



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009116959/08, 04.05.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.05.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **04.05.2009**(43) Дата публикации заявки: **10.11.2010** Бюл. № 31(45) Опубликовано: **27.04.2011** Бюл. № 12(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2302042 C1, 27.06.2007. RU 2338270 C1, 10.11.2008. US 6055461, 25.04.2000.**

ЛИСИЦЫН Б.Л. Отечественные приборы индикации и их зарубежные аналоги. - М.: Радио и связь, 1993, с.353-355, таблица параметров, строка 16. ЕРМАКОВ О.Н. Полупроводниковые знаковосинтезирующие индикаторы. - М.: Радио и связь, 1990, с.20-21, с.21, абзац 1.

Адрес для переписки:

196233, Санкт-Петербург, ул. Орджоникидзе, 55, кв.280, А.В.Патраль

(72) Автор(ы):

Патраль Альберт Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Патраль Альберт Владимирович (RU)**(54) ИНДИКАТОР ДЕВЯТИПОЗИЦИОННЫЙ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам отображения цифровой информации. Технический результат заключается в уменьшении неравномерности энергопотребления от знака к знаку за счет обеспечения равной величины площади высветившихся точечных элементов знака и суммарной величины площади из не высветившихся точечных элементов к

величине площади промежутков между ними, при которой величина эквивалентной площади различения знака достигает максимального значения. Для визуального отсчета цифровой информации используется новый десятичный цифровой алфавит, при начертании знаков которого разрешающая способность их в пределах цифрового формата имеет максимальную величину. 20 ил.

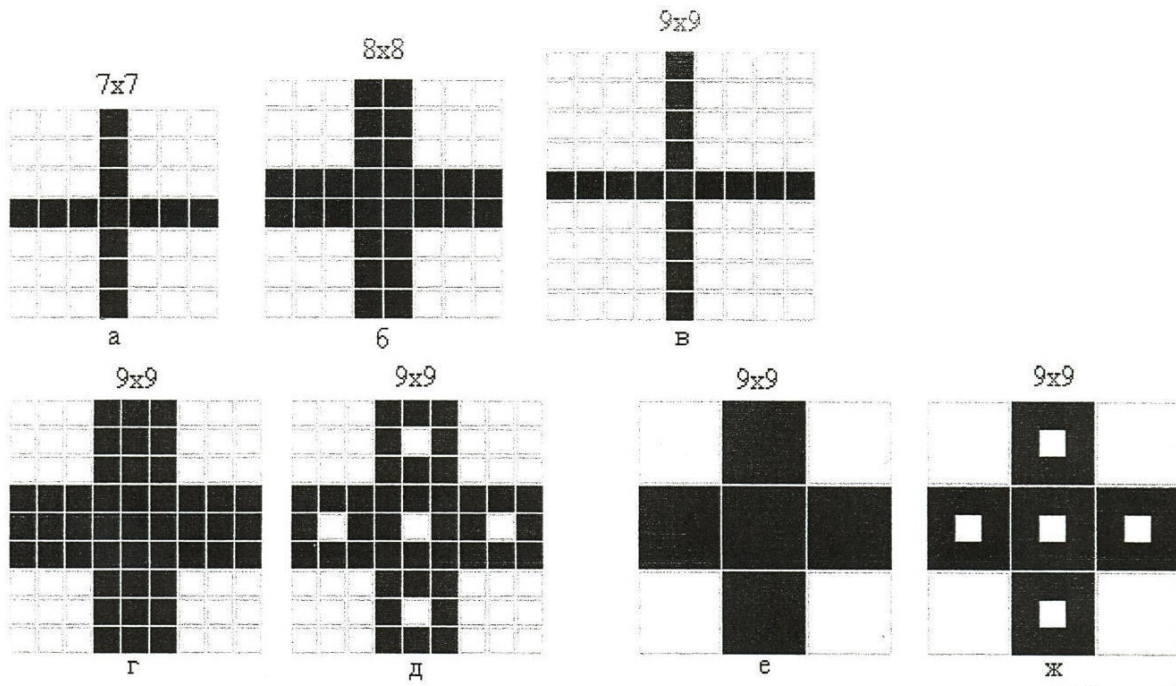


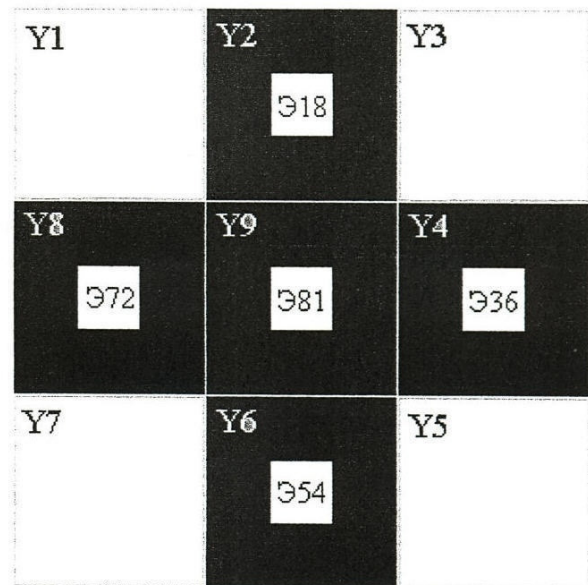
Таблица №9

Фиг.	S_{ϕ} мм ²	$S_{пэ}$ мм ²	$S_{ок}$ мм ²	$S_{обн}=S_{разл}$ мм ²
а	$(0.95 \times 7 + 0.3 \times 6)^2 = 71.40$	$0.95 \times 0.95 \times 13 = 11.73$	$71.40 - 11.73 = 59.67$	$(11.73 \times 59.67) : 71.40 = 9.80$
б	$(0.95 \times 8 + 0.3 \times 7)^2 = 94.09$	$0.95 \times 0.95 \times 28 = 25.27$	$94.09 - 25.27 = 68.82$	$(25.27 \times 68.82) : 94.09 = 18.48$
в	$(0.88 \times 9 + 0.25 \times 8)^2 = 98.40$	$0.88 \times 0.88 \times 17 = 13.16$	$98.40 - 13.16 = 85.24$	$(13.16 \times 85.24) : 98.40 = 11.40$
г	$(0.88 \times 9 + 0.25 \times 8)^2 = 98.40$	$0.88 \times 0.88 \times 45 = 34.85$	$98.40 - 34.85 = 63.55$	$(34.85 \times 63.55) : 98.40 = 22.51$
д	$(0.88 \times 9 + 0.25 \times 8)^2 = 98.40$	$0.88 \times 0.88 \times 40 = 30.98$	$98.41 - 30.98 = 67.43$	$(30.98 \times 67.43) : 98.41 = 21.23$
е	$(1.05 \times 9 + 0.07 \times 8)^2 = 100.2$	$1.05 \times 1.05 \times 45 = 49.61$	$100.2 - 49.61 = 50.59$	$(49.61 \times 50.59) : 100.2 = 25.05$
ж	$(1.05 \times 9 + 0.07 \times 8)^2 = 100.2$	$1.05 \times 1.05 \times 40 = 44.10$	$100.2 - 44.10 = 56.10$	$(44.10 \times 56.10) : 100.2 = 24.69$

3

Э1	Э2	Э3	Э10	Э11	Э12	Э19	Э20	Э21
Э8	Э9	Э4	Э17	Э18	Э13	Э26	Э27	Э22
Э7	Э6	Э5	Э16	Э15	Э14	Э25	Э24	Э23
Э64	Э65	Э66	Э73	Э74	Э75	Э28	Э29	Э30
Э71	Э72	Э67	Э80	Э81	Э76	Э35	Э36	Э31
Э70	Э69	Э68	Э79	Э78	Э77	Э34	Э33	Э32
Э55	Э56	Э57	Э46	Э47	Э48	Э37	Э38	Э39
Э62	Э63	Э58	Э53	Э54	Э49	Э44	Э45	Э40
Э61	Э60	Э59	Э52	Э51	Э50	Э43	Э42	Э41

и



к

Фиг.10

RU 2 4 1 7 4 5 5 C 2

RU 2 4 1 7 4 5 5 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
G09G 5/22 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2009116959/08, 04.05.2009**

(24) Effective date for property rights:
04.05.2009

Priority:

(22) Date of filing: **04.05.2009**

(43) Application published: **10.11.2010** Bull. 31

(45) Date of publication: **27.04.2011** Bull. 12

Mail address:

**196233, Sankt-Peterburg, ul. Ordzhonikidze, 55,
kv.280, A. V. Patral'**

(72) Inventor(s):

Patral' Al'bert Vladimirovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Patral' Al'bert Vladimirovich (RU)

(54) **NINE-POSITION INDICATOR**

(57) Abstract:

FIELD: information technology.

SUBSTANCE: invention discloses a value of the area of illuminating point elements of a sign and total area of non-illuminating point elements equal to the value of the area of spaces between them, where the value of the equivalent area for distinguishing the sign is maximum. For visual reading of digital information, a new decimal digital alphabet is used, the outline of the signs for which their resolution within the digital format assumes a maximum value.

EFFECT: reduced irregularity of power consumption from sign to sign.

