.



Пусть приходят сигналы типа Рис.3.3.«б». Тогда первой перейдёт в состояние «1» та ячейка, на входе которой будет иметь место контур с более высокой частотой настройки и более высоким значением добротности. Исходным условием было требование – все контура настроены на одну частоту и имеют одну добротность. Однако если по каким либо внешним причинам один из контуров изменил свои параметры, то этот факт и приведёт к срабатыванию конкретной ячейки КСИ. Количественную сторону необходимых изменений мы здесь не рассматриваем, а лишь анализируем возможное событие. Однако, есть сомнения в том, что можно добиться такого положения (путём предварительной настройки), когда поступление прямоугольного импульса с заведомо высокими параметрами, не вызовет срабатывания какой-либо из ячеек. Таким образом с помощью устройства (Рис.3.3.«а») можно реализовать функцию «слежения» за тем, какой из контуров в результате внешнего воздействия среды имеет отличие от остальных контуров. Область возможного применения подобного устройства имеет широкие границы.

### 3.5. Идентификация образа внешнего воздействия.

При использовании аналого-цифровых преобразователей (АЦП) чаще всего используют метод преобразования одиночного сигнала в дискретный вид и далее измеряют амплитуду каждого дискретного значения этого сигнала. На Рис.3.4. представлен сигнал и его преобразование в дискретный вид.



**Рис.3.4 Преобразование аналогового сигнала в дискретный вид**

Одиночный сигнал может быть представлен в виде пакета прямоугольных импульсов одинаковой длительности, но разных амплитуд, т.е. дискретных значений. Такой пакет сигналов можно послать на вход схемы подобной, представленной на Рис.3.3., но имеющей число ячеек  $z$  достаточно большое. После прохождения всего пакета, КСИ окажется в каком то из возможных состояний. Т.о. возникает вопрос: «В какой степени после прохождения пакета сигналов, конечное состояние КСИ может служить характеристикой этого пакета».

В науке известен метод установления определённых критериев объекта – это метод идентификации. Идентификация – установление тождественности, носит вероятный характер и находит широкое применение на практике. Так, например, всем известно, что дактилоскопия является мощным инструментом в идентификации личности. Можно сделать допущение, что любой объект или явление может иметь такие характеристики, которые с определённой степенью вероятности могут считаться критериями идентификации. Определение этих критериев не требует обязательного обследования всего объекта или явления в полном их объёме. Такой метод использует и природа. Так, например, чувство опасности может возникнуть у живого существа по самым разным причинам и при этом не имеет существенного значения в чём конкретно выражается эта опасность.

Поэтому ещё одной характеристикой реакции КСИ на пакет внешних сигналов, поступивших на входы, можно считать конечное (без промежуточных) состояние ячеек. Это состояние отражает только конечный результат воздействия, т.е. даёт частичную характеристику поступившему пакету сигналов. Случайность возникновения любого состояния ячеек КСИ можно легко оценить.

**Пример 3.1.** Задана КСИ с  $z=30$ ,  $n=2$ . Определить вероятность появления конкретного (любого) состояния ячеек КСИ в результате прохождения случайной группы входных сигналов.

Общее число устойчивых состояний КСИ с  $z=30$  и  $n=2$  в соответствии с таблицей 2.1 равно

$$N_{\text{а}}=1860497$$

Вероятность появления конкретного состояния

$$P(A) = \frac{1}{1860497} \approx 0,5 \cdot 10^{-6}$$

При оценке работы КСИ не следует ограничиваться только одним устойчивым состоянием ячеек. При внешнем комплексном воздействии на входы ячеек КСИ общая картина состояний этих ячеек претерпевает динамические изменения которые и являются отражением характера этого комплексного воздействия.

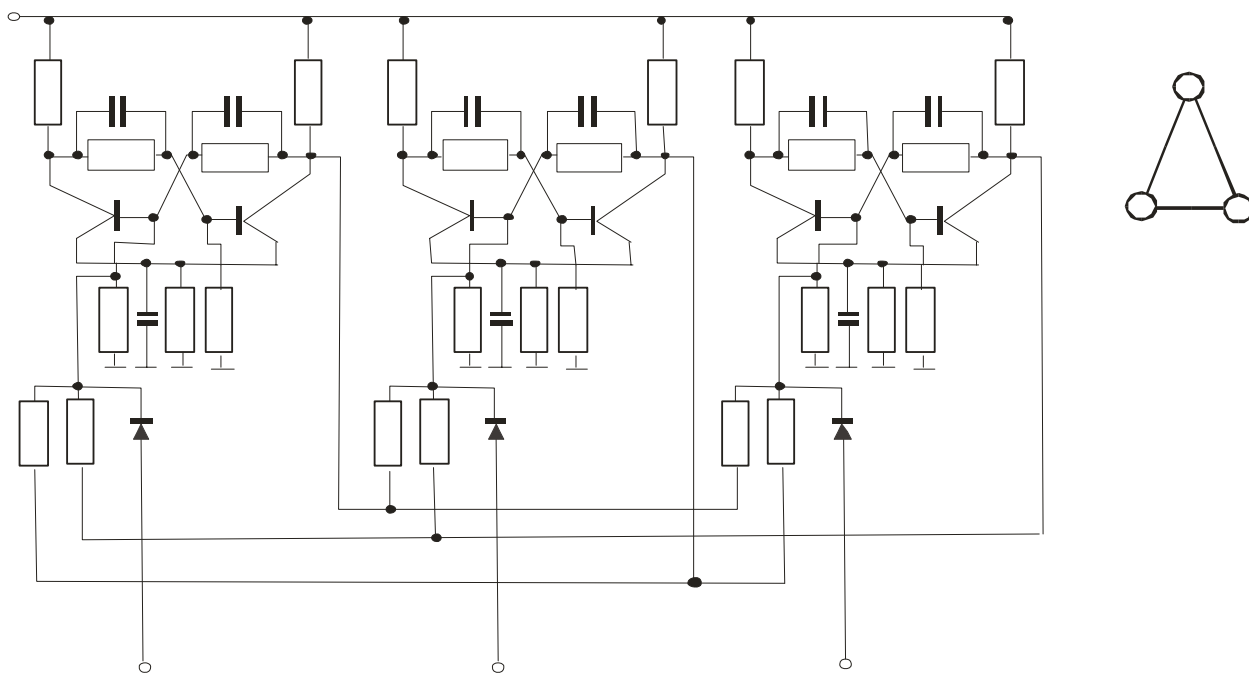
**Вывод 6.** «Динамические изменения состояния ячеек КСИ могут рассматриваться как критерий идентификации поступившего пакета сигналов на входы.»

## ГЛАВА 4. Реализация КСИ на основе электронных схем.

### 4.1 Триггер как основной элемент системы.

В настоящее время известно много различных физических явлений на использовании которых могут быть созданы двоичные элементы. В задачу этой работы не входит анализ достоинств и недостатков двоичных элементов различных типов.

Перейдём к рассмотрению типовой схемы электронного устройства – триггера. На Рис.4.1 представлены схемы трёх триггеров объединенных между собой в кольцевую систему избирательности (КСИ).



**Рис.4.1** Практическая схема двухмерной КСИ

Типовой расчёт симметричного триггера даёт [5]:

1.  $E_k=12$  в – напряжение питания,
2.  $E_{об}=E_{см}=1,5$  в – напряжение смещения
3.  $R_k=1$  кОМ – резистор в цепи коллектора,
4.  $C^*=620$  пф – ускоряющая ёмкость,
5.  $R^*=47$  кОМ
6.  $R^{**}=8,2$  кОМ
7.  $R_э=1$  кОМ
8.  $t_{и}=0,5$  мкс – длительность пусковых импульсов,
9.  $U_{вх}=1,75$  в – напряжение пускового импульса.

Перевод триггера из одного состояния в другое реализуется с помощью двух сигналов:

- из состояния «0» в состояние «1» - положительным сигналом приходящим на внешний вход (1,2,3);
- из состояния «1» в состояние «0» - отрицательным сигналом, приходящим от «соседних» ячеек через ( $R_1, R_2, R_3$ ).



Следует отметить, что может иметь место и общая цепь сброса всех ячеек в состоянии «0».

Условимся считать, что :

- состояние «0» - левый транзистор открыт, а правый закрыт;
- состояние «1» - левый транзистор триггера закрыт, а правый транзистор открыт.

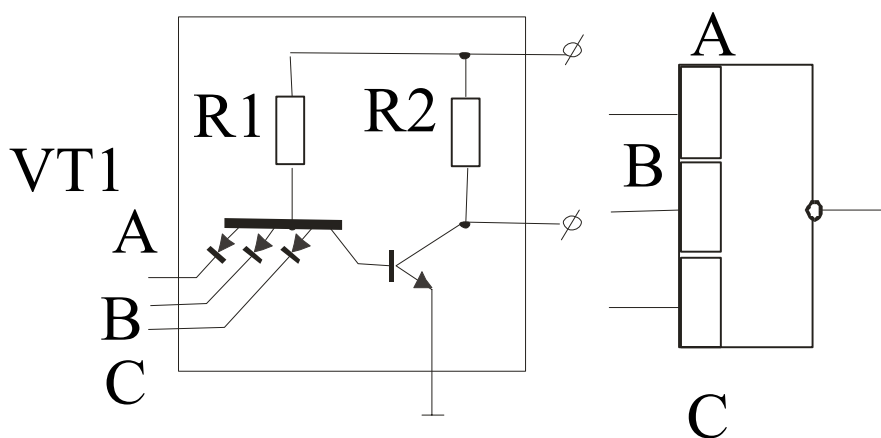
Пусть в исходном состоянии все ячейки в состоянии «0». Тогда поступление положительного сигнала на один из трёх входов, например, на вход 1, переведёт ячейку 1 в состояние «1».

В результате этого перехода на коллекторе правого транзистора ячейки 1 будет образован отрицательный потенциал, относительно предыдущего состояния ячейки. Этот отрицательный потенциал, через резисторы R1 поступит на базы левых транзисторов ячеек 2 и 3 и тем самым изменит напряжение смещения на этих транзисторах. Теперь для перевода ячеек 2 или 3 в состояние «1» необходим пусковой сигнал большей амплитуды, т.к. пороговый уровень ячеек 2 и 3 изменился в сторону увеличения.

Допустим, что внешним сигналом достаточной амплитуды ячейка 2 переведена из состояния «0» в состояние «1». Тогда, через резистор R2 на базу левого транзистора ячейки 1 поступит отрицательный импульс, который переведёт эту ячейку из состояния «1» в состояние «0». Ячейка 3 при этом останется в состоянии «0». Таким образом, с поступлением внешнего сигнала на вход любой из ячеек схемы Рис.4.1. эта ячейка переходит в состояние «1» и переводит «соседние» ячейки в состояние «0». Аналогично можно создать КСИ с другими значениями  $z$  и  $n$ .