20 dwg

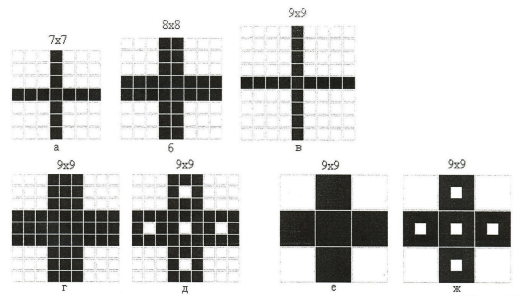
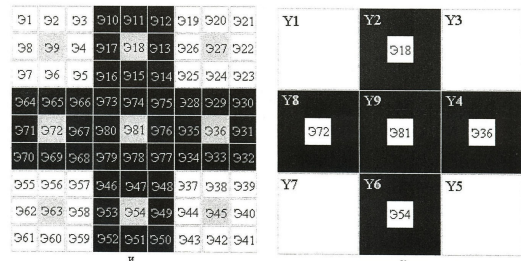


Таблица №9

Фиг.	S _д мм ²	S _{пр} мм ²	S _{ок} мм ²	S _{обн} =S _{разл} мм ²
а	(0.95x7+0.3x6) ² =71.40	0.95x0.95x13=11.73	71.40-11.73=59.67	(11.73x59.67):71.40=9.80
б	(0.95x8+0.3x7) ² =94.09	0.95x0.95x28=25.27	94.09-25.27=68.82	(25.27x68.82):94.09=18.48
в	(0.88x9+0.25x8) ² =98.40	0.88x0.88x17=13.16	98.40-13.16=85.24	(13.16x85.24):98.40=11.40
г	(0.88x9+0.25x8) ² =98.40	0.88x0.88x45=34.85	98.40-34.85=63.55	(34.85x63.55):98.40=22.51
д	(0.88x9+0.25x8) ² =98.40	0.88x0.88x40=30.98	98.41-30.98=67.43	(30.98x67.43):98.41=21.23
е	(1.05x9+0.07x8) ² =100.2	1.05x1.05x45=49.61	100.2-49.61=50.59	(49.61x50.59):100.2=25.05
ж	(1.05x9+0.07x8) ² =100.2	1.05x1.05x40=44.10	100.2-44.10=56.10	(44.10x56.10):100.2=24.69



Фиг.10

к

RU 2 417 455 C2

RU 2 417 455 C2

Предлагаемое изобретение относится к средствам отображения информации (СОИ), значительную область применения которых представляют матричные и сегментные знаковосинтезирующие индикаторы (ЗСИ).

5 Индикатор девятипозиционный может найти применение во всех средствах отображения информации, в которых требуется улучшение восприятия цифровых знаков.

Наибольший информационный объем в различных устройствах вычислительной и измерительной техники приходится на отображение семипозиционных цифровых
10 знаков.

К недостаткам начертания семипозиционных цифровых знаков следует отнести большое число позиционных элементов, входящих в цифровой формат, из которого формируются десятичные знаки, неравномерность распределения позиционных
15 элементов в знаках, невысокая разрешающая способность знаков по ширине и высоте их; неравномерность энергопотребления при формировании знаков. В итоге: невысокое восприятие знаков и невысокая скорость опознания их.

Стремление достигнуть улучшения восприятия десятичных знаков снижением числа элементов приводит к непривычности начертания знаков.

20 Непривычность начертания знаков при этом должна быть оправдана наилучшими эргономическими параметрами восприятия их - наибольшей разрешающей способностью, как по высоте, так и по ширине знака.

Целью предлагаемого изобретения является:

1. уменьшение среднего числа позиционных элементов на знак;
- 25 2. улучшение параметрических характеристик цифровых знаков: увеличение разрешающей способности по высоте и ширине их;
3. уменьшение неравномерности от знака к знаку по числу точечных элементов в них;
- 30 4. уменьшение неравномерности энергопотребления от знака к знаку.

Указанная цель достигается тем, что на информационном поле индикатора формируются цифровые знаки, начертание которых обеспечивает наибольшую разрешающую способность их восприятия, с минимально возможным числом позиционных элементов в знаке.

35 Важным требованием к индикатору является обеспечение возможности восприятия отображаемой цифровой информации с заданных расстояний наблюдения. Исходя из этих требований устанавливаются основные параметры ЗСИ: расстояние наблюдения, угловой размер знака, линейный размер знака по высоте [1 -
40 стр.98].

Для правильного выбора линейных размеров цифровых знаков (высоты, ширины, толщины контура знака) необходимо знать угловой размер знака, определяемый остротой зрения.

45 Угловой размер знака - это угол между двумя лучами, направленными от глаза к крайним точкам (линиям) знака по высоте:

$$\alpha = 2 \arctg(h/2L), \text{ или } h = 2L \operatorname{tg} \alpha / 2, L = h / 2 \operatorname{tg} \alpha / 2,$$

где h - линейный размер знака по высоте; L - расстояние от глаза до знака; α - угловой размер знака или угол зрения, под которым виден знак [2 - стр.115].

50 Исходя из расстояния наблюдения L, устанавливаемого опытным путем, и оптимального значения углового размера изображения находят высоту знака h. Зная высоту знака, можно вычислить его ширину, толщину контура, а также расстояние между знаками. Ширина знака должна составлять $(3/5)h$, толщина знака или ширина

контур знака - $(1/8)h$, а расстояние между знаками - $1/2$ ширины знака [2 - стр.116].

Однако для количественной оценки восприятия отображаемой цифровой информации недостаточно этих величин, найденных опытным путем. Так, например, восприятие различных знаков одного и того же семисегментного формата индикатора будет различно при одном и том же расстоянии наблюдения и при одном и том же угловом размере их. Цифры 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (фиг.1в) различаются числом и расположением сегментов, различной величиной площади, занимаемой позиционными элементами, и величиной площади («окна»), расположенной между этими позиционными элементами, различной разрешающей способностью. Разрешающая способность знака оценивается по возможности различения оператором двух воспроизводимых линий, находящихся на некотором расстоянии друг от друга [2 - стр.115].

Так, например, при рассмотрении начертания цифр семисегментного формата индикатора следует заметить, что при одной и той же высоте отображаемых знаков и их углового размера по высоте дальность наблюдения по формуле одна и та же ($L = h/2 \operatorname{tg} \alpha/2$). Но нельзя сказать, чтобы восприятие любого семисегментного знака с одного и того же расстояние было одним и тем же. Если сравнить начертания цифровых знаков 8 (фиг.1а) и 0 (фиг.1б), то окажется, что дальность расстояния при рассмотрении цифры 0 можно увеличить. Эффективный угловой размер по высоте цифры 0 в два раза больше [3], или иначе, больше у нее разрешающая способность по высоте, вследствие отсутствия среднего сегмента в начертании этой цифры. Цифра 7 имеет наибольшую разрешающую способность, вследствие того, что в ее начертании присутствуют всего лишь два сегмента (горизонтальный и вертикальный) и кроме этих сегментов нет других вертикальных или горизонтальных сегментов, находящихся на некотором расстоянии от них, ухудшающих различение оператором этого знака. Другие знаки семисегментного формата (кроме цифры 1 и 7) имеют в своем начертании или по два вертикальных, или по три горизонтальных сегмента, ухудшающих восприятие их.

Под восприятием понимают процесс целостного отражения предметов, возникающий при непосредственном воздействии физических раздражителей (стимулов) на рецепторные поверхности органов чувств. Этот многоуровневый процесс, заканчивающийся формированием чувственного образа, включает следующие стадии: обнаружение, различение, идентификация, опознание [4 - стр.46].

Обнаружение - стадия восприятия, на которой оператор выделяет объект из фона. При этом устанавливается лишь наличие сигнала в поле зрения без оценки его формы и признаков [4 - стр.46].

Для количественной оценки восприятия знаков на стадии обнаружения без оценки его формы и признаков воспользуемся габаритными размерами информационного поля матричного индикатора ($8 \times 8 = 64 \text{ мм}^2$) типа КИПГО2А-8х8Л [5 - стр.353] без учета расстояния между точечными элементами. Матричный метод отображения, для удобства вычислений, позволит наглядно, не проставляя размеров на фигурах, определить:

1. габаритные размеры знаков по ширине (L_{zn}) и высоте (h_{zn});
2. площадь, занимаемую знаком (S_{zn});
3. площадь, занимаемую позиционными элементами отображения знака ($S_{пэ}$);
4. площадь, расположенную между этими позиционными элементами отображения (площадь «окна» - $S_{ок}$);
5. ширину контура знака (s).

Габаритные размеры элемента излучения информационного поля матрицы на любой фигуре материалов заявки принимаем размером $1 \times 1 \text{ мм}^2$.

Придавая площади, занимаемой позиционными элементами отображения знака (Spэ), значения от 0 до 64 мм^2 (дискретно через 2 мм^2), можно проследить зависимость отношения площади позиционных элементов к площади «окна» (Spэ/Sок) от площади позиционных элементов (Spэ) и отношение площади «окна» к площади позиционных элементов (Sок/Spэ) от площади позиционных элементов (Spэ). При отображении знаков используется все информационное поле индикатора КИПГО2А-8×8Л. Площадь, занимаемую «окном» (Sок), вычисляем по формуле $S_{ок} = S_{зн} - S_{пэ}$, где $S_{зн}$ - площадь знака, равная 64 мм^2 ($S_{зн} = S_{пэ} + S_{ок}$), занимающая все информационное поле индикатора. На фиг.1г-фиг.1л отображено заполнение информационного поля произвольными фигурами с определенной площадью, кратной 2 мм^2 , позиционных элементов.

Для каждой пары величин Spэ и Sок, при постоянной площади знака ($S_{зн} = S_{пэ} + S_{ок}$), находим отношение Spэ/Sок (при условии $S_{пэ} < S_{ок}$) и все цифровые данные заносим в таблицу № 1 (фиг.2а).

По данным таблицы № 1 построен возрастающий участок ABCM (Spэ=0-32) кривой (от нуля до точки М) зависимости отношения Spэ/Sок (фиг.3а) от площади позиционных элементов отображения знака (Spэ). Точки А, В, С, М кривой соответствуют значениям величин площади позиционных элементов, отображенных на фиг.1г-фиг.1ж соответственно. В таблице № 1 эти точки отмечены «звездочками». Максимальное значение величины отношения Spэ/Sок равно 1 (точка М, фиг.1ж), достигаемое при равенстве площади позиционных элементов и площади «окна» ($S_{пэ} = S_{ок} = 32 \text{ мм}^2$). Величина отношения Spэ/Sок характеризует возможность обнаружения знака без оценки его формы. И чем больше эта величина (при $S_{пэ} < S_{ок}$), тем возможность обнаружения знака выше. На возрастающем участке кривой ABCMDEF (фиг.3а) возможность обнаружения знака увеличивается (фиг.1г-фиг.1ж), когда меньшая площадь позиционных элементов ($S_{пэ} = 0-32 \text{ мм}^2$) выделяется на фоне большей площади «окна» ($S_{ок} = 64 \text{ мм}^2 - 32 \text{ мм}^2$).

В точке М кривой величина отношения Spэ/Sок равна обратной величине этого отношения (фиг.1з) $S_{ок}/S_{пэ}$ (при $S_{пэ} > S_{ок}$), которая также характеризует возможность обнаружения знака. В этой точке возможность обнаружения знака максимальна ($S_{пэ} = S_{ок}$).

Для построения убывающего участка кривой (фиг.3а), для каждой пары величин Spэ и Sок ($S_{пэ} > S_{ок}$), находим обратную зависимость - отношение $S_{ок}/S_{пэ}$ (при $S_{ок} < S_{пэ}$) и все цифровые данные заносим в таблицу № 2 (фиг.2б). По данным таблицы № 2 построен убывающий участок MDEF кривой (от точки М вправо до 0) зависимости отношения $S_{ок}/S_{пэ}$ от площади позиционных элементов отображения знака (Spэ). Точки М, D, E, F кривой соответствуют значениям величин площади позиционных элементов, отображенных на фиг.1з-фиг.1л соответственно. В таблице № 2 эти точки отмечены двумя звездочками. На убывающем участке кривой ABCMDEF (от точки М вправо до 0) возможность обнаружения знака уменьшается (фиг.1з-фиг.1л) при уменьшении площади «окна» ($S_{ок} = 32 \text{ мм}^2 - 0$). Все более выявляется площадь «окна» на фоне большей площади позиционных элементов ($S_{пэ} = 32 \text{ мм}^2 - 64 \text{ мм}^2$).

Кривая ABCMDEF, состоящая из возрастающего и убывающего участков, характеризует возможность обнаружения знака в зависимости от соотношений:

1. площади позиционных элементов к площади «окна» ($S_{пэ}/S_{ок}$) на возрастающем участке кривой при $S_{пэ} < S_{ок}$ от 0 до 1 (увеличивается возможность обнаружения знака);

5 2. площади «окна» к площади позиционных элементов ($S_{ок}/S_{пэ}$) на убывающем участке кривой при $S_{ок} < S_{пэ}$ от 1 до 0 (уменьшается возможность обнаружения знака).

Симметричная форма двух участков общей кривой относительно прямой (OMN), проходящей через точку М перпендикулярно оси абсцисс, подтверждает
10 равнозначность величин $S_{пэ}/S_{ок}$ и $S_{ок}/S_{пэ}$ по возможности обнаружения знака, расположенных по разные стороны от оси симметрии.

Максимальной возможностью обнаружения знака (точка М на кривой) является условие, при котором площадь позиционных элементов равна площади «окна»
15 ($S_{пэ}=S_{ок}$). И, следовательно, отношение площади позиционных элементов ($S_{пэ}$) к площади «окна» ($S_{ок}$) равно 1 ($S_{пэ}/S_{ок}=1$) или, что тоже самое, равно 1 отношение площади «окна» к площади позиционных элементов ($S_{ок}/S_{пэ}=1$).

Только при достижении равенства значений величин площади «окна» и площади позиционных элементов ($S_{пэ}=S_{ок}$) возможность обнаружения знака максимальна
20 ($S_{пэ}/S_{ок}=1$).

Точка М (фиг.3а), в которой соблюдено условие равенства площади позиционных элементов и площади «окна» ($S_{пэ}=S_{ок}=32 \text{ мм}^2$), отображена результатами
25 вычислений ($S_{пэ}/S_{ок}$ и $S_{ок}/S_{пэ}$), относящихся к фиг.1ж и фиг.1з. В двух таблицах № 1 и № 2 (фиг.2а, фиг.2б) эти результаты отмечены одной и двумя «звездочками» соответственно.

Подобным же образом построена кривая GHIMJKL (фиг.3а). Для построения этой кривой выбран другой метод, который отличается тем, что функция, равная
30 произведению аргументов ($S_{пэ} \times S_{ок}$), деленному на сумму этих аргументов ($S_{пэ} + S_{ок}$), выражена величиной с размерностью площади (мм^2). Т.е. числовые значения функции показывают не просто возможность обнаружения знака в относительных величинах, а показывают величину эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}$) знака в каждой точке кривой. Кривая GHIMJKL, отображающая функцию $S_{обн} =$
35 $(S_{пэ} \times S_{ок}) : (S_{пэ} + S_{ок})$ в зависимости от величины $S_{пэ}$, соответствует в каждой точке конкретному габаритному размеру знака (формату матрицы 8x8), в пределах которого изменяется и площадь позиционных элементов, и площадь «окна» ($S_{зн} = S_{пэ} + S_{ок}$).

Максимум кривой GHIMJKL в точке М совпадает с максимумом кривой ABCMDEF
40 в той же точке М при выбранном масштабе по оси ординат. В этой точке при равенстве площади позиционных элементов отображения знака и площади «окна» ($S_{пэ}=S_{ок}=32 \text{ мм}^2$) достигается максимальная возможность обнаружения знака ($S_{пэ}/S_{ок}=S_{ок}/S_{пэ}=1$). Причем максимальная возможность обнаружения знака
45 подтверждается конкретной, имеющей размерность (мм^2), величиной - эквивалентной площадью обнаружения знака ($S_{обн}$).

Результаты вычислений для эквивалентной площади обнаружения знака
 $S_{обн} = (S_{пэ} \times S_{ок}) : (S_{пэ} + S_{ок})$,

по которым построена кривая GHIMJKL, записаны в таблицу №1 и таблицу №2
50 (фиг.2а, фиг.2б). На кривой увеличенными точками G, H, I и J, K, L показаны результаты вычислений, относящиеся к фиг.1г-фиг.1ж и фиг.1з-фиг.1л соответственно, а в таблице № 1 и таблице № 2 эти результаты вычислений выделены одной и двумя «звездочками».

В таблице № 1 результаты вычислений отображают величину эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}$) знака, занимаемую позиционными элементами отображения знака (фиг.1г-фиг.1ж) на фоне площади «окна» при $S_{пэ} < S_{ок}$.

5 В таблице № 2 результаты вычислений отображают величину эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}$) знака (фиг.1з-фиг.1л), занимаемую площадью «окна» на фоне позиционных элементов при $S_{ок} < S_{пэ}$.

Точка М, в которой соблюдено условие равенства величины площади позиционных элементов и величины площади «окна» ($S_{пэ} = S_{ок} = 32 \text{ мм}^2$), отображена 10 результатами вычислений эквивалентной площади обнаружения знака, относящихся к фиг.1ж и фиг.1з. В двух таблицах № 1 и № 2 (фиг.2а, фиг.2б) эти результаты отмечены одной и двумя «звездочками» соответственно.

Кривая GHIJKLM характеризует изменение величины эквивалентной площади обнаружения знака в зависимости от отношений:

- 15 1. площади позиционных элементов к площади «окна» ($S_{пэ} < S_{ок}$);
2. площади «окна» к площади позиционных элементов ($S_{ок} < S_{пэ}$).

В первом случае величина эквивалентной площади обнаружения знака увеличивается (фиг.1г-фиг.1ж) при увеличении площади позиционных элементов на 20 возрастающем участке GHIМ кривой ($S_{пэ} < S_{ок}$) от нуля до точки М (фактически обнаруживается в поле зрения величина эквивалентной площади позиционных элементов на фоне площади «окна»).

Во втором случае величина эквивалентной площади обнаружения знака 25 уменьшается (фиг.1з-фиг.1л) при увеличении площади позиционных элементов на убывающем участке кривой MJKL ($S_{ок} < S_{пэ}$), начиная с точки М (фактически обнаруживается в поле зрения величина эквивалентной площади «окна» на фоне большей площади позиционных элементов).

Максимальная величина эквивалентной площади обнаружения при постоянной 30 площади формата индикатора достигается при равенстве площади позиционных элементов и площади «окна» ($S_{пэ} = S_{ок} = 32 \text{ мм}^2$). При других соотношениях величин площади позиционных элементов и площади «окна» величина эквивалентной площади обнаружения знака будет меньше.

35 Если на фиг.1л, например, видно, что величина площади «окна» равна 4 мм^2 (4 точечных элемента матрицы), величина площади позиционных элементов равна 60 мм^2 , а величина эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}$) знака показывает 3.75 мм^2 .

40 При $S_{ок} < S_{пэ}$ фактически обнаруживается в поле зрения величина эквивалентной площади «окна» на фоне площади позиционных элементов. Несоответствие величины площади «окна», представленной на фиг.1л ($S_{ок} = 4 \text{ мм}^2$), с результатом вычислений по формуле ($S_{обн} = 3.75 \text{ мм}^2$) объясняется относительностью восприятия малой величины площади «окна» на ограниченной площади позиционных элементов 45 отображения знака.