#### 4.2. Базовый элемент системы на основе цифровых микросхем.

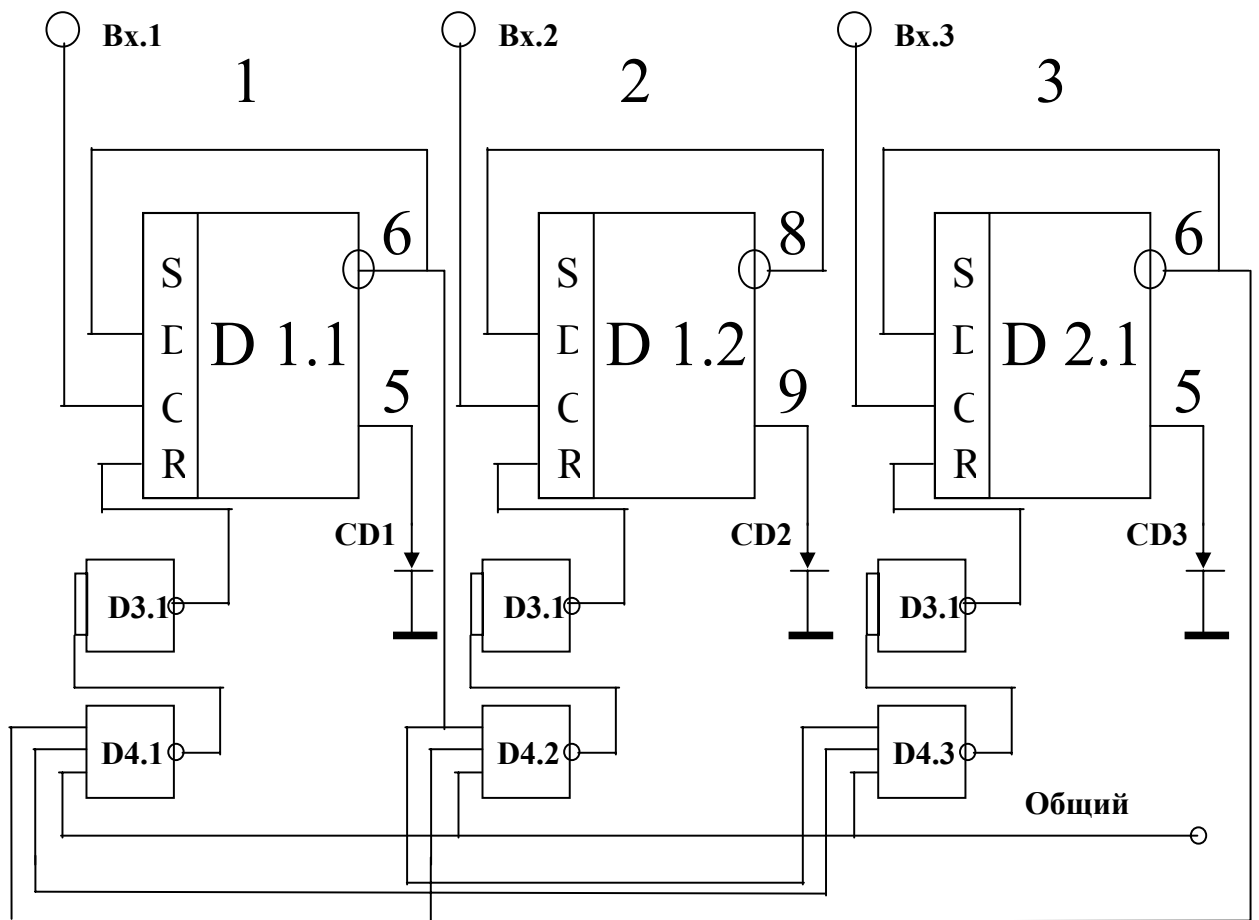
Обычно цифровые схемы переключаются с помощью подачи на входы двух потенциалов – высокого (В) и низкого (Н), которые имеют пороговые значения  $U_{max}$  и  $U_{min}$ . Схемное решение основного элемента цифровой схемы не предусматривает изменений  $U_{max}$  и  $U_{min}$  с помощью внешних цепей. На Рис.4.2. представлена схема простейшего элемента транзисторно – транзисторной логики (ТТЛ).



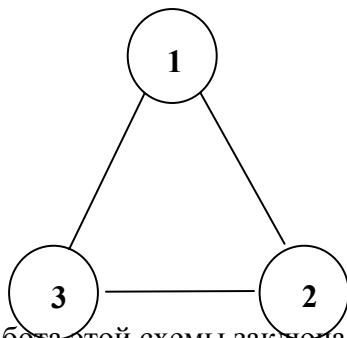
Из этого рисунка видно, что четыре p-n перехода транзистора VT1 образуют матрицу диодов. При одновременной подаче на все три входа (A, B, C) положительного потенциала  $U_c \geq U_{max}$  на базе транзистора VT2 образуется положительный потенциал и VT2 откроется. При этом на выходе Q образуется низкий потенциал, т.о. этот элемент реализует функцию И – НЕ. Схемное решение этого элемента не позволяет с помощью дополнительных внешних цепей изменить  $U_{max}$  и  $U_{min}$ . Поэтому для КСИ, выполненную на цифровых элементах, реализовать условие 5 невозможно, т.к. изменение состояния «соседних» ячеек не обеспечивает изменения уровня входного сигнала для центральной ячейки (Рис. 1.5.). При этом переход любой из «соседних» ячеек из состояния «0» в состояние «1» обеспечивает переход центральной ячейки из состояния «1» в состояние «0».

На Рис.4.3. представлена упрощенная схема КСИ ( $z=3, n=2$ ), выполненная на цифровых микросхемах.

а)



б)



D1,D2-155TM2  
 D3 -155JA3  
 D4 -155JA4  
 CD(1-3)-светодиод

Работа этой схемы заключается в следующем:

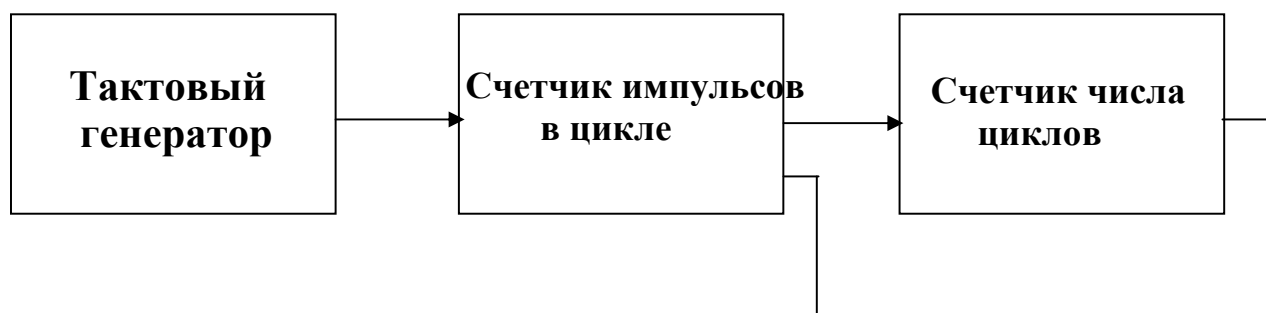
1. Исходное состояние (взвод). Все ячейки в состоянии «0», т.е. светодиоды не горят, а на всех входах «D» высокий потенциал.
2. Требуемое состояние. Входы Vx1, Vx2, Vx3 должны иметь параметры в соответствии с требованиями для пусковых сигналов ИМС 155TM2.
3. Приём внешних сигналов. При приёме внешних сигналов сработает та ячейка, на вход которой сигнал пришёл первым по времени от момента «все ячейки в состоянии «0»».
4. Цикл. Для повторения цикла необходимо послать сигнал общего сброса, т.е. реализовать п.1.

Пусть на ВХ2 сигнал пришел первым. Тогда эта ячейка перейдет в состояние «1». Загорится диод CD2. С выхода 8 ИМС D1.2 низкий потенциал поступит на кл.2 ИМС D4.1 и кл.10 ИМС D4.3, что приведет к появлению низкого потенциала на входах R ячеек D1.1 и D2.1. Эти ячейки будут заблокированы в состояние «0» и поэтому при поступлении сигналов на ВХ1 и ВХ3 не изменят своего состояния в течении текущего цикла. Для повторения цикла необходимо все ячейки перевести в состояние «0», т.е. послать сигнал общего сброса.

**Вывод.** КСИ, выполненные на современных цифровых ИМС должны иметь циклический режим работы.

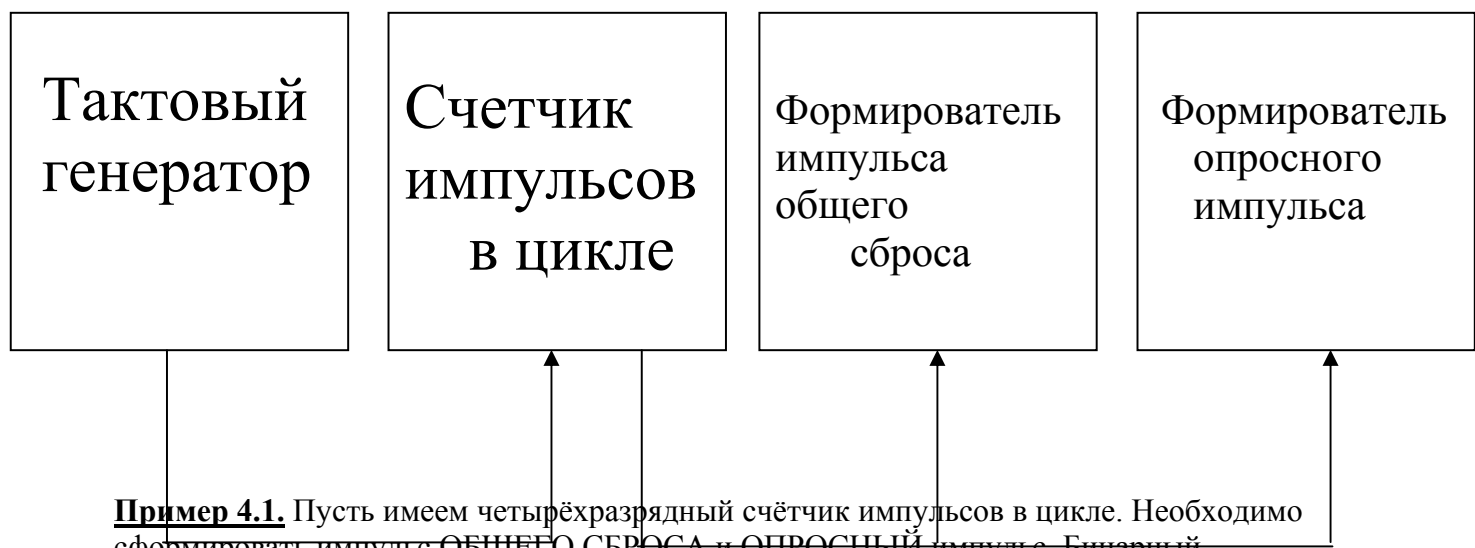
#### **4.3. Циклический режим работы КСИ.**

Циклический режим работы КСИ должен предусматривать наличие генератора тактовой частоты и устройства формирования всех необходимых служебных сигналов. Перечень служебных сигналов определяется из целевых задач КСИ, но обязательно содержит сигнал ОБЩЕГО СБРОСА. На Рис.4.4. представлена типовая структурная схема блока формирования служебных сигналов (БФСС) предназначенных для управления КСИ.



**Рис.4.4** Типовая структурная схема блока формирования служебных сигналов управления КСИ

На Рис.4.5 представлена блок-схема простейшего варианта БФСС, формирующей всего 2 сигнала:- импульс ОБЩЕГО СБРОСА:  
 - ОПРОСНЫЙ ИМПУЛЬС.



**Пример 4.1.** Пусть имеем четырёхразрядный счётчик импульсов в цикле. Необходимо сформировать импульс ОБЩЕГО СБРОСА и ОПРОСНЫЙ импульс. Бинарный четырёхразрядный счётчик имеет 16 устойчивых состояний ( 0 - 15 ).

**Рис. 4.5** Блок-схема простейшего БФСС

- каждый первый импульс начала цикла является импульсом ОБЩЕГО СБРОСА для ячеек КСИ,
- каждый пятый импульс в цикле является ОПРОСНЫМ ИМПУЛЬСОМ для ячеек КСИ.

В таблице 4.1 представлены состояния триггеров четырёхразрядного бинарного счётчика в зависимости от номера импульса, поступившего на общий вход.

Таблица 4.1

№°	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Q2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1

<b>Q3</b>	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
<b>Q4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Примечание: **0** – высокий уровень, **1**- низкий уровень.

Пусть в качестве импульса ОБЩЕГО СБРОСА будет импульс N=1 (Табл.4.1.)

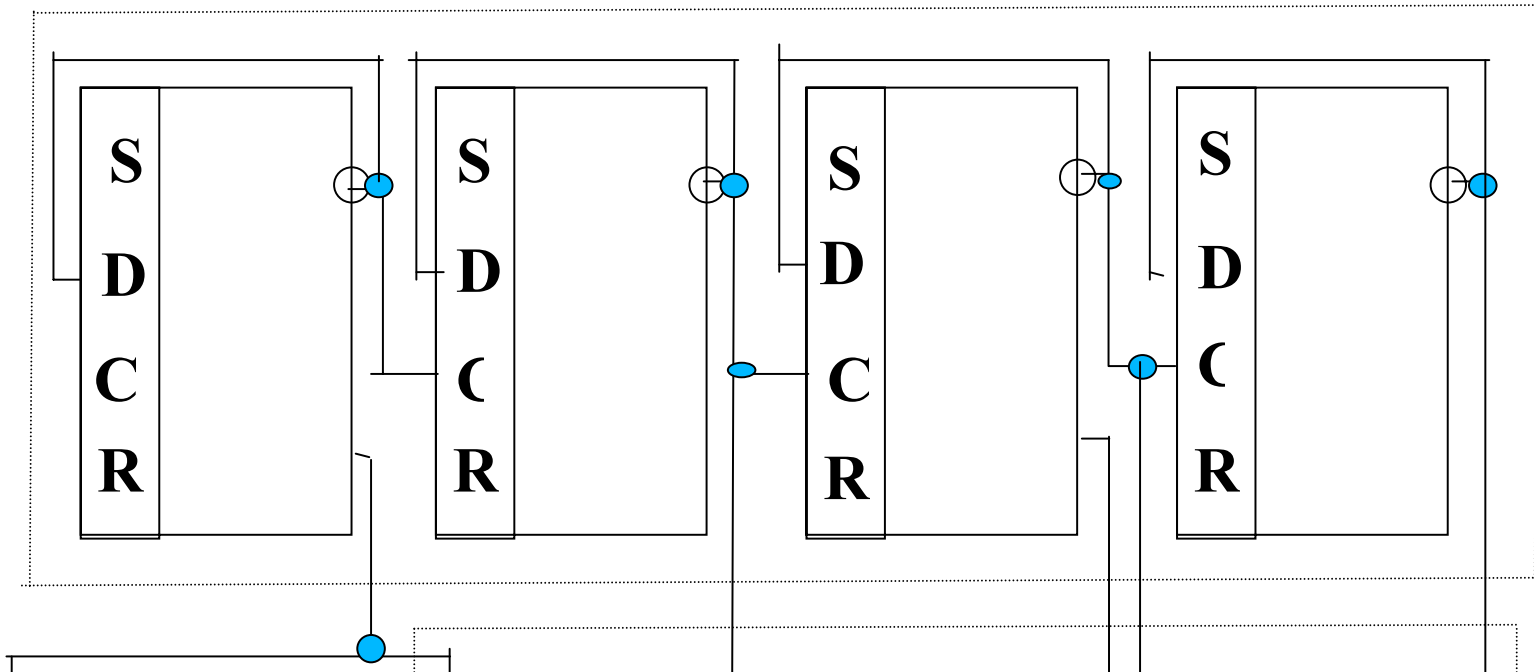
В качестве ОПРОСНОГО импульса – импульс № 5 (Табл. 4.1). Тогда БФСС может быть реализован в виде схемы, представленной на рис.4.6.