Так, например, если сохранить величину площади «окна» $S_{ок}$ равной 4 мм^2 и 50 увеличить площадь позиционных элементов знака $S_{пэ}$, скажем, в 10 раз ($S_{пэ} = 600 \text{ мм}^2$), увеличив при этом габаритный размер знака, то результат вычисления эквивалентной площади обнаружения знака приблизится к указанной на фиг.1л величине площади «окна», равной 4 мм^2 :

$$S_{обн} = (S_{пэ} \times S_{ок}) / (S_{пэ} + S_{ок}) = (600 \times 4) : (600 + 4) = 3.97 \text{ мм}^2.$$

Точно так же, если на фиг.1г величина площади позиционных элементов знака

равна 4 мм^2 (4 точечных элемента матрицы), а величина площади «окна» равна $S_{ок} = 60 \text{ мм}^2$, величина эквивалентной площади обнаружения знака будет меньше ($S_{обн} = 3.75 \text{ мм}^2$) величины площади позиционных элементов ($S_{пэ} = 4 \text{ мм}^2$). При
 5 увеличении площади «окна», при постоянной площади позиционных элементов, например, до 600 мм^2 , увеличив при этом габаритный размер знака, величина эквивалентной площади обнаружения знака также увеличится, приближаясь к величине площади позиционных элементов, отображенной на фиг.1г:

$$S_{обн} = (S_{пэ} \times S_{ок}) / (S_{пэ} + S_{ок}) = (4 \times 600) : (4 + 600) = 3.97 \text{ мм}^2.$$

10 Проследить зависимость величины эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}$) от величины площади знака ($S_{зн} = S_{пэ} + S_{ок}$), при постоянной величине площади позиционных элементов с изменением величины площади «окна», можно с помощью графика (фиг.4).

15 Три кривые 1-1, 2-2, 3-3 построены по данным таблиц (фиг.5е, фиг.6е, фиг.7е соответственно). Величина площади «окна» ($S_{ок}$) и величина эквивалентной площади обнаружения знака $S_{обн} = (S_{пэ} \times S_{ок}) : (S_{пэ} + S_{ок})$ занесены во 2 и в 3 колонки этих таблиц, при постоянной площади позиционных элементов ($S_{пэ} = 8 \text{ мм}^2$, $S_{пэ} = 16$
 20 мм^2 , $S_{пэ} = 32 \text{ мм}^2$, соответственно для фиг.5е, фиг.6е, фиг.7е). В первой колонке этих таблиц указаны номера фигур (а, б, в, г, д - без «звездочек»), по которым производился расчет величины эквивалентной площади обнаружения знака ($S_{обн}$).

Величина эквивалентной площади обнаружения знака ($S_{обн}$), с увеличением
 25 площади «окна», стремится к величине площади позиционных элементов. При достаточно большой величине площади «окна» (фиг.5е - 4000 мм^2 , фиг.6е - 8000 мм^2 , фиг.7е - 8000 мм^2) величина эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн} = 7.99 \text{ мм}^2$, $S_{обн} = 15.96 \text{ мм}^2$ и $S_{обн} = 31.87 \text{ мм}^2$ соответственно) вплотную приближается к величине площади позиционных элементов ($S_{обн} = 8.00 \text{ мм}^2$, $S_{обн} = 16.00 \text{ мм}^2$ и
 30 $S_{обн} = 32.00 \text{ мм}^2$).

Точка пересечения (1-2) кривой 1-1 и кривой 2-2 (фиг.4) показывает, что величина эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн} = 5.33 \text{ мм}^2$) при одной и той же величине
 35 площади знака ($S_{зн} = 24 \text{ мм}^2$) одна и та же (фиг.5е и фиг.6е). Но величина площади позиционных элементов у знака на фиг.6б ($S_{пэ} = 16 \text{ мм}^2$, $S_{ок} = 8 \text{ мм}^2$) в два раза больше, чем у знака на фиг.5в ($S_{пэ} = 8 \text{ мм}^2$, $S_{ок} = 16 \text{ мм}^2$).

Увеличенная площадь позиционных элементов в сравнении с величиной площади
 40 «окна» (при $S_{пэ} > S_{ок}$) у знака на фиг.6а не дала преимущества в величине эквивалентной площади обнаружения перед знаком на фиг.5в, со значительно меньшей величиной площади позиционных элементов.

Точка (2-3) пересечения кривой 3-3 с кривой 2-2 показывает (фиг.4), что эквивалентная площадь обнаружения ($S_{обн} = 10.67 \text{ мм}^2$) при одной и той же площади
 45 знака ($S_{зн} = 48 \text{ мм}^2$) одна и та же (фиг.6е и фиг.7е). Но площадь позиционных элементов у знака на фиг.7в ($S_{пэ} = 32 \text{ мм}^2$, $S_{ок} = 16 \text{ мм}^2$) в два раза больше, чем у знака на фиг.6д ($S_{пэ} = 16 \text{ мм}^2$, $S_{ок} = 16 \text{ мм}^2$).

Увеличенная площадь позиционных элементов в сравнении с величиной площади
 50 «окна» (при $S_{пэ} > S_{ок}$) у знака на фиг.7в не дала преимущества в величине эквивалентной площади обнаружения со значительно меньшей величиной площади позиционных элементов у знака на фиг.6д.

Точка (1-3) пересечения кривой 3-3 с кривой 1-1 показывает (фиг.4), что

эквивалентная площадь обнаружения ($S_{обн}=6.40 \text{ мм}^2$) при одной и той же площади знака ($S_{зн}=40 \text{ мм}^2$) одна и та же (фиг.5е и фиг.7е), но площадь позиционных элементов у знака на фиг.7а ($S_{пэ}=32 \text{ мм}^2$, $S_{ок}=8 \text{ мм}^2$) в четыре раза больше, чем у знака на фиг.5д ($S_{пэ}=8 \text{ мм}^2$, $S_{ок}=16 \text{ мм}^2$).

Увеличенная площадь позиционных элементов в сравнении с площадью «окна» (при $S_{пэ}>S_{ок}$) у знака на фиг.7а не дала преимущества в величине эквивалентной площади обнаружения перед знаком на фиг.5д, со значительно меньшей площадью позиционных элементов.

Зависимость величины эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}$) от величины площади знака ($S_{зн}$) знака (фиг.4), величина площади позиционных элементов соответствующего знака в которых равна площади «окна» ($S_{пэ}=S_{ок}$), показывает прямая 4-4, касательная к каждой из кривых (1-1, 2-2, 3-3) в точках (4-1, 4-2, 4-3 соответственно). Этим точкам соответствуют знаки (фиг.5б - $S_{пэ}=8 \text{ мм}^2$, $S_{ок}=8 \text{ мм}^2$, $S_{обн}=4 \text{ мм}^2$; фиг.6б - $S_{пэ}=16 \text{ мм}^2$, $S_{ок}=16 \text{ мм}^2$, $S_{обн}=8 \text{ мм}^2$; и фиг.7г - $S_{пэ}=32 \text{ мм}^2$, $S_{ок}=32 \text{ мм}^2$, $S_{обн}=16 \text{ мм}^2$), величина площади позиционных элементов которых равна величине площади «окна».

График зависимости величины эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}$) от величины площади знака ($S_{зн}$), построенный по результатам таблиц (фиг.5е фиг.6е, фиг.7е), показан на фиг.4 (кривая 1-1, кривая 2-2 и кривая 3-3 соответственно). Из графика видно, что при увеличении площади «окна» и постоянной площади позиционных элементов ($S_{пэ}=8 \text{ мм}^2$ - кривая 1-1, $S_{пэ}=16 \text{ мм}^2$ - кривая 2-2, $S_{пэ}=32 \text{ мм}^2$ - кривая 3-3) величина эквивалентной площади обнаружения знака ($S_{обн}$) приближается к величине площади позиционных элементов ($S_{пэ}$).

Использовать практически увеличение площади знака до такой величины, чтобы величина эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}$) знака достигла величины площади позиционных элементов ($S_{пэ}$), не имеет смысла из-за значительного увеличения габаритного размера знака индикатора.

Оптимальной характеристикой, при выборе величины площади позиционных элементов ($S_{пэ}$) отображения и равной ей величине площади «окна» ($S_{ок}$) при заданном габаритном размере знака ($S_{зн}$), является прямая, касательная одновременно к кривой 1-1, кривой 2-2 и кривой 3-3. Эта прямая касается каждой кривой в тех точках ее, в которых соблюдается равенство $S_{пэ}=S_{ок}=S_{зн}/2$ для данного габаритного размера знака ($S_{зн}=S_{пэ}+S_{ок}$). Так, например, по точкам прямой 5, 6 и 7, площадь знака в которых равна соответственно 24 мм^2 , 40 мм^2 и 48 мм^2 , оптимальной величиной площади позиционных элементов будут 12 мм^2 , 20 мм^2 и 24 мм^2 соответственно. Величина эквивалентной площади обнаружения каждого знака будет при этом равна 6 мм^2 , 10 мм^2 и 12 мм^2 (фиг.4).

Величина эквивалентной площади обнаружения знака в этих точках максимальна и равна: $S_{обн}=(S_{пэ} \times S_{ок}):(S_{пэ}+S_{ок})=S_{зн}/4$.

И увеличение площади позиционных элементов по отношению к величине площади «окна», т.е. при $S_{пэ}>S_{ок}$, при рассматриваемом габаритном размере знака, не приведет к увеличению величины эквивалентной площади обнаружения, т.е. не приводит к улучшению возможности его обнаружения. Только при равенстве величины площади позиционных элементов и величины площади «окна» достигается максимальная величина эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}$) знака и максимальная возможность его ($S_{пэ}/S_{ок}=S_{ок}/S_{пэ}=1$) обнаружения (точка М на

кривой АВМСD и на кривой ЕFМGH - фиг.3а).

Различение - стадия восприятия, на которой оператор способен выделить детали, позиционные элементы отображения знака [4 - стр.46]. Способность средств отображения информации воспроизводить мелкие детали характеризуется их разрешающей способностью. Разрешающая способность - это одна из параметрических характеристик индикатора, определяемая особенностью восприятия зрительной информации человеком-оператором. Разрешающая способность определяется как максимальное число отдельных участков на единицу длины или поверхности индикатора, имеющих достаточный для их восприятия контраст. Количественно она оценивается числом пар оптических линий («линия-промежуток»), приходящихся на 1 мм или 1 см, или минимально возможной шириной линий на экране [4 - стр.21].