По этому принципу можно реализовать БФСС любой сложности. КСИ, выполненные на современных цифровых ИМС, работают в тактовом режиме и каждая ячейка при этом имеет ОДИН пороговый уровень для внешнего сигнала. Ячейки КСИ в каждом такте срабатывают по принципу – «Внешний сигнал на вход ячейки пришёл первым во времени от момента поступления сигнала ОБЩЕГО СБРОСА». Если группа сигналов, поступающая на входы ячеек КСИ, носит характер детерминированной функции, то срабатывание ячеек КСИ в результате определённого числа циклов, может рассматриваться как критерий идентификации вышеуказанной детерминированности, т.е. КСИ выполняет роль не измерительного, а индикаторного устройства.

#### Выводы

1. КСИ, выполненные на основе отдельных триггерных ячеек и внутренними связями с соседними ячейками (Рис.4.1) имеют многопороговые уровни для внешних сигналов.
1. КСИ, выполненные на основе современных ИМС, имеют удобную элементную базу, но не имеют многопороговых уровней на входах.
2. Возникает необходимость разработки триггерных интегральных микросхем с выводами необходимыми для образования КСИ.

## Счетчик импульсов в цикле



## Рис.4.6 Блок формирования служебных сигналов

### ГЛАВА 5

#### Устройства с использованием КСИ.

Следует различать два принципиально разных типа КСИ, а именно:

- выполненные на триггерных ячейках схемное решение которых допускает изменения напряжения смещения на базе одного из транзисторов (Рис.4.1), такие КСИ могут работать и не в циклическом режиме;
- выполненные на современных цифровых микросхемах, триггеры этих ИМС имеют только один пороговый уровень для внешних пусковых сигналов и поэтому такие КСИ могут работать только в циклическом режиме.

Рассмотрим схему КСИ универсального назначения (КСИ УН), выполненную на современных цифровых ИМС.

Пусть КСИ УН имеет число ячеек  $z=8$ , мерность  $n=3$ , возможность соединения нескольких КСИ УН в блоки. Основным назначением КСИ УН является идентификация группового (сочетанного) воздействия внешних сигналов на входы. При этом КСИ УН выполняет роль устройства индикации состояния ячеек, но также возможно выполнение и функций управления. В общем случае КСИ УН можно выполнить с различными значениями  $z$  и  $n$ . Из Табл.2.2. для КСИ ( $z=8$ ,  $n=3$ ) общее число устойчивых состояний

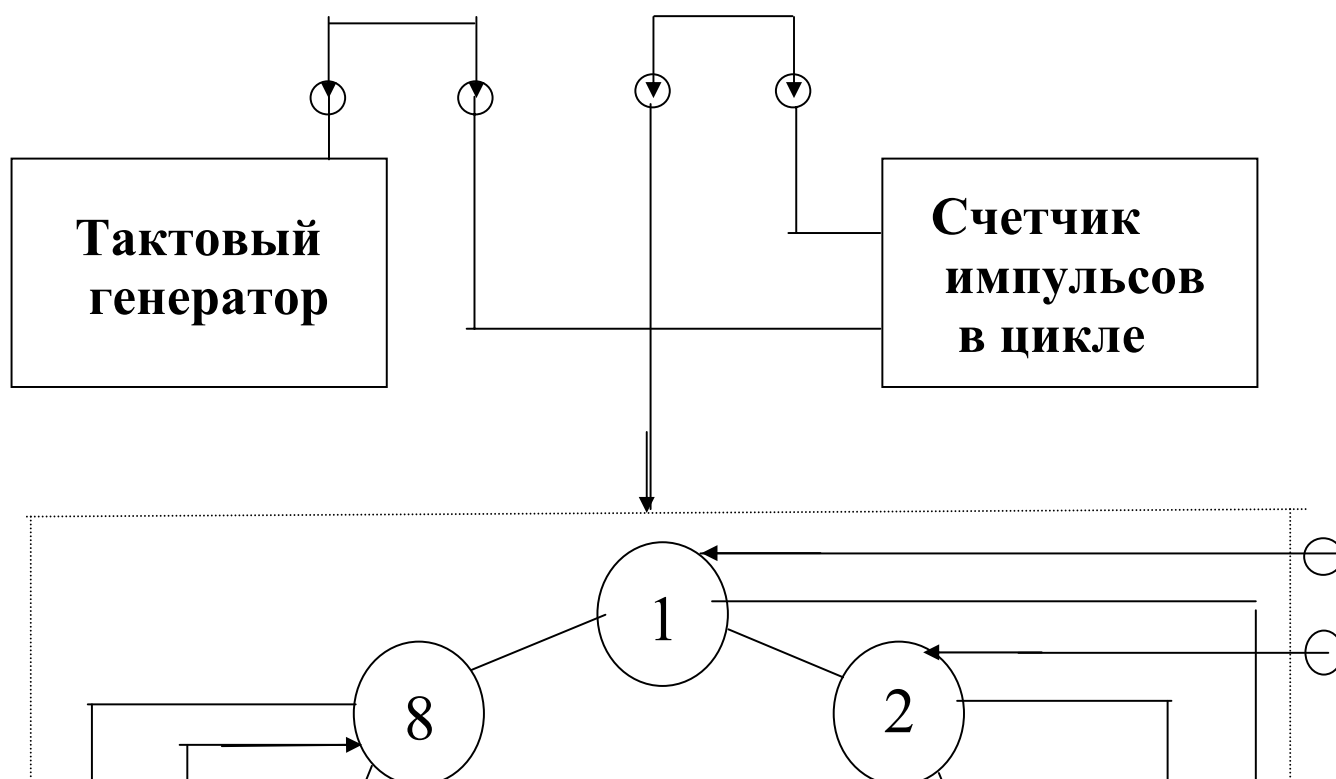
равно  $N_{\Sigma}=32$ . Следовательно, между двумя импульсами ОБЩЕГО СБРОСА, под воздействием внешних сигналов ячейки КСИ УН могут занять одно из 32 устойчивых состояний. Однако, число циклов в секунду зависит от тактовой частоты  $f_0$  и длительности внешнего воздействия сигналов на входы.

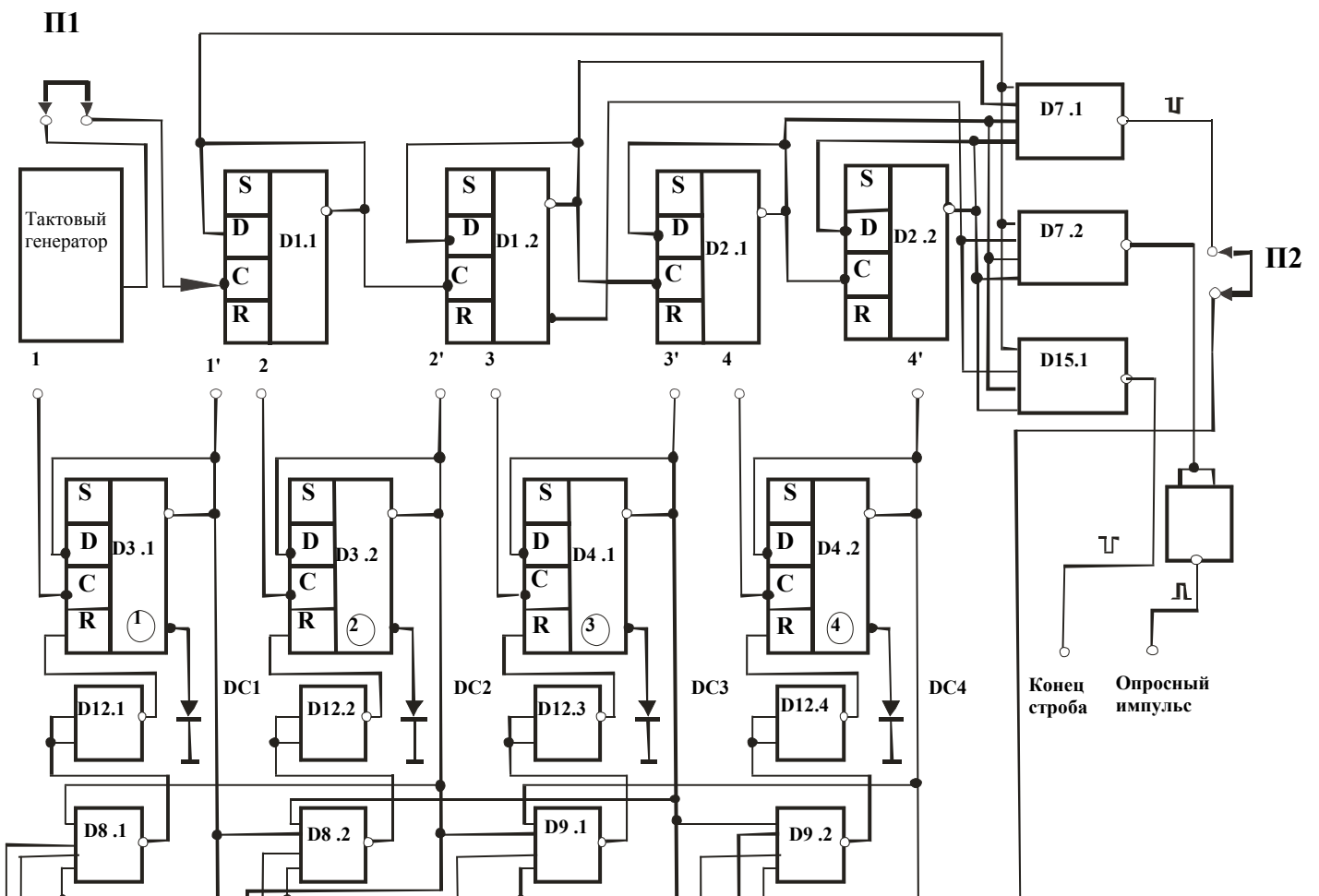
На Рис.5.1 представлена блок схема КСИ УН с  $z=8$ ,  $n=3$ , а на Рис.5.2 принципиальная схема, выполненная на ИМС серии К155.

Работа схемы заключается в следующем. По мере поступления импульсов тактовой частоты ( $f_0$ ) на вход ИМС D1.1, счётчик на ИМС D1, D2 делит эту частоту на 16 (0-15). Если все четыре триггера счётчика займут состояние «0», то на выходе ИМС D7.1 появится отрицательный потенциал (импульс ОБЩЕГО СБРОСА), который переведёт ячейки 1-8 в состояние «0». С поступлением импульса 2 (из числа 0-15) на вход D1.1 на выходе ИМС 14.1 появится положительный потенциал (ОПРОСНЫЙ импульс) который является «разрешающим» для поступления на входы 1-8 ячеек КСИ внешних пусковых сигналов. С поступлением импульса 12 на выходе ИМС15.1 появится отрицательный потенциал (импульс КОНЕЦ СТРОБА), который может использоваться в виде «запрещающего» сигнала для поступления внешних сигналов на входы 1- 8. В этом случае началом СТРОБА может быть ОПРОСНЫЙ импульс. С каждым опросным циклом, состоящим из 16 (0-15) импульсов тактовой частоты  $f_0$ , последовательность управляющих импульсов будет повторяться. В зависимости от общего комплексного (сочетанного) воздействия внешних сигналов на входы 1-8, в течении каждого цикла состояние ячеек КСИ будет изменяться, т.е. ячейки КСИ будут «следить» за общей обстановкой на выходах 1-8. Состояние ячеек КСИ может визуально фиксироваться по факту и интенсивности свечения светодиодов. В устройствах с повышенной системой регистрации можно предусмотреть запись текущих состояний ячеек КСИ в специальный блок памяти. Из Рис.5.1 видно, что схемное решение КСИ УН предусматривает их соединение в блоки.