Разрешающую способность индикаторов можно оценивать по возможности различения оператором двух воспроизводимых световых точек или линий, находящихся на некотором расстоянии друг от друга. При низкой разрешающей способности оператор принимает две точки (линии) за одну, а при высокой разрешающей способности две очень близкие точки (линии) воспринимаются как отдельные. Повышать разрешающую способность можно до определенного предела, свыше которого изображение не будет восприниматься глазом [2 - стр.115].

Чем меньше расстояние между параллельно расположенными позиционными элементами отображения в знаке, тем меньше разрешающая способность знака, тем хуже возможность различения его.

Разрешающая способность по ширине знака (n) на фиг.5а-фиг.5д, определяемая числом пар «линия-промежуток» (ширину «промежутка» выбираем равной ширине линии или равной толщине контура знака), возрастает от 1.5 до 5. Увеличивается возможность различения знака с возрастанием разрешающей способности. Увеличивается эквивалентная площадь различения знака. Но количественно оценить влияние увеличения разрешающей способности на увеличение эквивалентной площади различения знака по величине числа «пар-промежуток» на этих фигурах нельзя. Можно сказать только, что разрешающая способность знака по ширине у фиг.5д больше разрешающей способности знака по ширине у фиг.5а.

Чтобы количественно оценить влияние разрешающей способности знака на величину эквивалентной площади при различении его, необходимо связать величины, отображающие разрешающую способность знака по ширине с эквивалентной площадью обнаружения его.

Для этого необходимо ввести коэффициент разрешающей способности по ширине (Кр.с.ш) знака. И с помощью этого коэффициента вычислить эквивалентную площадь различения знака (S_{рзл}) по формуле:

$$S_{рзл} = S_{обн} : Кр.с.ш.$$

Величина коэффициента разрешающей способности уменьшает возможность восприятия знака и скорость его опознания.

Для определения коэффициента разрешающей способности знака (фиг.3б) по ширине (Кр.с.ш) удобнее разрешающую способность его выразить не числом пар «линия-промежуток», а толщиной вертикального позиционного элемента отображения знака (s).

С помощью толщины контура знака измеряем промежуток (а) между одной вертикальной линией знака до границы ширины знака (фиг.3в) и промежуток (b) между противоположными вертикальными линиями знака (фиг.3г). Т.е. измеряется

толщиной контура знака (фиг.3б) расстояние от одного вертикального позиционного элемента отображения до границы (фиг.3в) ширины знака (а) и измеряется расстояние промежутка (b) между двумя вертикальными позиционными элементами (ширина «окна») знака (фиг.3г).

5 Рассматривается возможность различения одного (фиг.3в) вертикального позиционного элемента в одном случае и возможность различения каждого позиционного элемента отображения (фиг.3г) во втором случае, при одной и той же ширине знака. Частное от деления a/b (безразмерное число) можно характеризовать
10 как относительную величину разрешающей способности знака или величину коэффициента разрешающей способности знака по ширине ($Kp.c.ш=a/b$). Чем больше эта величина ($Kp.c.ш=a/b$), тем ниже разрешающая способность по ширине знака.

15 Т.е. величина этого отношения ($a/b > 1$) уменьшает возможность различения каждого из двух позиционных элементов отображения (фиг.3г) по отношению к возможности различения лишь одного позиционного элемента отображения при отсутствии второго позиционного элемента отображения (фиг.3в), при одной и той же ширине знака.

20 Определим величины коэффициентов разрешающей способности ($Kp.c.ш=a/b$) по ширине знака, состоящего из двух вертикальных позиционных элементов, расположенных на одном расстоянии друг от друга (фиг.6а), и двух вертикальных позиционных элементов, расположенных на другом расстоянии друг от друга
25 (фиг.6д). Величины а и b (фиг.6а и фиг.6д), измеренные числом толщины позиционного элемента, определяют значения коэффициентов разрешающей способности по ширине. Отношения a/b ($Kp.c.ш=a/b$) будут соответственно равны $Kp.c.ш=2/1=2$ (фиг.6е, 1 строка) и $Kp.c.ш=9/8=1.125$ (фиг.6е, 8 строка).

30 Для подтверждения правильности расчета коэффициента ($Kp.c.ш$) разрешающей способности того и другого знака (фиг.6а, фиг.6д) проверяем его другой формулой, используемой для определения величины эквивалентной площади обнаружения знака:

$$S_{обн} = (S_{пэ} \times S_{ок}) : (S_{пэ} + S_{ок}).$$

35 Определяется величина эквивалентной площади обнаружения одного вертикального позиционного элемента при двух ($S_{обн-2}$) вертикальных (фиг.6а, фиг.6д), расположенных параллельно на некотором расстоянии друг от друга позиционных элементах отображения, на занимаемой ими площади ($S_{пэ} + S_{ок}$), по формуле:

40 $S_{обн-2} = (S_{пэ} \times S_{ок}) : (S_{пэ} + S_{ок}) : 2$ или $S_{обн-2} = S_{обн} / 2$ (фиг.6е - колонки 2, 3 и 9 таблицы).

45 Определяется величина эквивалентной площади обнаружения одного вертикального позиционного элемента при одном ($S_{обн-1}$) вертикальном (фиг.6а*, фиг.6д*) позиционном элементе отображения, расположенном (фиг.6е - колонки 7 и 8 таблицы) на той же площади ($S_{зн}^* = S_{зн}$), по формуле:

$$S_{обн-1} = (S_{пэ}^* \times S_{ок}^*) : (S_{пэ}^* + S_{ок}^*).$$

50 Величина эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн-1}$) одного позиционного элемента, расположенного на ограниченном ($S_{зн}$) пространстве (фиг.6а*, фиг.6д*), больше величины эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн-2}$) этого же позиционного элемента на том же ограниченном пространстве ($S_{зн}$) при расположении второго позиционного элемента на некотором расстоянии от него (фиг.6а, фиг.6д).

Величина отношения Собн-1/Собн-2 определяет коэффициент разрешающей способности (фиг.6е - 10 колонка таблицы), при вертикально расположенных позиционных элементах, по ширине знака ($Кр.с.ш=Собн-1/Собн-2$). Для фиг.6а и фиг.6д коэффициенты разрешающей способности, определяемые по различным

5

методам расчета ($Кр.с.ш=a/b$ или $Кр.с.ш=Собн-1/Собн-2$), в точности совпадают (коэффициент $Кр.с.ш$ для фиг.6а равен $Кр.с.ш=a/b=2:1=2$ или $Кр.с.ш=Собн-1/Собн-2=5.33 \text{ мм}^2:2.67 \text{ мм}^2=2$, строка 1 таблицы, а для фиг.6д коэффициент $Кр.с.ш=a/b=9:8=1.125$ или $Кр.с.ш=Собн-1/Собн-2=7.20 \text{ мм}^2:6.40 \text{ мм}^2=1.125$, строка 8 таблицы - фиг.6е).

10

15

Коэффициент разрешающей способности $Кр.с.ш=(Собн-1)/(Собн-2)$ показывает уменьшение эквивалентной площади обнаружения одного из двух (Собн-2) позиционных элементов отображения (фиг.6а) по отношению к эквивалентной площади обнаружения одного (Собн-1) при одном отображенном позиционном элементе (фиг.6а*), расположенном на той же площади. Чем больше величина этого отношения, тем меньше эквивалентная площадь различения ($Spзл$) знака ($Spзл=Собн/Кр.с.ш$). Для фиг.6а эквивалентная площадь обнаружения знака ($Собн=5.33 \text{ мм}^2$) в два раза больше эквивалентной площади различения знака ($Spзл=Собн/Кр.с.ш=5.33 \text{ мм}^2:2=2.67 \text{ мм}^2$).

20

25

30

35

Возможность различения знака, выраженная эквивалентной площадью различения ($Spзл$) с учетом коэффициента разрешающей способности по ширине ($Spзл=Собн/Кр.с.ш$) при сравнении фигур (фиг.6а и фиг.6д), показана в таблице (фиг.6е - строки 1 и 8). На фиг.5, фиг.6, фиг.7 представлены примеры фигур с

различной разрешающей способностью по ширине знака и результаты величин коэффициентов разрешающей способности, занесенных в таблицы. Из этих таблиц видно, что чем больше разрешающая способность знака, чем дальше отстоят друг от друга позиционные элементы отображения, тем меньше коэффициент разрешающей способности. Величина эквивалентной площади различения ($Spзл$) каждого знака меньше эквивалентной площади обнаружения этого же знака на коэффициент разрешающей способности знака ($Spзл=Собн/Кр.с.ш$). Коэффициент разрешающей способности стремится к 1 при достаточно большом расстоянии между позиционными элементами знака (фиг.5е, фиг.6е, фиг.7е - нижние строки таблиц).

В этом случае величина эквивалентной площади различения знака стремится к величине эквивалентной площади обнаружения знака (позиционные элементы знака не оказывают никакого влияния друг на друга).

Точно также определяется коэффициент разрешающей способности ($Кр.с.в=c/d$) по высоте знака (фиг.3д, фиг.3е).

При определении величины коэффициента разрешающей способности по высоте знака, имеющего один горизонтальный позиционный элемент (фиг.3д), измеряется расстояние толщиной этого позиционного элемента до границы высоты знака (с) и измеряется расстояние (d) промежутка (фиг.3е) между двумя горизонтальными позиционными элементами, расположенными по границе высоты знака.

45

Частное от деления c/d (безразмерное число) можно характеризовать как относительную величину разрешающей способности знака или величину коэффициента разрешающей способности знака по высоте ($Кр.с.в=c/d$). Чем больше эта величина ($Кр.с.в=c/d$), тем ниже разрешающая способность по высоте знака.

50

В качестве прототипа выбираем матричный индикатор КИПГО2А-8×8Л (корпус типа КИ13-1) с видом матрицы 8×8 [3 - стр.353]. При формировании 7-позиционных цифр на лицевой стороне матричного индикатора воспользуемся наименьшим

цифровым семипозиционным форматом с числом точечных элементов его, равным 3×5 (фиг.8а). Начертания семипозиционных знаков (фиг.8б) соответствуют рис.8.1 [1 - стр.91, 5 строка сверху] или рис.8.2 [1 - стр.98, 3 строка сверху]. Такие цифры на матричном поле индикатора при их отображении не имеют отклонения от вертикали.

Для каждого отображаемого знака цифрового формата 3×5 определяем и заносим в таблицу № 6 (фиг.8в) при величине промежутка (t) между точечными элементами, равной 0.3 мм:

1. n - число высветившихся точечных элементов в знаке;

2. площадь позиционных элементов знака ($S_{пэ}$), равную площади (s^2) точечного элемента (фиг.8м), умноженной на количество точечных элементов (n) в данном знаке ($S_{п.э.}=s^2 \times n$). Площадь точечного элемента ($s=0.95$ мм) данного индикатора равна

$$s^2=0.95 \times 0.95=0.90 \text{ мм}^2 \text{ [3 - стр.355];}$$

3. площадь формата знака на 3×5 точечных элементов, с учетом промежутка между ними, равна $S_{ф}=(3s+2t) \times (5s+4t)=(0.95 \times 3+0.3 \times 2) \times (0.95 \times 5+0.3 \times 4)=20.53 \text{ мм}^2$;

4. площадь «окна» ($S_{ок}$), равную площади формата знака ($S_{ф}$) за вычетом площади ($S_{п.э.}$) позиционных элементов знака ($S_{ок}=S_{ф}-S_{п.э.}$);

5. величину эквивалентной площади обнаружения по формуле:

$$S_{обн}=(S_{пэ} \times S_{ок}):(S_{пэ}+S_{ок});$$

6. величины коэффициентов разрешающей способности по ширине для знаков 0 и 8 (линейный размер точечного элемента $s=0.95$ мм, расстояние между точечными элементами $t=0.3$ мм) равны:

$$K_{р.с.ш}=a/b, \text{ где } a=2s+2t \text{ и } b=s+2t \text{ (фиг.8г);}$$

$K_{р.с.ш.}=a/b=(2s+2t):(s+2t)=(2 \times 0.95+2 \times 0.3):(0.95+2 \times 0.3)=2.50:1.55=1.61$ (фиг.8в - 10 и 2 строки снизу, колонка б);

7. величины коэффициентов разрешающей способности по ширине знака для цифр 1, 2, 3, 5 и 7 (фиг.8б и фиг.8в), у которых второй вертикальный позиционный элемент отсутствует, относительно которого измеряется расстояние b , и формула будет выглядеть так: $K_{р.с.ш}=a/b=a/a=1$, при $b=a$.

В этом случае измеряется расстояние (a) от одного позиционного элемента до границы знака (фиг.8г) и измеряется то же расстояние от одного позиционного элемента также до границы знака ($b=a$), при отсутствии второго позиционного элемента.

Отсутствие второго позиционного элемента знака эквивалентно расположению второго позиционного элемента на достаточно большом расстоянии, не оказывающем влияние на различение первого позиционного элемента. И коэффициент разрешающей способности в этом случае будет равен $K_{р.с.ш}=1$;

8. величины коэффициентов разрешающей способности по ширине знака для цифр 4, 9 и 6, у которых отсутствует точечный элемент слева в нижней половине (цифры 4 и 9) знака и справа в верхней половине (цифра 6) знака (фиг.8г - слабо затемненные точечные элементы);

для цифр 4 и 9:

а. измеряется суммарное расстояние ($a+a$) от левого нижнего (второй снизу) точечного элемента и от правого верхнего (второй сверху) точечного элемента до границ знака в нижней и верхней половинах его;

б. измеряется суммарное расстояние ($a+b$) от левого нижнего (второй снизу) точечного элемента до границы знака (a), при отсутствии точечного элемента слева в нижней половине (второго снизу) знака, и от правого верхнего точечного элемента

до верхнего (второго сверху) точечного элемента (b) слева в верхней половине знака, при его наличии.

Коэффициент разрешающей способности по ширине знака вычисляется (фиг.8г) по формуле: $Kp.c.ш=(a+a):(b+a)$, где $a=2s+2t$ и $b=s+2t$;

5 $Kp.c.ш=2(2s+2t):(s+2t+2s+2t)=2(2 \times 0.95+2 \times 0.3):(0.95+2 \times 0.3+2 \times 0.95+2 \times 0.3)=5.00:4.05=1.23$ (фиг.8в - 6 и 1 строки снизу соответственно, колонка 6).

Такая же величина коэффициента разрешающей способности по ширине знака ($Kp.c.ш=1.23$) будет равна и для цифры 6 (фиг.8в - 4 строка снизу, колонка 6);

10 9. величины коэффициентов разрешающей способности по высоте для знаков 2, 3, 5, 6, 8 и 9 (фиг.8г): $Kp.c.в=c/d$, где $c=2s+2t$ и $d=s+2t$;

$Kp.c.в=(2s+2t):(s+2t)=(2 \times 0.95+2 \times 0.3):(0.95+2 \times 0.3)=2.50:1.55=1.61$

(фиг.8в - 8, 7, 5, 4, 2, 1 строки снизу соответственно, колонка 7);

10. величину коэффициента разрешающей способности по высоте для знака 0:

15 $Kp.c.в=c^*/d^*$, где $c^*=4s+4t$ и $d^*=3s+4t$ (фиг.8г);

$Kp.c.в=(4s+4t):(3s+4t)=(4 \times 0.95+4 \times 0.3):(3 \times 0.95+4 \times 0.3)=5.00:4.05=1.23$

(фиг.8в - 10 строка снизу, колонка 7);

20 11. величины коэффициентов разрешающей способности по высоте для знаков 4 и 7:

$Kp.c.в.=c/d=1$ (при $d=c$);

12. величину коэффициентов разрешающей способности по высоте для знака 1:

$Kp.c.в=1$ (у этого знака нет горизонтального позиционного элемента);

25 13. величины коэффициентов разрешающей способности каждого знака (фиг.8в, колонка 8).

Величина коэффициента разрешающей способности знака равна произведению величины коэффициента разрешающей способности по ширине знака на величину коэффициента разрешающей способности по высоте знака:

30 $Kp.c.зн=Kp.c.ш \times Kp.c.в$;

14. величину эквивалентной площади ($S_{рзл}=S_{обн}/Kp.c.зн$) различения знака (фиг.8в, колонка 12). Величина эквивалентной площади различения знака ($S_{рзл}$) меньше величины эквивалентной площади обнаружения знака ($S_{обн}$) на величину коэффициента разрешающей способности знака ($Kp.c.зн$).

35 Чем больше величина коэффициента разрешающей способности знака, тем значительно уменьшается величина эквивалентной площади различения знака по сравнению с величиной эквивалентной площади обнаружения его. При величине эквивалентной площади обнаружения знака (цифра 8), равной 5.03 мм^2 , величина эквивалентной площади различения уменьшилась до 1.94 мм^2 при величине

40 коэффициента разрешающей способности знака, равной 2.59.

При меньшей величине эквивалентной площади обнаружения знака (например, цифра 4), равной 4.91 мм^2 , величина эквивалентной площади различения

45 уменьшилась незначительно (до 3.99 мм^2) при меньшей величине коэффициента разрешающей способности знака, равной 1.23.

Из таблицы № 6 (фиг.8в) видно, что величина эквивалентной площади различения ($S_{рзл}$) у большинства семипозиционных знаков меньше, чем величина эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}$), на величину коэффициента

50 разрешающей способности знака. И только у цифр 1 и 7, у которых коэффициент разрешающей способности знака равен 1, величина эквивалентной площади различения равна величине эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}=S_{рзл}$).

Невозможно при начертании 7-позиционных знаков устранить влияние

коэффициента разрешающей способности знака на величину эквивалентной площади различения. При уменьшении величины коэффициента разрешающей способности величина эквивалентной площади обнаружения знака стремится к величине эквивалентной площади различения его. Но для уменьшения величины коэффициента разрешающей способности при формировании таких знаков необходимо увеличивать площадь «окна» между позиционными элементами. Увеличение площади «окна» приводит к увеличению формата знака.

Чтобы у каждого десятичного знака величина эквивалентной площади обнаружения ($S_{обн}$) была бы равна величине эквивалентной площади различения ($S_{рзл}$) без увеличения площади «окна», необходимо изменить начертание знаков.

Начертание контура любого десятичного знака, состоящего из точечных элементов, должно быть представлено не более чем из одной горизонтальной и одной вертикальной линии. Сокращение отображаемых линий в знаках до минимально возможного числа (подобно цифрам 1 и 7 при семипозиционном начертании - фиг.8б) приведет к улучшению их различения. Величина эквивалентной площади различения таких цифр будет равна величине эквивалентной площади обнаружения их (фиг.8в, 10 и 3 строки, колонки 5 и 9 соответственно). Скорость опознавания знака должна увеличиться.