#### Выводы:

- 1.Схемы КСИ выполненные на триггерах, позволяющих изменять напряжение смещения на одном из транзисторов триггера, имеют более высокие информационные возможности оценки внешних воздействий на входы КСИ в сравнении с вариантом, выполненным на цифровых ИМС.
- 2.Схемы КСИ выполненные на современных цифровых ИМС могут работать только в циклическом режиме.
- 3.Оба варианта КСИ целесообразно выполнить в виде БИС.
- 4.При практической реализации КСИ УН следует использовать ИМС с МОП структурой, например, типа К176.







## **5.2. Многоуровневые КСИ.**

Особый интерес представляет использование и работа многоуровневых КСИ. Допустим, что схемные решения триггеров выполнены аналогично схеме представленной на Рис.4.1. Для таких КСИ будут выполняться все выше указанные условия и поэтому циклический режим работы не является обязательным, т.к. ячейки КСИ будут переключаться в соответствии с общей информационной обстановкой на внешних входах КСИ. Порядок срабатывания ячеек КСИ заключается в следующем:

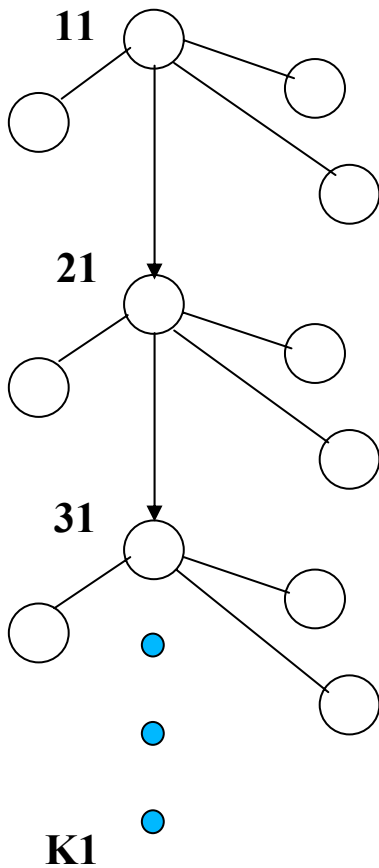
1. Ячейки внешнего уровня КСИ (уровень 1 на Рис.5.3) переходят из состояния «0» в состояние «1» под действием внешнего сигнала, поступающего на вход данной ячейки. Переход данной ячейки из состояния «1» в состояние «0» реализуется при переходе любой из «соседних» ячеек из состояния «0» в состояние «1» при поступлении на их входы внешнего сигнала. Т.о. ячейки внешнего уровня управляются только путём внешнего воздействия на входы ячеек.

2. Ячейки внутреннего уровня КСИ переходят из состояния «0» в состояние «1», при переходе из состояния «1» в состояние «0» ячейки связанной с данной и находящейся на уровне с номером на единицу меньшим.

Рассмотрим принцип передачи сигналов от ячеек внешнего уровня на ячейки внутренних уровней. На Рис.5.4. в верхней строке представлены состояния ячеек внешнего уровня (уровень 1) образованные под воздействием внешних сигналов поступивших на входы этих ячеек.

Состояние КСИ 1.1. Картинка первой строки и первого столбца – исходное состояние, т.е. все ячейки в состоянии «0».

Состояние КСИ 1.2. (Первая строка, второй столбец). Под воздействием внешних сигналов ячейки 1,4,7 перешли в состояние «1». Передачи сигналов на внутренние уровни НЕТ.



## Примечани

1.Между ячейками 11,21,31

связь односторонняя от

уровня

с меньшим номером к

уровню

с большим номером.

2.Связь между ячейками на

своём уровне двухсторонняя

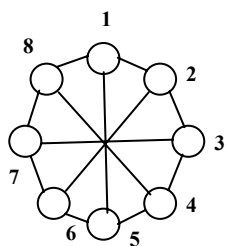
Состояние КСИ 1.3 (первая строка, третий столбец). Под воздействием внешних сигналов КСИ заняло состояние: ячейки 2,4,8 – «1», ячейки 1,3,5,6,7 – «0». Обратим внимание на то, что в предыдущем состоянии ячейки 1,4,7 занимали состояние «1», т.е. их состояние изменилось от «1» к «0» и тем самым реализовалась передача сигналов для перевода ячеек 1,4,7 ВТОРОГО УРОВНЯ из состояния «0» в состояние «1» (см. картинку 23, т.е. вторая строка, третий столбец Рис.5.4).

Состояние КСИ 1.4. Под воздействием внешних сигналов ячейки 2,5,7 заняли состояние «1». Обратим внимание на то, что при переходе от предыдущего состояния к данному только ячейка 8 перешла из состояния «1» к состоянию «0». Поэтому на втором уровне (состояние КСИ 24) ячейка 8 перейдёт от состояния «0» в состояние «1». При этом, т.к. для ячейки 8, ячейки 1,4,7 являются «соседними», то они перейдут в состояние «0», а ввиду этого ячейки 1,4,7 третьего уровня перейдут в состояние «1» (см. картинку 34).

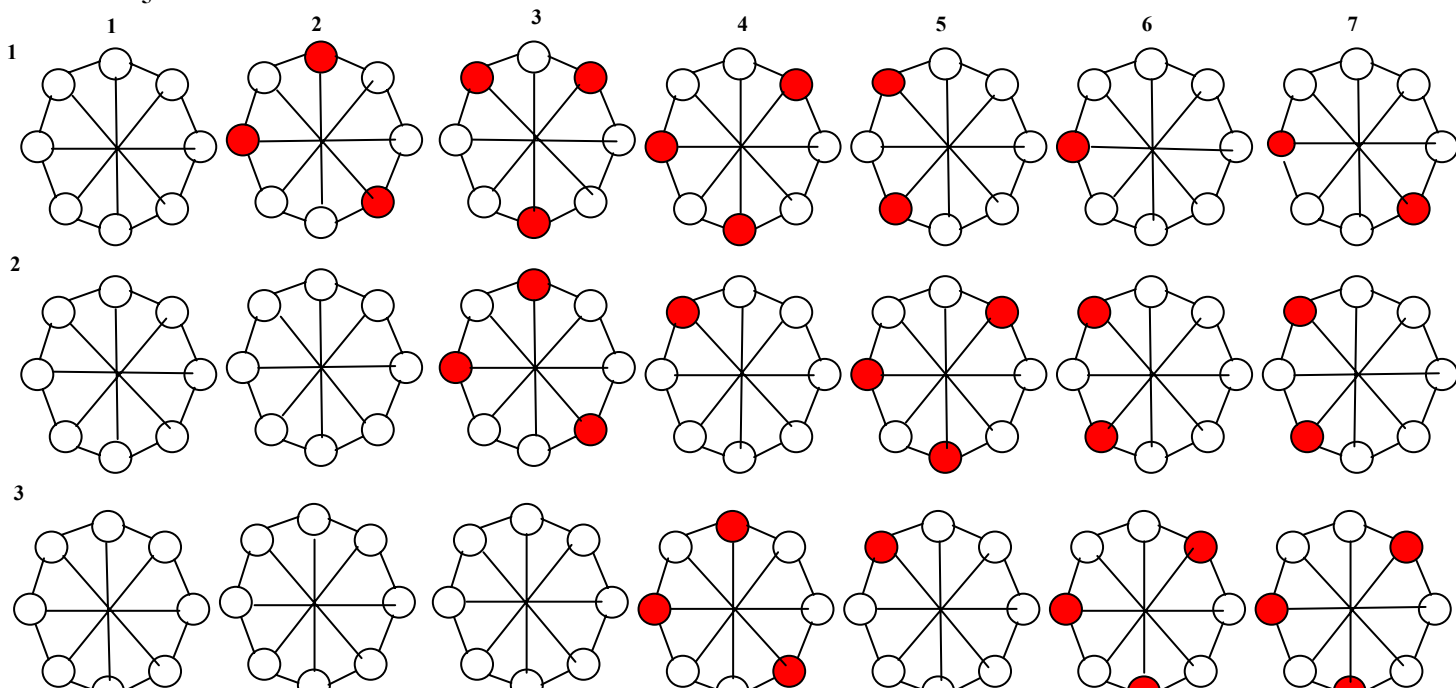
Состояние КСИ 1.5. Под воздействием внешних сигналов ячейки 8 и 6 перейдут в состояние «1». В связи с чем ячейки 2,5,7 перейдут в состояние «0», т.к. они являются «соседними» для ячеек 8 и 6. Переход ячеек 2,5,7 первого уровня из состояния «1» в состояние «0» вызовет переход ячеек 2,5,7 второго уровня из состояния «0» в состояние «1» (см. картинку 25), при этом ячейка 8 (см. картинку 24) перейдёт из состояния «1» в состояние «0». Это вызовет переход ячейки 8 третьего уровня из состояния «0» в состояние «1» (см. картинку 3,5). Этот переход вызовет сброс ячеек 1,4,7 (см. картинку 34) из состояния «1» в состояние «0», ввиду чего ячейки 1,4,7 четвёртого уровня займут положение «1» (см. картинку 45).

**Рис.5.3 Базовый элемент многоуровневой КСИ**

Состояние КСИ 1.6 и 1.7 предоставляется проверить читателям.



## Состояние ячеек КСИ



Для многоуровневых КСИ подобного типа ( $z=8, n=3$ ) общее число устойчивых состояний будет равно

$$N_{\Sigma}=32^k \quad (5.1)$$

где 32 – число устойчивых состояний ячеек одного уровня (см. табл. 2.2 для  $z=8, n=3$ ).  
 $k$ - число уровней КСИ.

Так, например, при  $k=5$

$$N_{\Sigma}=32^5=33,5 \cdot 10^6 .$$

На основе анализа срабатывания ячеек КСИ при поступлении внешних сигналов можно сделать следующие выводы.

#### Выводы

1. При  $z \geq 8$  и числе уровней не менее 5 вероятность случайного занятия ячейками КСИ определённого устойчивого состояния очень мала. Поэтому по мере поступления внешних сигналов каждое состояние ячеек КСИ отражает объективную обстановку на входах ячеек внешнего контура.

2. По мере поступления информации на внешний уровень, предыдущее состояние ячеек данного уровня может перемещаться на уровень более удалённый от периферии. Ячейки этих уровней могут являться ячейками текущей и долговременной памяти.

3.С помощью специально сформированных импульсов ОБЩЕГО СБРОСА может производиться с определённой цикличностью, сброс в состояние «0» как ячеек одного уровня, так и всех ячеек КСИ.

### 5.3. Металлообнаружитель.

Для поиска металлов скрытых в различных средах (грунте, ящиках, одежде и т.д.) используют металлоискатели – металлообнаружители.

Принцип действия чувствительного элемента металлоискателя заключается, чаще всего, в изменении индуктивности катушки, имеющей высокую добротность и большое число витков.

В задачу данной работы не входит анализ, ревизия и оценка существующих современных металлоискателей. Поэтому перейдём к рассмотрению схемы металлоискателя с использованием КСИ УН.

На Рис.5.5 представлена схема такого устройства, выполненного на современных и легко доступных ИМС. С помощью этого устройства можно обнаружить на расстоянии  $S=(10-20)$  см.:

- ферромагнитный предмет (мину, банку, болванку и т.д.);
- диамагнитный предмет (алюминий, медь, монету, кольцо и т.д.);
- катушку индуктивности с  $D>20$  мм. и числом витков  $n>200$  (катушку провода, катушку миноискателя и т.д.).

Для повышения чувствительности металлоискателя можно ввести дополнительный усилитель в разрыв перемычки ПЗ.

Работа устройства.