Величина площади «окна» (незачерненные точечные элементы) семипозиционного (фиг.8а) цифрового формата 3×5 является одной из составляющих частей общей площади «окна» ($S_{ок}$) любого десятичного знака (обозначим ее $S_{ок-ф}$). Незачерненные точечные элементы цифрового формата осуществляют основную функцию площади «окна»: возможность различения позиционных элементов знака, как по высоте, так и по ширине знака. Площадь «окна» цифрового формата ($S_{ок-ф}$) разграничивает точечные элементы семипозиционного знака, расположенные по разные стороны ее. Без нее отображение семипозиционных знаков невозможно (фиг.8а). Но именно эта часть общей площади «окна» ($S_{ок-ф}$), расположенная внутри знаков, ухудшает различение их, при уменьшении габаритных размеров точечных элементов и цифрового формата в целом. И чем меньше величина этой площади, тем меньше цифровой формат знаков, тем больше величина коэффициента разрешающей способности знака ($K_{р.с.зн}$). Но исключить эту часть общей площади «окна» ($S_{ок-ф}$) из семипозиционного формата нельзя. Величина этой части общей площади «окна» цифрового формата ($S_{ок-ф}$) из невысветившихся точечных элементов, как величина неуправляемая (пассивная) при формировании знаков, остается постоянной во всех отображаемых знаках. На эти незачерненные точечные элементы цифрового формата при формировании десятичных знаков смена сигнала управления с гашения на высвечивание и с высвечивания на гашение не поступает. При уменьшении величины этой площади с уменьшением габаритных размеров формата, противоположно расположенные позиционные элементы знака сближаются. Увеличивается коэффициент разрешающей способности, уменьшается величина эквивалентной площади различения, восприятие знака ухудшается.

Вторая составляющая часть общей площади «окна» ($S_{ок}$) образуется при формировании знака из невысветившихся точечных элементов ($S_{н.т.э.}$) контура семипозиционного формата. Это активная управляемая часть ($S_{н.т.э.}$) общей площади «окна» ($S_{ок}$), каждый точечный элемент которой может быть высвечен или погашен при формировании знака из контура семипозиционного формата, в зависимости от начертания знака. При поступлении сигнала управления на высвечивание некоторой части точечных элементов семипозиционного формата

формируется площадь контура знака из высветившихся точечных элементов (Св.т.э.). Одновременно из другой, оставшейся, части точечных элементов цифрового формата при поступлении сигнала управления на гашение формируется площадь «окна» из невысветившихся точечных элементов (Сн.т.э.). Эта составляющая часть

5

(Сн.т.э.) общей площади «окна» (Sок) изменяет свою величину с переходом от формирования одного знака к другому в зависимости от начертания знака. Третьей составляющей частью общей площади «окна» (Sок) является сумма площадей промежутков между точечными элементами (Spr.). Она остается

10

постоянной и неуправляемой величиной общей площади «окна». Таким образом, величина общей площади «окна» при формировании знака будет равна:

$$S_{ок} = S_{ок-ф.} + S_{н.т.э.} + S_{пр.}$$

15

Для построения нового цифрового алфавита, у всех знаков которого величина эквивалентной площади обнаружения была бы равна величине эквивалентной площади различения, необходимо, прежде всего, избавиться от пассивной площади «окна» (Sок-ф) наименьшего цифрового семипозиционного формата 3×5 (незачерненные точечные элементы - фиг.8а), расположенного внутри семипозиционного формата. Для этого на эти пассивные точечные элементы будем

20

подавать сигналы управления на высвечивание или на гашение в зависимости от начертания того или иного знака. При смене сигнала управления (с гашения на высвечивание или с высвечивания на гашение) при формировании знаков каждый из этих точечных элементов (теперь активно управляемых) будет входить либо в

25

площадь контура знака из высветившихся точечных элементов (Св.т.э.), либо в площадь «окна» из невысветившихся точечных элементов (Сн.т.э.). В этом случае величина общей площади «окна» будет состоять из величины невысветившихся точечных элементов (Сн.т.э.) и из величины площади промежутков

30

между точечными элементами (Spr.). Величина пассивной площади «окна» семипозиционного цифрового формата (Sок-ф) при формировании новых знаков заменена на эквивалентную ей активную (управляемую) величину площади «окна» из невысветившихся точечных элементов (Сн.т.э.). При этом цифровой формат 3×5 (фиг.8а) принимает вид матрицы 3×5 (фиг.9а). В новом цифровом формате увеличено

35

число активно управляемых точечных элементов с 13 до 15. Увеличение числа активных точечных элементов в цифровом формате 3×5 до формата матрицы вида 3×5 увеличило число возможных цифровых знаков, позволило создать новый цифровой алфавит десятичных чисел. В соответствии с начертанием десятичных знаков (фиг.9б), цифровым форматом

40

которых является матрица вида 3×5, в которой все точечные элементы активны, в процессе формирования от одного знака к другому знаку на каждый точечный элемент матрицы вида 3×5 поступают сигналы управления на высвечивание и на гашение. Любой контур десятичного знака состоит не более чем из одной

45

вертикальной и одной горизонтальной линии из высветившихся точечных элементов. Коэффициент разрешающей способности знака у всех десятичных цифр при их начертании наименьший. У всех цифровых знаков одна и та же величина площади контура знака из высветившихся точечных элементов (Св.т.э.-Sp.э.) с одним и тем же

50

их числом, равным 7 (фиг.9б, фиг.9д, 7 строка снизу, колонка 7). Величина площади «окна» (Sок=Spr.+Сн.т.э.), равная сумме величин площадей промежутков между точечными элементами (Spr.) и величины площади «окна» из одного и того же числа невысветившихся точечных элементов (Сн.т.э.), у всех знаков

одна и та же. Или площадь «окна» равна разности между величиной площади цифрового формата (S_f) и величиной площади контура знака ($S_{в.т.э.}-S_{п.э.}$) из высветившихся точечных элементов знака ($S_{ок}=S_f-S_{п.э.}$).

5 Величина эквивалентной площади различения любого десятичного знака равна величине эквивалентной площади обнаружения (фиг.9д, 7 строка снизу, колонка 10).

$$S_{рзл}=S_{обн}=4.37 \text{ мм}^2.$$

10 Перейти от матрицы вида 3×5 (фиг.9а) к наименьшей по числу точечных элементов матрице вида 3×3 (фиг.9в) при отображении новых цифровых знаков (фиг.9г) не вызывает никаких осложнений. Все точечные элементы матрицы вида 3×3 активно участвуют в формировании контура знака из высветившихся точечных элементов ($S_{в.т.э.}$) и площади «окна» ($S_{ок}$) из невысветившихся точечных элементов ($S_{п.т.э.}$). Сигналы управления на высвечивание и на гашение в процессе формирования десятичных знаков поступают на все точечные элементы матрицы

15 вида 3×3 (цифрового формата 3×3) в зависимости от их начертания. Формат матрицы вида 3×5 уменьшен до формата 3×3 , т.е. уменьшен по высоте в 1.7 раза. Если средняя величина эквивалентной площади различения на цифру ($S_{рзл}$ ср.) при

20 семипозиционном отображении и цифровом формате 3×5 равна 3.11 мм^2 (фиг.8в), то средняя величина эквивалентной площади различения на цифру у нового цифрового алфавита при цифровом формате 3×3 равна 2.80 мм^2 (фиг.9д, 3 строка снизу, колонка 10, таблица № 7). Причем эта величина постоянна для каждой цифры, тогда как у семипозиционного отображения цифр эта величина находится в границах 1.94

25 мм^2 - 4.37 мм^2 . Одни знаки различимы хорошо (цифра 1 и 7), а другие совсем плохо (цифра 8, 9, 6 и 0). Величина эквивалентной площади различения у них колеблется от 1.94 до 2.58. Опознать такие цифры уже затруднительно.

30 Таким образом, при изменении привычного семипозиционного начертания десятичных знаков (фиг.8б), при котором площадь «окна» знака ($S_{ок-ф}+S_{п.т.э.}$) ограничена позиционными элементами (особенно явно это видно у цифры 8) и расположена внутри знака, при начертании новых знаков площадь «окна» ($S_{п.т.э.}$) из невысветившихся точечных элементов расположена (особенно явно это видно у

35 новой цифры 0) по отношению к вертикальной и горизонтальной линиям контура знака (фиг.9б, фиг.9г) снаружи знака. При формировании любого другого десятичного знака нового алфавита площадь «окна» из невысветившихся точечных элементов ($S_{п.т.э.}$) не ограничена с двух сторон вертикальными или

40 горизонтальными линиями контура знака, т.е. не расположена между ними. Она расположена снаружи контура знака, а контур знака расположен внутри площади «окна» из невысветившихся точечных элементов ($S_{п.т.э.}$). Это хорошо видно, если сформировать знаки на информационном поле большего формата, чем их цифровой формат (фиг.9е). В этом случае площадь «окна» не влияет на величину коэффициента разрешающей способности знака.

45 Увеличить эквивалентную площадь различения новых знаков без изменения габаритного размера формата матрицы вида 3×3 можно при уменьшении величины промежутка между точечными элементами, увеличении габаритных размеров точечного элемента, увеличении площади позиционных элементов знака ($S_{п.э.}$).

50 Так, например, при уменьшении промежутка между точечными элементами индикатора с 0.3 мм до 0.09 мм, при сохранении габаритного размера цифрового формата, возрастает величина площади точечного элемента с 0.90 мм^2 до 1.19 мм^2 .

Величина эквивалентной площади различения знака возрастает (фиг.9д, 4 строка снизу, таблица №7) до максимального значения при $S_{п.э.}=S_{ок}$ для данного

мм×0.88 мм, а промежуток между точечными элементами (t) сократим до 0.25 мм.

Площадь формата знака на 9×9 точечных элементов, с учетом промежутка между ними, равна $S_f=(9s+8t) \times (9s+8t)=(0.88 \times 9+0.25 \times 8) \times (0.88 \times 9+0.25 \times 8)=98.40 \text{ мм}^2$, а величина эквивалентной площади различения знака увеличилась пропорционально увеличению цифрового формата (фиг.10а, фиг.10в-фиг.10з, таблица № 9, 7 и 5 строки снизу соответственно).