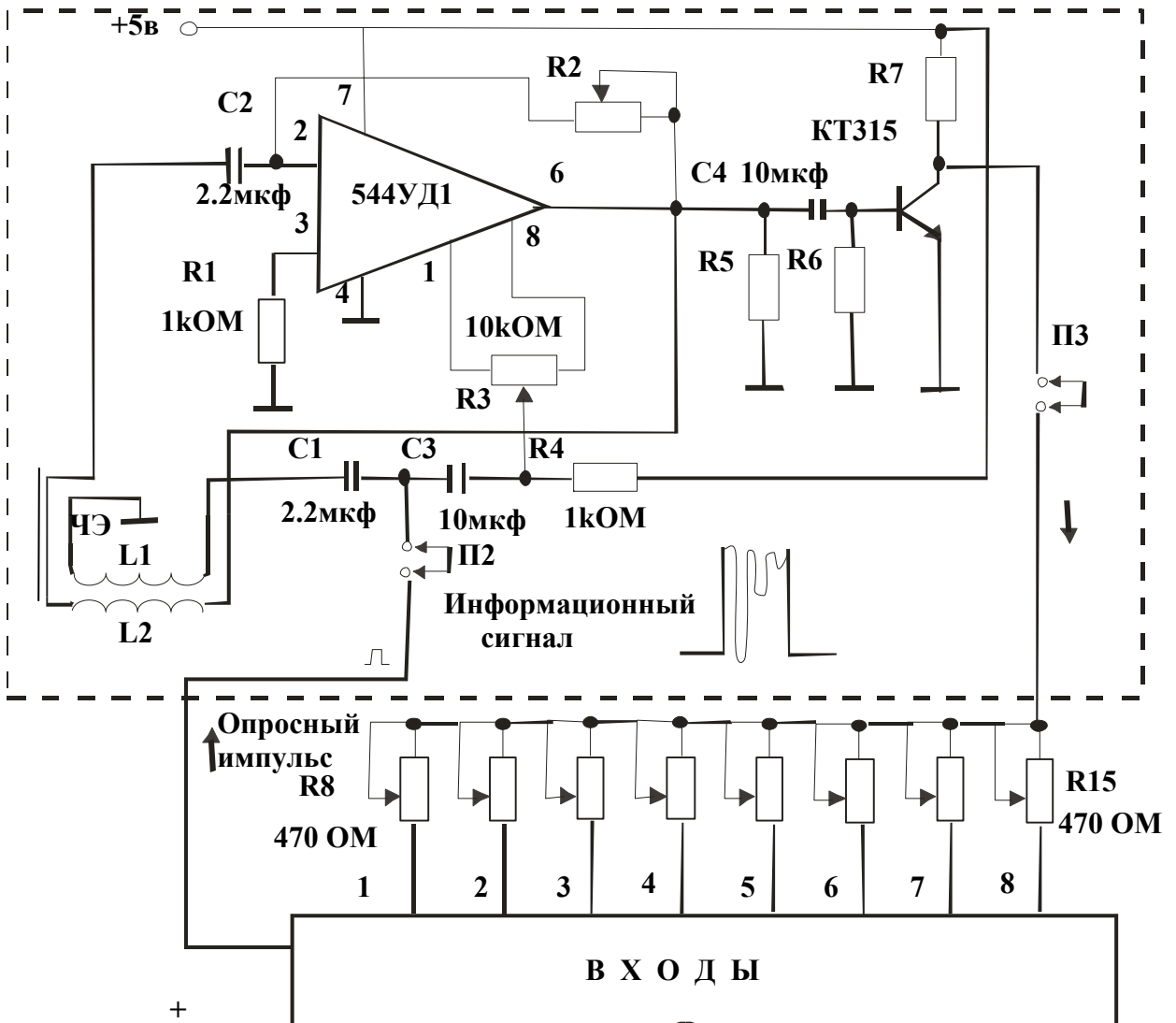
Положительный прямоугольный ОПРОСНЫЙ импульс в каждом цикле поступает на С1 и L1, в связи с этим в L2,C2 как в контуре ударного возбуждения возникает серия импульсов различной формы и длительности. Количество этих импульсов, их форма, длительности и амплитуды могут изменяться путём регулировки потенциометров R2 и R3. С помощью потенциометров R8 – R15 можно изменить время поступления в цикле пусковых импульсов на входы ячеек КСИ УН. В результате поступления импульсов ударного возбуждения (пусковых импульсов), ячейки КСИ УН будут циклично переходить из состояния «0» в состояние «1», а под действием импульса ОБЩИЙ СБРОС и обратно из состояния «1» в состояние «0».

Такой режим работы ячеек КСИ УН приведёт к свечению с разной интенсивностью светодиодов 1-8. Появление в зоне действия магнитного поля катушки L2 предмета, влияющего на изменение характеристик контура L2,C2 приведёт к изменению параметров информационного сигнала на входах 1-8 КСИ УН, а следовательно и к изменению общей картинки свечения светодиодов. С помощью регулировки R2,R3 и R8-R15 можно произвести такую настройку устройства, при которой будут иметь место разные картинки свечения светодиодов при обнаружении ферромагнитных и диамагнитных материалов, а также катушек с большой индуктивностью. При этом характер картинки особого значения не имеет, т.к. признаком обнаружения предмета является факт изменения картинки. Настройку устройства ввиду её простоты можно производить и в полевых условиях. При отсутствии объекта поиска общая картинка свечения светодиодов должна иметь устойчивый вид, а при обнаружении объекта иметь чёткие отличия от исходной.

В этом случае КСИ УН играет роль устройства индикации. При этом реакция ячеек КСИ УН на изменения информационного сигнала настолько высока, что даже с помощью осциллографа трудно заметить изменение формы этого сигнала. При необходимости управления исполнительными устройствами для формирования сигнала управления можно использовать информацию с выходов 1-8.

При использовании ИМС с МОП структурой можно создать миниатюрный и экономичный металлообнаружитель широкого назначения.

### Блок формирования информационного сигнала



#### **5.4. Акустическое декодирующее устройство.**

«Сезам откройся!» - фраза известная с детства. В настоящее время потребность в кодовых акустических системах резко возросла. Так, например, существует необходимость предотвращения несанкционированного доступа в квартиру, автомобиль, компьютер и т.д.

Основным критерием таких устройств является их криптостойкость, т.е. высокая вероятность того, что акустический код не будет вскрыт. Акустические декодирующие устройства могут иметь различные назначения и степень сложности. Так, например, уже созданы и успешно работают миниатюрные устройства, выполненные в виде брелка и реагирующие на хлопок или свист. Известно, что в Японии уже внедряется система голосового управления компьютером.

Акустические декодирующие устройства с использованием КСИ УН принципиально отличаются схемным решением от вышеназванных устройств. Акустическое декодирующее устройство (АДУ) должно выполнять функции декодирующего и исполнительного устройства, т.е. по строго одной акустической команде произнесённой конкретным лицом - выполнить включение (или отключение) одного или нескольких исполнительных устройств.

Звук – механические колебания и волны в упругой среде в пределах слышимости человеческого уха (от 16 до 20000 колебаний в секунду). Ниже 20 Гц – инфразвук, выше 20000 Гц – ультразвук.

ФОРМАНТЫ – характерные резонансные области в спектре звуков человеческой речи, отдельным гласным соответствуют частоты: «у» - (200 – 400)Гц, «о» - (400-600)Гц, «а» - (800 – 1200)Гц, «е» - (400-600 и 2200-2600)Гц, «и» - (200-400 и 3000-3500)Гц [8]. Наличие формантов позволяет предполагать возможность создания высокоэффективного анализатора человеческой речи с выходом на исполнительное устройства.. Т.о. создание устройств управления с помощью человеческой речи – техника современного уровня.

Рассмотрим схему простейшего акустического декодирующего устройства типа «Сезам откройся!», выполненного на использовании КСИ УН в качестве декодирующего блока.

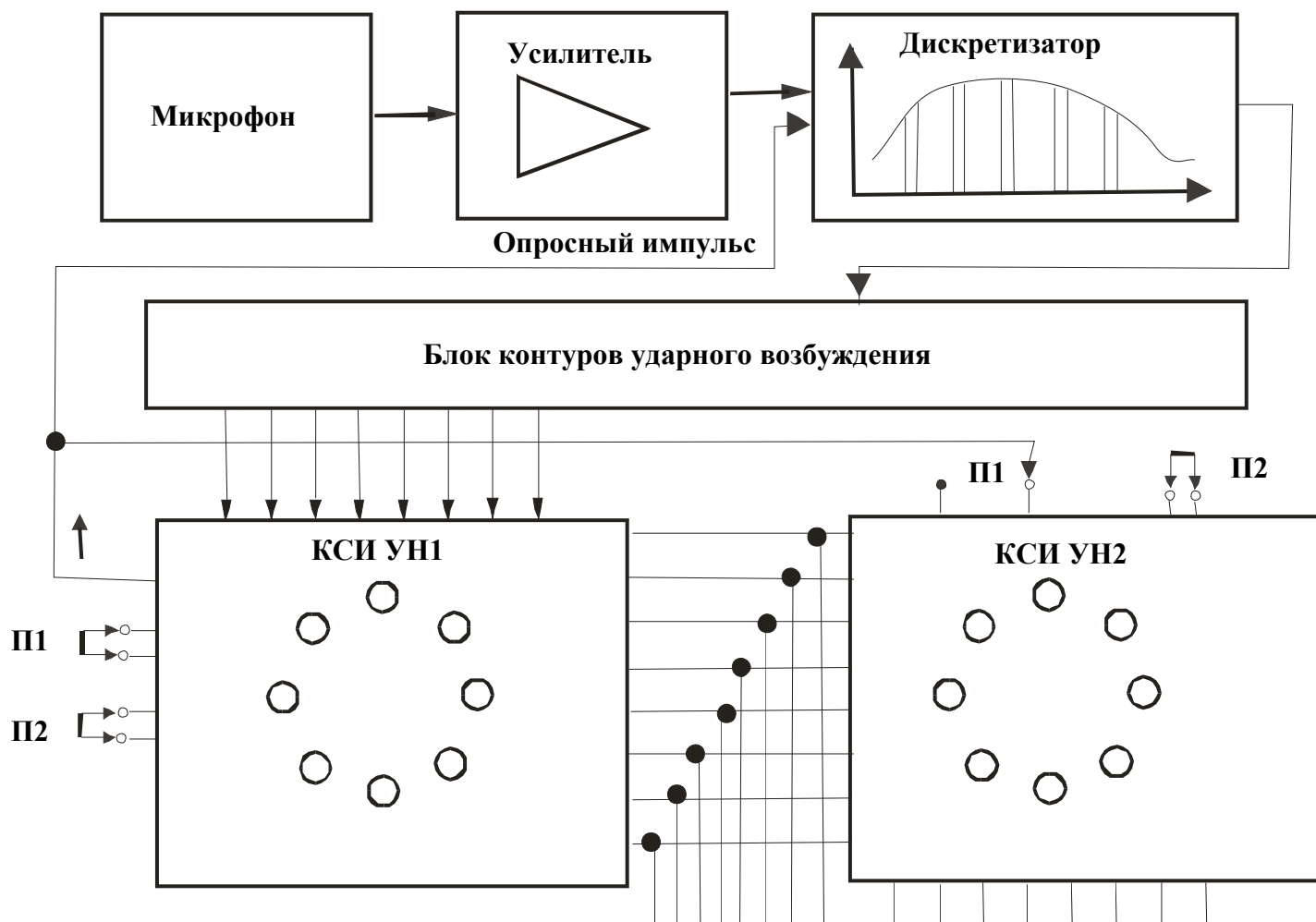
На Рис.5.6 представлена общая блок-схема АДУ. Работа такого устройства заключается в следующем. Сигнал с микрофона поступает на усилитель, далее на дискретизатор, блок фильтров и на входы КСИ УН1.

Резонансные фильтры работают как контуры ударного возбуждения и реагируют на спектральные составляющие исходного сигнала. В соответствии с разложением Фурье любой (одиночный или периодический) сигнал однозначно представим через АЧС (амплитудно – частотный спектр) и ФЧС (фаза – частотный спектр) [3]. Поэтому весь спектр сигналов, поступающий на восемь входов КСИ УН1 содержит информацию об исходном сигнале достаточную для его однозначной идентификации. Можно конечно спорить о числе резонансных фильтров, необходимых для полного представления исходного сигнала. Однако рассматриваемое АДУ предназначено только для опознания с некоторой вероятностью факта поступления на вход «своего» сигнала. Численное значение криптостойкости АДУ рассчитать достаточно сложно и поэтому этот параметр целесообразно определить экспериментальным методом, если в этом возникнет необходимость.

Перейдём к рассмотрению принципиальной схемы.

**УСИЛИТЕЛЬ.** В качестве усилителя можно использовать любой усилитель низкой частоты, например К118УН1, К118УН2, частотные характеристики которых находятся в диапазоне  $(10^{-1} - 10^2)$ КГц [6].

**ДИСКРЕТИЗАТОР** предназначен для преобразования аналогового сигнала, поступающего с выхода усилителя, в серию импульсов прямоугольной формы, амплитуда которых в каждый момент времени равна амплитуде аналогового сигнала. В качестве дискретизатора можно использовать, например, ИМС К124КТ1 [7]. При этом в качестве импульса разрешения для аналогового сигнала, поступающего с усилителя можно использовать **ОПРОСНЫЙ** импульс.





БЛОК КОНТУРОВ УДАРНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ предназначен для преобразования дискретного исходного сигнала в серию затухающих колебаний восьми частот. Этот блок может быть выполнен в виде активных или пассивных контуров, при этом контура могут иметь частоты настройки в любой области диапазона  $(0,1 - 10^2)$  КГц.

БЛОК КСИ составлен из двух КСИ УН (Рис.5.6, Рис.5.9). Серия сигналов с выходов блока контуров ударного возбуждения поступает на восемь входов КСИ УН1. В итоге каждого опросного цикла, под воздействием входных сигналов, ячейки КСИ УН1 займут определённое состояние. С поступлением импульса ОБЩЕГО СБРОСА (формируемого внутри КСИ УН1) все ячейки займут состояние «0». В связи с тем, что выходы ячеек КСИ УН1 связаны с входами КСИ УН2, то в результате завершения одного цикла КСИ УН1 некоторые из ячеек КСИ УН2 могут занять положение «1».

В КСИ УН2 отключён сигнал от внутреннего генератора тактовой частоты (снята переключка П1). В качестве сигнала  $f_0$  для КСИ УН2 используется ОПРОСНЫЙ импульс с КСИ УН1. Внутренний СЧЁТЧИК импульсов в цикле в КСИ УН2 имеет ёмкость равную 16 входным импульсам. Поэтому импульс ОБЩЕГО СБРОСА произведёт сброс в «0» всех ячеек КСИ УН2 через 16 циклов КСИ УН1.

Т.о. сброс ячеек в «0» производится:

- для КСИ УН1 – через  $t_1 = 16 / f_0$ ;
- для КСИ УН2 – через  $t_2 = 256 / f_0$ ,

где  $f_0$  – частота тактового генератора КСИ УН1.

БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩЕГО СИГНАЛА предназначен для формирования

- опросного временного строба;
- импульса идентификации кодового сигнала;
- формирования управляющего сигнала для исполнительного устройства.

ОПРОСНЫЙ ВРЕМЕННОЙ СТРОБ является временным отрезком (окном) в течении которого должна быть произнесена абонентом условная фраза, поэтому длительность этого stroba должна быть порядка 2-3 секунд. Этот strob может формироваться ждущим мультивибратором срабатывающим от нажатия специальной кнопки. Отсутствие этого stroba может приводить к блокировке исполнительного механизма АДУ. В общем случае наличие опросного временного stroba для работы АДУ не является обязательным. Этот strob является дополнительной мерой защиты устройства от несанкционированного воздействия.

ИМПУЛЬС ИДЕНТИФИКАЦИИ КОДОВОГО СИГНАЛА формируется с помощью дешифратора состояний ячеек КСИ УН1 и КСИ УН2. При положении конкретной ячейки в состоянии «1» на её выходе будет иметь место нулевой потенциал, а при положении ячейки в состоянии «0» - соответственно положительный потенциал. Поэтому в схему дешифратора необходимо ввести инверторы, которые переводят входной потенциал в требуемый. Сигналы с выходов 1-8 с инвертированием или без такового поступают на восемь входов цифровой схемы «и» (см. Рис.5.7 ). Если на все восемь входов поступит положительный потенциал, то на общем выходе этой ИМС появится отрицательный потенциал (в динамическом режиме – отрицательный импульс). Два отрицательных импульса – один с КСИ УН1, а второй с КСИ УН2 поступят на два инвертора и далее на два входа цифровой схемы «и», на выходе которой появится отрицательный импульс. Этот импульс и будет являться импульсом идентификации кодового сигнала.

Повышение криптостойкости АДУ можно достигнуть путём увеличения числа КСИ УН в устройстве. На Рис.5.5. устройство имеет двухуровневую КСИ составленную из двух КСИ УН. Если после КСИ УН2 включить КСИ УН3 и дешифровать сигналы с выходов КСИ УН2 и КСИ УН3 (вместо КСИ УН1), то такое АДУ будет иметь более высокую криптостойкость в сравнении с схемой Рис.5.5. Из этого рассмотрения следует, что конфигурация общей КСИ устройства может иметь различный вид. По принципу построения схемы АДУ можно реализовать устройство исполнения команд подаваемых через микрофон, например, устройство печати текста с голоса или управления компьютером.

Перейдём к рассмотрению принципиальной схемы АДУ.

На Рис.5.8 представлена схема простого усилителя и дискретизатора. На выходе этой схемы будет иметь место сигнал в виде серии прямоугольных импульсов разных амплитуд. В некоторых случаях может потребоваться установка инвертора на выходе схемы Рис.5.8.. Это зависит от схемного решения следующего блока, т.е. блока контуров ударного возбуждения (БКУВ).

Схемное решение БКУВ может быть различной степени сложности. Основными критериями при этом являются:

- целевое назначение АДУ;
- требуемое значение криптостойкости;
- стоимость изделия.

Из Рис.5.5 видно, что блок формирования информационного сигнала металлообнаружителя, преобразует изменения индуктивности обмотки L1 в сигнал достаточный для нормальной работы ячеек КСИ. Эта схема с незначительными изменениями может быть использована и для АДУ, вместо БКУВ.

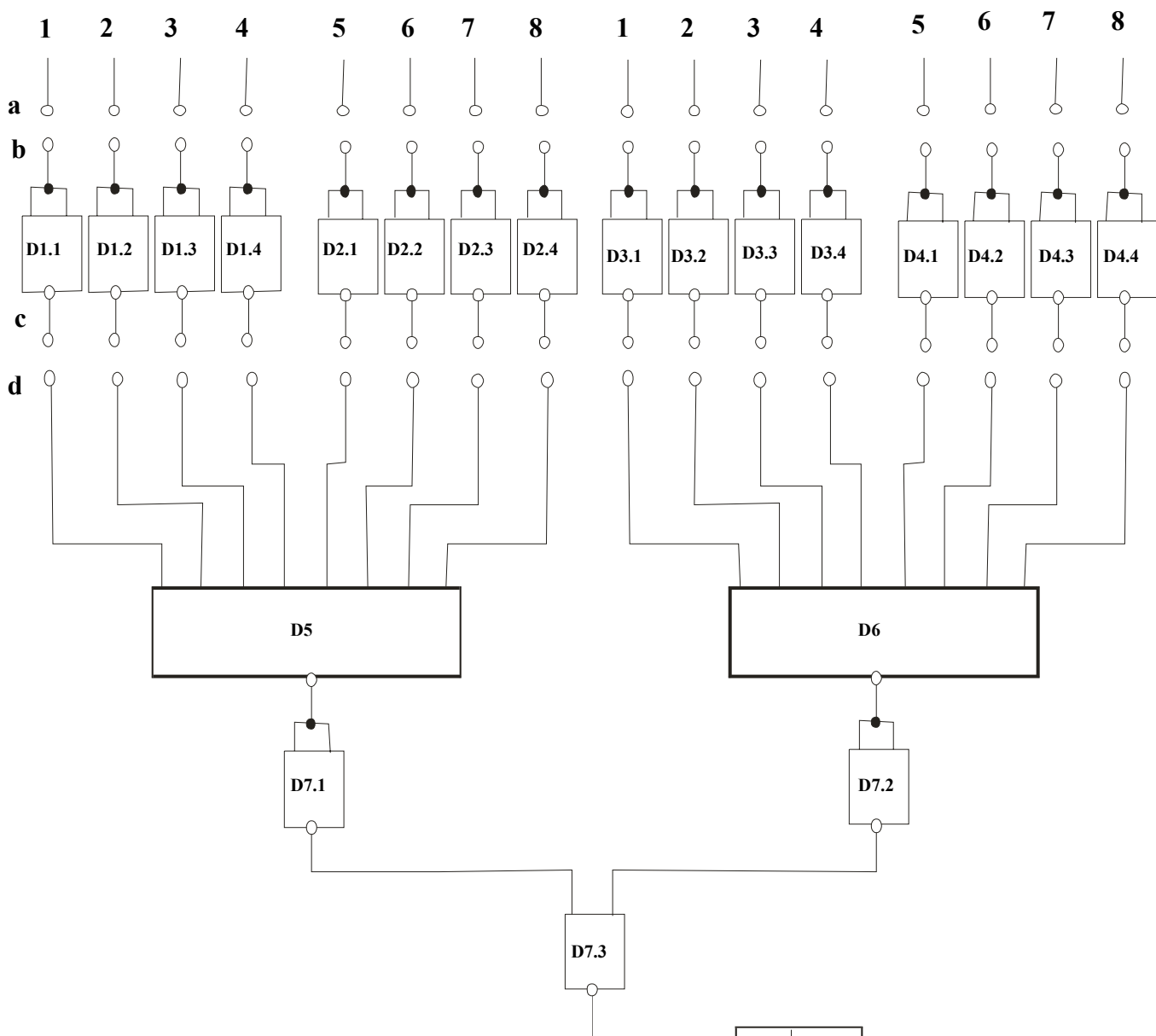
Изменения схемы Рис.5.5.

2. Убрать переключку П2.
3. Тч.А схемы соединить с тч. А схемы Рис.5.8.
4. Тч. Б схемы Рис.5.5 соединить с тч.Б схемы Рис.5.8
5. Выходы R8 – R15 соединить с входами КСИ УН1 (см.Рис.5.6).

Блок формирования управляющего сигнала (БФУС) может иметь различное число выходов. Это зависит от выбранной общей схемы КСИ, состоящей из одной, двух или нескольких КСИ УН. Для рассматриваемой схемы примем условие, что на вход БФУС поступают сигналы с выходов КСИ УН1 и КСИ УН2, т.е. 16 сигналов. В БФУС должна быть предусмотрена возможность включения каждого сигнала через инвертор, что

необходимо для использования факта любого состояния ячейки КСИ. Принципиальная схема такого БФУС представлена Рис.5.7

Сигналы о состоянии 16 ячеек КСИ поступают на входы БФУС (Рис.5.7). Путём кроссировки, т.е. установления перемычек между точками а, в, с,d добиваются такого положения при котором на выходах ячеек D5 и D6 образуются импульсы (потенциал) отрицательной полярности, что приводит в конечном итоге к переводу триггера управления (D8.1) в состояние «1». Переход триггера D 8.1 в состояние «1» вызывает срабатывание исполнительного устройства, что и является регистратором факта поступления на вход АДУ кодового слова или фразы.



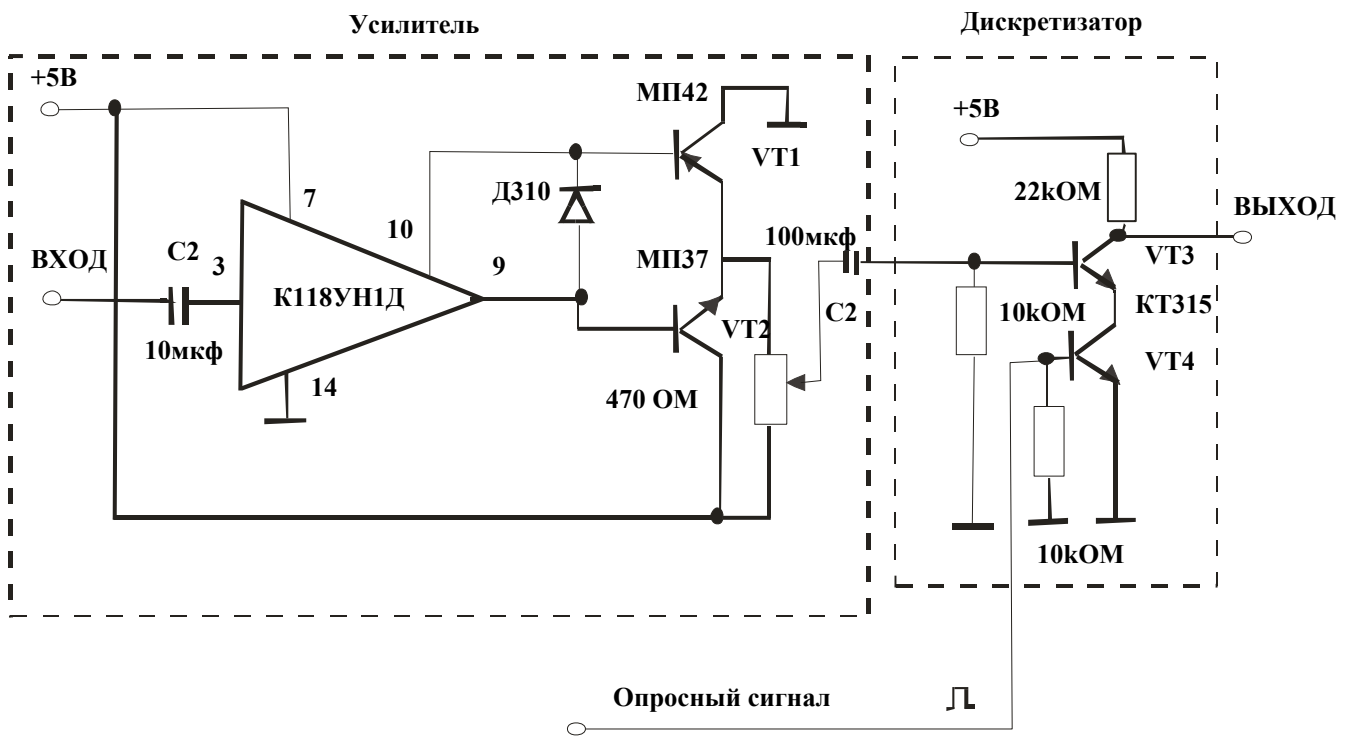
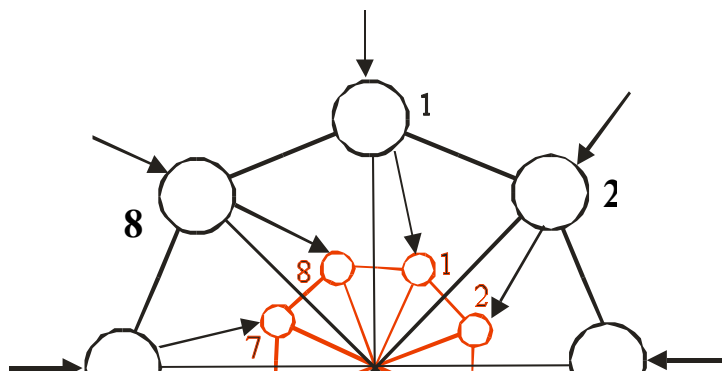


Рис.5.8 Схема усилителя и дискретизатора АДУ



### 5.5. Определитель запахов.

С целью показа возможностей использования КСИ рассмотрим схему экзотического устройства – определителя запахов (ОЗ).

Концевые образования чувствительных нервных волокон животных РЕЦЕПТОРЫ, способны воспринимать раздражения из внешней или внутренней среды.

Человек, в отличие от животных, не наделён острым обонянием. Поэтому возникает необходимость создания устройства с помощью которого можно различать спектр запахов. Современные анализаторы воздушной среды можно разделить на две группы:

- с резко ограниченными возможностями в определении конкретных веществ;
- лабораторного типа с возможностью анализа на молекулярном уровне.

Основными трудностями при создании определителя запахов является выбор:

- принципа действия и реализация чувствительного элемента – КВАЗИРЕЦЕПТОРА;
- устройства индикации и регистрации факта поступления конкретного запаха.

В качестве второго устройства используем КСИ. Учитывая сложность поставленной задачи выбираем многоуровневую КСИ (Рис.5.3,5.4).

Для внешнего и внутренних уровней  $z=8$ ,  $n=3$ .

Число уровней –5.

Общее число устойчивых состояний  $N_{\Sigma} = 33,5 \cdot 10^6$

Общее число ячеек -40

Напряжение питания – 5в.

Тактовая частота –8000 Гц.

Частота цикла ~ 1 Гц.

Схема КСИ на цифровых ИМС серии К176.

#### Выбор схемного решения чувствительного элемента.

Известно, что при изготовлении транзисторов и ИМС, одной из основных технологических трудностей является обеспечение высокой степени чистоты объема камеры, в которой производятся полупроводниковые чипы. Наибольший ущерб влечёт за собой наличие в указанном объёме даже малого количества атомов водорода, молекул  $H_2O$ , а также ряда других посторонних химических элементов. Наличие вредных

примесей в объёме камеры приводит к нежелательным искажениям в зоне запорного слоя, особенно на границах соединения слоёв. Поэтому, после производства чипы тщательно герметизируют, обеспечивая тем самым стабильность параметров изделия.

Этот, отрицательный для производства чипов эффект может быть использован для изготовления чувствительного элемента определителя запахов. Для более полного и детального рассмотрения физики полупроводников читателю следует обратиться к многочисленной специальной литературе.

Чувствительный элемент (ЧЭ) изготавливается из обычного сплавного транзистора. На Рис.5.10 представлена последовательность операций по изготовлению ЧЭ.

Рис.5.10 «а» – исходный транзистор.

Рис.5.10 «б» - транзистор без корпуса.

Рис.5.10 «в» - ЧИП транзистора.

Для изготовления чувствительного элемента необходимо:

- снять верхнюю часть корпуса транзистора;
- тампоном, смоченным в ацетоне, осторожно снять защитную плёнку с поверхности чипа;
- проверить реакцию на освещённость, подключив тестер для измерения сопротивления между базой и коллектором, между базой и эмиттером;
- проверить реакцию на влажность при указанном подключении тестера методом дыхания на ЧИП;

Подготовленный к работе транзистор должен реагировать на свет, температуру и состав воздушной среды, в которой находится ЧИП. Для изготовления чувствительных элементов можно использовать транзисторы n,p –типов, а также кремниевые и германиевые.

Транзисторы средней и большой мощности имеют большую площадь чипов. Ясно, что каждый из таких ЧЭ будет иметь свои характеристики к количественному и качественному составу воздушной среды. Классический путь – определение этих характеристик не имеет смысла, т.к. точное значение параметров ЧЭ в данном случае не является необходимым условием.

Главным и определяющим свойством ЧЭ, изготовленных указанным методом является ярко выраженная индивидуальность характеристик, что для реализации поставленной задачи – необходимое условие.

На Рис.5.11 представлена полная схема чувствительного элемента реагирующего на изменения количественного и качественного состава воздушной среды. Сигнал образующийся на выходе этой системы, имеет характеристики достаточные для нормальной работы КСИ.

КСИ внешнего уровня имеет восемь ячеек. Возможно несколько вариантов подключения сигналов к внешним входам этих ячеек.

Вариант 1 . Имеется одна схема ЧЭ (см.Рис.5.11) и далее сигнал поступает на восемь входов ячеек внешнего уровня (по типу Рис.5.5).

Вариант 2 . Имеется восемь схем ЧЭ указанного типа. Выход каждой из схем соединён с входом одной из ячеек КСИ внешнего контура.

Вариант 3. Число ЧЭ больше 1 и меньше 6.

Примем вариант 3. Пусть имеется две схемы ЧЭ, при этом с выхода одного ЧЭ поступают сигналы на внешние входы ячеек 1,3,5,7, а с выхода другого ЧЭ соответственно на входы ячеек 2,4,6,8.

На Рис 5.12 представлена общая блок-схема определителя запахов. Из рисунка видно, что сигналы с выходов ячеек КСИ1 поступают на входы ячеек КСИ2, а с выходов ячеек КСИ2 на входы ячеек КСИ3 и т.д.. Опросный импульс КСИ1 выполняет две операции:

- поступает в качестве опросного импульса на чувствительные элементы ЧЭ1 и ЧЭ2
- поступает в качестве счётного импульса на вход счётчика импульсов в цикле КСИ2.

Опросный импульс с КСИ2 поступает на вход счётчика импульсов в цикле КСИ3. Опросный импульс с КСИ3 поступает на вход счётчика импульсов в цикле КСИ4. Импульс общего сброса с КСИ4 имеет частоту следования  $f=f_0/8192$ .

Если частота  $f_0$  (вырабатываемая в КСИ1) будет равна 8КГц, то на выходе КСИ4 импульс общего сброса будет следовать с частотой 0,976Гц, т.е. порядка 1Гц. Т.о. тактовая частота устройства будет равна  $f_0=8000$ Гц, а частота цикла  $f_0 \approx 1$ Гц.

Управляющий сигнал будет сформирован только в том случае, если в течении цикла общее состояние ячеек КСИ2, КСИ3, КСИ4 и КСИ5 будет точно соответствовать коду, скроссированному в БФУС., а это возможно только при условии, что ЧЭ1 и ЧЭ2 оказались в атмосфере с парами определённого химического элемента.

Для расширения возможностей устройства на входе каждой ячейки КСИ1 можно установить ЧЭ, выполненный по схеме 5.11, при этом желательно использовать в качестве вскрытых транзисторов – транзисторы разной проводимости и разных типов.

Визуальная регистрация появления конкретного запаха в зоне нахождения ЧЭ может производиться по интенсивности свечения светодиодов ячеек КСИ1-КСИ5.

Для нормальной работы ОЗ необходимы вскрытые транзисторы поместить в специальную трубку, через которую с помощью небольшого вентилятора осуществлять обдув чипов воздушным потоком исследуемой среды.

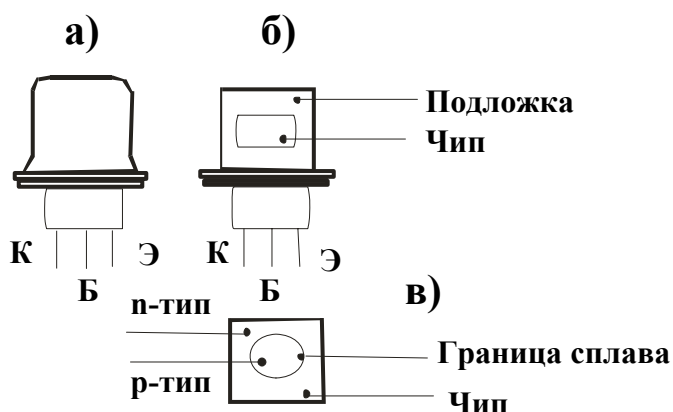
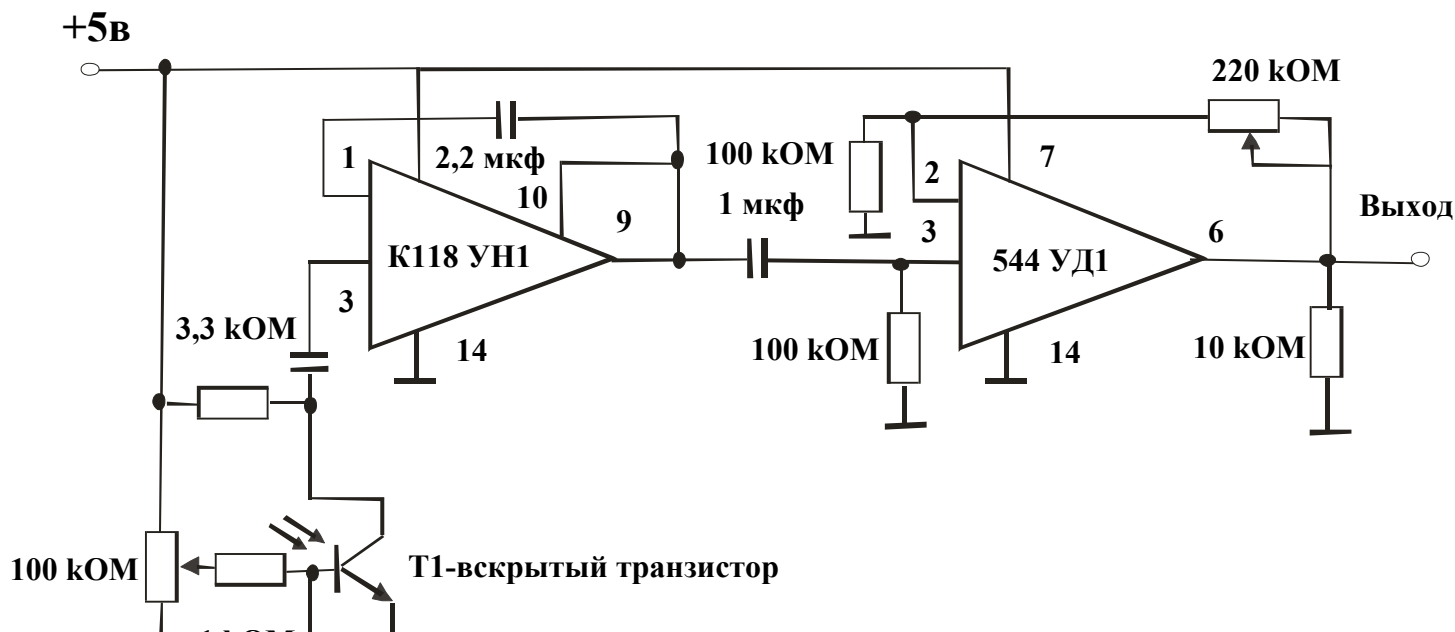
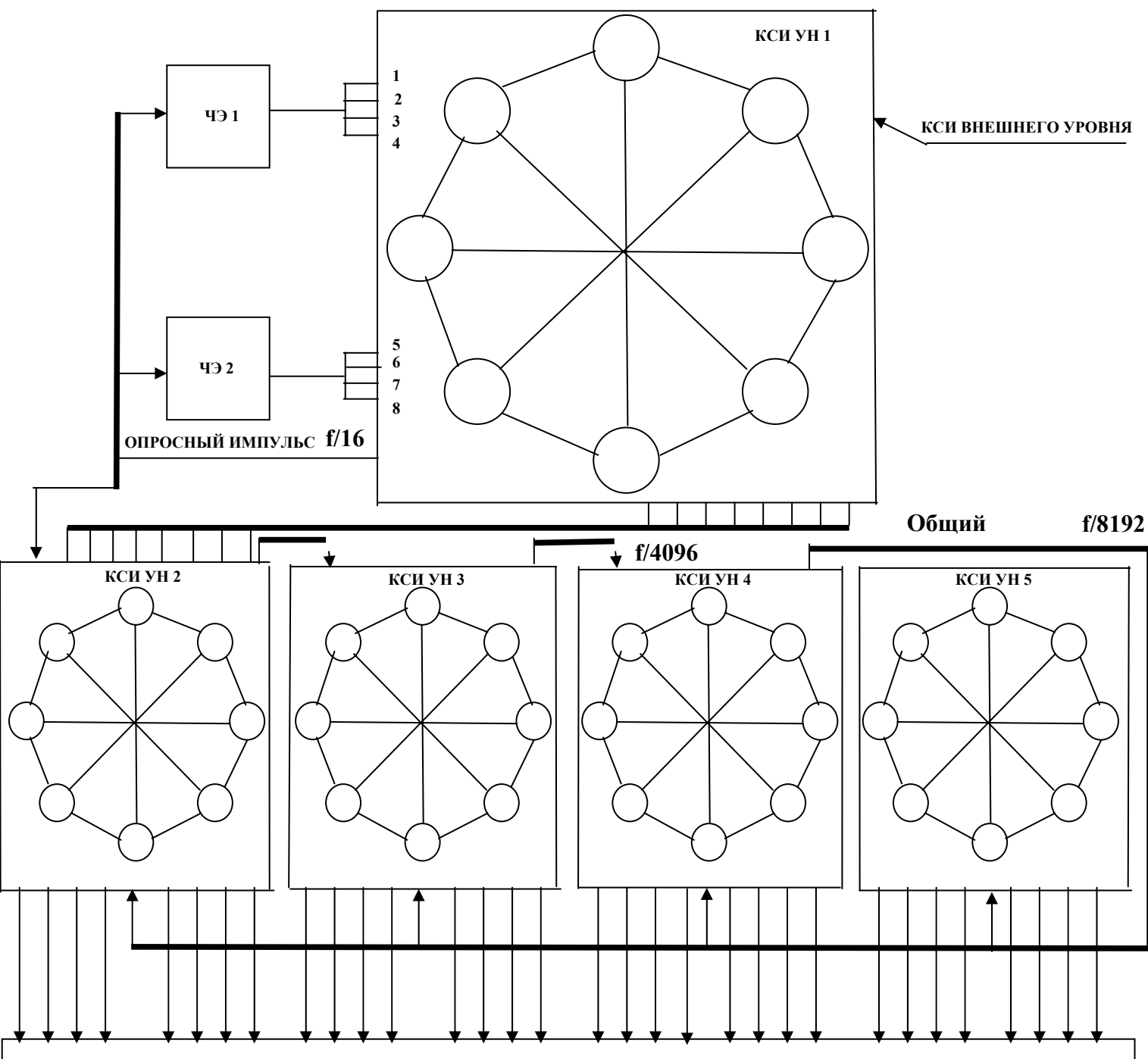


Рис.5.10 Изготовление чувствительного элемента







### 5.6. Стенд выбора оптимальной схемы КСИ.

В зависимости от количества, вида и сложности внешней информации, поступающей на входы ячеек внешнего уровня, глубина проникновения этой информации на внутренние уровни КСИ может быть различной. Поэтому возникает задача выбора оптимального схемного решения КСИ для вновь разрабатываемого устройства. Для решения этой задачи может быть использован специальный стенд выбора оптимальной схемы КСИ (СВОС). На Рис.5.13 представлена общая блок-схема такого стенда.

Блок формирования КСИ внешнего уровня должен состоять из КСИ вида схемы Рис.4.1, или Рис.4.3., т.е. из цифровых ИМС. В этом блоке должна быть предусмотрена возможность изменять в определённых пределах число  $z$  ячеек и мерность  $-n$ . При этом следует руководствоваться данными таблиц 2.1, 2.2, 2.3.

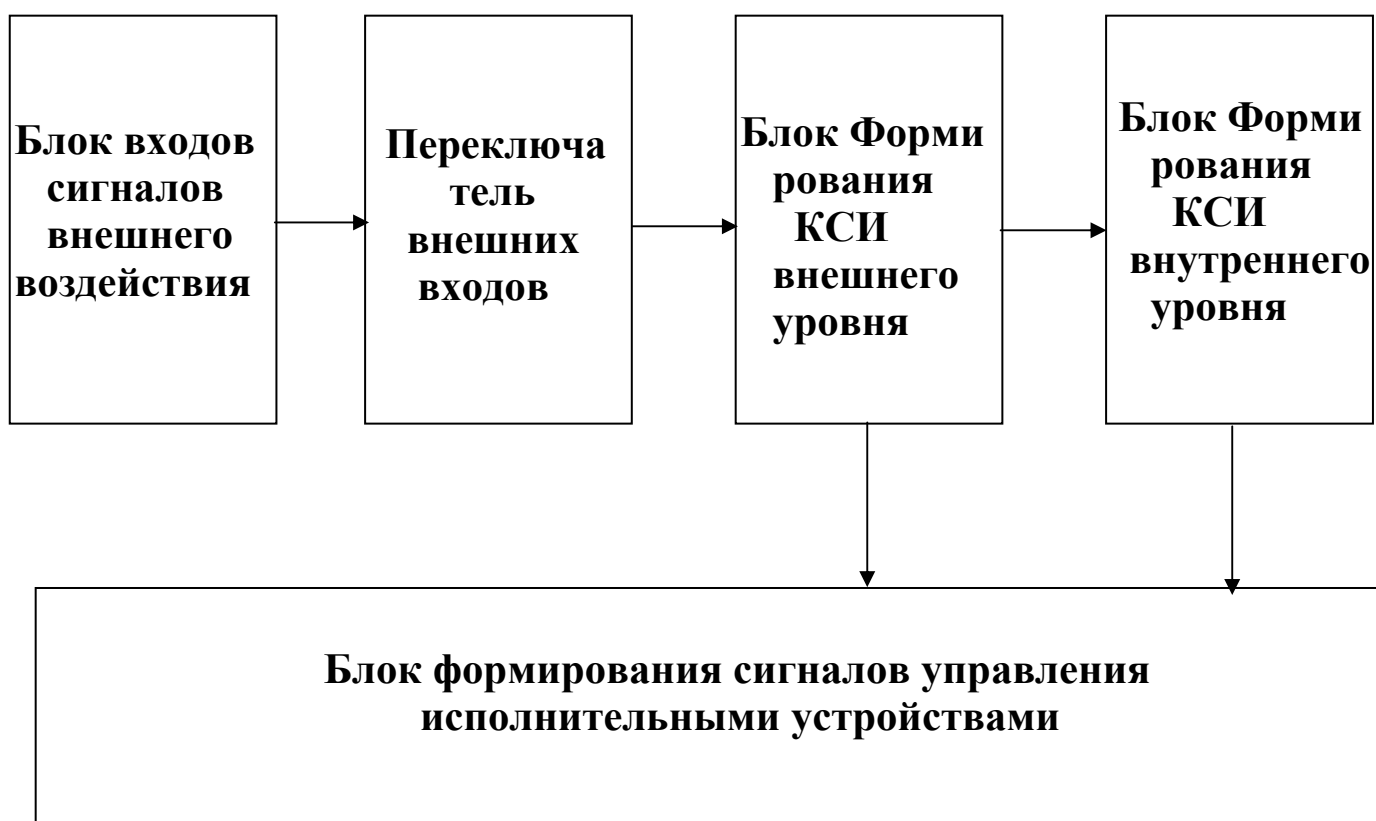


Рис.5.13 Блок-схема стенда формирования оптимальной схемы

Блок формирования КСИ внутренних уровней может состоять из пакетов (наборов) КСИ УН и при этом иметь возможность путём переключений или кроссировки организовывать КСИ последовательных внутренних уровней. Общее число устойчивых состояний выбранной схемы КСИ определяется по формуле

$$N=N_a^k, \quad (5.1)$$

где  $N_a$  -общее число устойчивых состояний базовой схемы КСИ (внешнего и внутреннего

уровней),

$k$  – число уровней.

При этом КСИ внешнего и внутреннего уровней должны иметь одинаковую мерность  $f(n)$  и одинаковое число ячеек ( $z$ ).

Пример 5.1. Допустим, что с помощью переключений и кроссировки на стенде была сформирована общая схема КСИ с параметрами:

внешний уровень – КСИ с  $z=10$ ,  $n=3$

внутренние уровни – КСИ с  $z=10$ ,  $n=3$

число уровней – 4

Определить число состояний общей схемы КСИ.

1. Из данных таблицы 2.2 имеем для  $z=10$ ,  $n=3$   $N_a = 82$
2. По формуле (5.1)  $N_a^k = 82^4 = 45,2 \cdot 10^6$

Пример 5.2. Пусть имеем

внешний уровень – КСИ с  $z=10$ ,  $n=2$

внутренние уровни – КСИ с  $z=10$ ,  $n=2$

число уровней – 4

1. Из таблицы 2.1 при  $z=10$   $N_a = 122$
2. По формуле (5.1)  $N_a^k = 122^4 = 221 \cdot 10^6$

Пример 5.3. Пусть имеем  $z=10$ ,  $n=4$  для КСИ всех уровней

1. Из таблицы 2.3 при  $z=10$   $N_a = 45$
2. По формуле (5.1)  $N_a^k = 45^4 = 4,1 \cdot 10^6$

Из данных этих примеров видно, что увеличение мерности ( $n$ ) приводит к уменьшению общего числа устойчивых состояний ячеек КСИ, но в связи с увеличением числа «соседних» ячеек, увеличивается «вес» информационной единицы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Предложенный принцип схемного решения систем слежения за общей ситуацией сигналов, формируемых датчиками различных физических полей может иметь широкую область применения. Возможности КСИ заключаются в увеличении:

- числа ячеек ( $z$ );
- мерности ( $n$ );
- числе внутренних уровней ( $k$ );

**Автор считает целесообразным создание интегральных микросхем (БИС КСИ):**

- триггеров с возможностями изменения смещения на базе одного из транзисторов;
- КСИ универсального назначения с различными значениями  $z$ ,  $n$  и  $fo$ .

Гипотетически любую реакцию биологического объекта на внешнее воздействие можно объяснить как срабатывание определённых ячеек КСИ. Поэтому, рассмотренный принцип схемного решения систем управления может иметь место и в биологических объектах.

При этом степень сложности гипотетического КСИ легко объясняет следующие характеристики объекта:

- «умный» (высокие значения  $z, n, k$ );
- «глупый» (низкие значения  $z, n, k$ );
- «гуманитарий» - способный запоминать большой объем простой информации (большое значение  $z$ , малое значение  $n$ , большое значение  $k$ );
- «математик» - (большое значение  $z, n, k$ );
- «болезнь» - результат частичного или полного отказа одной или нескольких ячеек КСИ. Лечение – ликвидация связей с «соседними» ячейками, т.к. эти связи

создают

побочные явления болезни;

- «экстремальные воздействия на объект». В этом случае на вход конкретной ячейки поступил сигнал превышающий верхний пороговый уровень, в результате чего все «соседние» ячейки перешли в состояние «0»;

- «нарушение биологического ритма организма» -результат изменения цикла

работы

КСИ и как следствие неправильное управление исполнительными органами объекта;

-«биологический и наследственный фактор» - число ячеек в КСИ, конфигурация сети, мерность на локальных участках сети, число уровней, пороговые уровни, чувствительные элементы физических полей.

-и т.д.

В заключении, устройства с использованием КСИ целесообразно использовать для практического применения в науке и технике.

#### ЛИТЕРАТУРА.

1. Э.Г.Фильчев. Авторское свидетельство №90760 с приоритетом от 23 августа 1974 г.
2. Прикладная комбинаторная математика. Сборник статей. Изд. «Мир», М.,1968 г.
3. А.Анго.Математика для электро и радиоинженеров. Изд. «Наука», М.,1964 г.
4. Ж. Маркюс. Дискретизация и квантование. Изд. «Энергия», М., 1969
5. В.Г. Бодиловский. Полупроводниковые и электровакуумные приборы. Изд.»Транспорт» М., 1986 г.
6. Справочник. Аналоговые интегральные микросхемы. Изд.«Радио и связь», М.,1981 г
7. Справочник по интегральным микросхемам. Изд. «Энергия», М., 1980
8. Н.И. Кошкин и др. Справочник по элементарной физике.Изд.«Наука», М.,1965 г.  
Автор с благодарностью примет все предложения, замечания и пожелания по данной работе. [E-mail:fgg-fil1@narod.ru](mailto:fgg-fil1@narod.ru).

Тел. 8-81379-33991  
(для С-Пб 8-379-33991)

**E-mail:fgg-fil1@narod.ru .**