Увеличение толщины контура знака (фиг.10г) при нечетном числе точечных элементов в знаке позволило увеличить эквивалентную площадь различения его в два раза (фиг.10в и фиг.10г, фиг.10з, таблица № 9 - 5 и 4 строка снизу соответственно). Цифровой формат, занимающий все информационное поле индикатора, с видом матрицы 9×9 можно разделить на 9 позиционных элементов, каждый из которых представляет собой матрицу вида 3×3 (фиг.10г). Каждый позиционный элемент (фиг.10и) знака индикатора включает девять точечных элементов информационного поля индикатора: Y1 (Э1-Э9), Y2 (Э10-Э18), Y3 (Э19-Э27), Y4 (Э28-Э36), Y5 (Э37-Э45), Y6 (Э46-Э54), Y7 (Э55-Э63), Y8 (Э64-Э72), Y9 (Э73-Э81). Точечные элементы, расположенные в центре каждого позиционного элемента знака при формировании его (Э9, Э18, Э27, Э36, Э45, Э54, Э63, Э72, Э81) предназначены для формирования десятичной точки (фиг.10д, фиг.10к). Поскольку все информационное поле индикатора (9×9) занято цифровым форматом знака (9×9), то формирование десятичной точки рядом с ним потребовало бы уменьшения цифрового формата знака с 9×9 до 8×8 и, следовательно, уменьшения величины эквивалентной площади различения знака. Децимальная точка выявляется погашением точечного элемента, расположенного в центре каждого позиционного элемента знака, на последнем знаке целого числа, после которого отображается дробная его часть.

Количество выводов (16), расположенных с обратной стороны корпуса КИ13-1 индикатора, предназначено для управления точечными элементами индикатора с видом матрицы 8×8. Для вида матрицы 9×9 потребовалось бы 18 выводов для управления точечными элементами матричного индикатора. Распределение точечных элементов информационного поля индикатора по позиционным элементам (3×3) при формировании цифровых знаков обеспечило сохранение числа выводов на корпусе индикатора КИ13-1 с большим числом точечных элементов в его формате.

Матричное начертание знаков вызывает повышенную усталость операторов при длительной работе с такими форматами индикаторов [6 - стр.106].

Уменьшение промежутка между точечными элементами до 0.07 мм с одновременным увеличением точечных элементов с 0.88 мм×0.88 мм до 1.05 мм×1.05 мм приведет к тому, что промежуток между точечными элементами будет неразличим (фиг.10е, фиг.10ж). Восприятие знака улучшится.

Величина эквивалентной площади различения знака (фиг.10е, фиг.10з, таблица № 9, 2 строка снизу) достигнет максимального значения ($S_{pзл}=S_f:4=100.2 \text{ мм}^2:4=25.05 \text{ мм}^2$) при $S_{п.э.}=S_{ок}$, т.е. площадь высветившихся позиционных (или точечных) элементов знака равна площади «окна» - площади из высветившихся позиционных (точечных) элементов и промежутков между всеми точечными элементами знака.

На фиг.10ж представлен знак с отображением десятичной точки (1.05 мм×1.05 мм), выявленный погашением точечного элемента, расположенного в центре каждого позиционного элемента (3×3) знака, а на фиг.10з, таблицы № 9 (1 строка

снизу), показано уменьшение при этом величины эквивалентной площади различения знака.

Таким образом, на лицевой стороне матричного индикатора КИПГО2А-8×8Л (корпус типа КИ13-1) возможно сформировать знаки:

- с наименьшим и постоянным числом позиционных элементов на знак, равным 5;
- с увеличенной разрешающей способностью и по ширине и по высоте знака;
- с постоянным потреблением электроэнергии от знака к знаку.

Структура девятипозиционного индикатора позволяет осуществить индикацию знака как в режиме перекрестной схемы включения позиционных элементов его (динамический режим управления матричным индикатором при стробировании, например, по строкам), так и в статическом режиме, при отдельной схеме включения и управлении позиционных элементов его от преобразователя кода.

Рассмотрим перекрестную электрическую схему включения элементов девятипозиционного индикатора, которая позволяет осуществить вывод на индикацию знака в динамическом режиме стробирования (фиг.11а, фиг.11б, фиг.11в) по строкам.

Позиционные элементы У1-У9 индикатора сгруппированы по строкам и по колонкам (столбцам): 1-я строка - У1, У2, У3; 2-я-строка - У8, У9, У4; 3-я строка - У7, У6, У5; 1-я колонка - У1, У8, У7; 2-я колонка - У2, У9, У6; 3-я колонка - У3, У4, У5 (фиг.11б, фиг.11ж).

При стробировании по строкам информация на возбуждение подается по линии колонок при подаче разрешающего строба на соответствующую строку.

Светоизлучающие диоды высвечиваются, если на вывод соответствующей колонки подается высокий логический уровень, а на вывод соответствующей строки в этот же момент подается низкий логический уровень. Этот процесс повторяется для каждой строки. Таким образом, информация о цифровом символе должна подаваться на колонки индикатора параллельными трехразрядными кодами, хранящимися в накопителях. Стробирование строк производится последовательно [6 - стр.112-114].

Процесс формирования, например, цифры 9 (фиг.11б, фиг.11ж) способом стробирования по строкам протекает следующим образом. Информация U3 о необходимости высвечивания светоизлучающих диодов позиционного элемента знака У6 на фиг.11б (строка 3 - выводы 5, 6, 7 колонка 2 - вывод 11) хранится в накопителе параллельным трехразрядным (фиг.11в) кодом (010). Высокие («1») и низкие («0») логические уровни напряжения этого кода поступают на входы (выводы 10, 11, 12) всех колонок (1, 2, 3) одновременно. Но только с приходом сигнала стробирования (фиг.11а) Uс3 (уровень логического «0») на вход третьей строки (выводы 5, 6, 7) высвечиваются светоизлучающие диоды позиционного элемента знака У6 третьей строки (фиг.9б), на анод которого (колонка 2 - вывод 11) поступает высокий уровень логической «1» напряжения сигнала U3 (колонка 2 - код 010).

Остальные светоизлучающие диоды позиционных элементов знака У7 и У5 третьей строки, на аноды которых поступают низкие логические уровни («0») напряжения (U3) трехразрядного кода (фиг.11в), не высвечиваются.

По истечении времени экспонирования сигналы U3 и Uс3 снимаются.

Далее на входы колонок из накопителя (фиг.11в) подаются сигналы (U2) трехразрядного кода (010) для высвечивания светоизлучающих диодов 2-й строки (фиг.11а). Высокий логический уровень («1») напряжения (U2) подается на вход только 2-й колонки (вывод 11), на входы остальных колонок подается низкий

логический уровень напряжения («0»). И с приходом сигнала стробирования U_{c2} (фиг.11а) низкого логического уровня напряжения высвечиваются светоизлучающие диоды позиционного элемента знака Y_9 второй строки (выводы 4, 8, 9), на аноды которых поступает высокий уровень логической «1» напряжения сигнала U_2 (колонка 2, вывод 11).

Остальные светоизлучающие диоды позиционных элементов знака Y_8 и Y_4 второй строки, на аноды которых поступают низкие логические уровни («0») напряжения (U_2) трехразрядного кода (010), не высвечиваются.

По истечении времени экспонирования сигналы трехразрядного кода U_2 и сигнал стробирования второй строки U_{c2} снимаются.

Затем на входы колонок из накопителя (фиг.11в) подаются сигналы трехразрядного кода (111) для высвечивания светоизлучающих диодов 1-й строки (фиг.11б). Высокий логический уровень («1») напряжения (U_1) подается на входы всех трех колонок (выводы 10, 11, 12). И с приходом сигнала стробирования U_{c1} (низкого логического уровня напряжения) высвечиваются все светоизлучающие диоды 1-й строки (Y_1, Y_2, Y_3), на аноды которых поступают высокие логические уровни («1») напряжения сигнала трехразрядного кода U_1 . Высвечивание каждой строки с частотой не ниже 100 Гц обеспечивает свечение символа (цифра 9 - фиг.11е) и этот символ виден на фиг.11б в виде зачерненных светоизлучающих диодов.

На фиг.11д и фиг.11е представлен один из девяти позиционных элементов индикатора (Y_1), состоящий из 8 светодиодов (Э1-Э8), соединенных параллельно, и одного светодиода (Э9), расположенного в центре его (д.т.), управляемого отдельно при формировании десятичной точки.

Одновременно с высвечиванием позиционных элементов знака (например, цифры 9 без формирования десятичной точки) высвечивается и точечный элемент (д.т.), расположенный в центре каждого позиционного элемента ($Y_1\text{-}Y_3, Y_6, Y_9$) знака этой цифры. Сигнал трехразрядного кода (U_1, U_2, U_3), формируемый в накопителе, через повторители (фиг.11г), выполненный на логических элементах «И», при включенном напряжении питания (+ $U_{д.т.}$) в тот же самый момент времени поступает на светоизлучающие диоды десятичной точки (выводы 13, 14 и 15) в такт с высвечиванием светодиодов позиционных элементов соответствующей строки.

При отключенном напряжении питания (+ $U_{д.т.}$) сигналы трехразрядного кода не поступают на светодиоды десятичной точки. Децимальная точка в этом случае выявляется погашением точечного элемента, расположенного в центре каждого позиционного элемента формируемого знака (фиг.11д).

При отображении дробного числа десятичная точка выявляется на последнем знаке целого числа, после которого отображается дробная часть его. В этом случае на выводы 13, 14 и 15 индикатора поступают сигналы с уровнем логического «0».

Подключение сигналов к выводам корпуса типа КИ13-1 при динамическом управлении при перекрестной схеме включения элементов девятипозиционного (3×3) индикатора показано на фиг.20а. Катоды светодиодов каждого из позиционных элементов $Y_1\text{-}Y_9$ индикатора в динамическом режиме управления подключены к выводам (1-9 соответственно), расположенным с обратной стороны корпуса типа КИ13-1 индикатора (фиг.20б, фиг.20в). На выводы 1, 2 и 3, соединенные вместе, поступает сигнал управления ($-U_{c1}$) первой строки, на выводы 4, 8 и 9, соединенные вместе, поступает сигнал управления ($-U_{c2}$) второй строки, на выводы 5, 6 и 7, соединенные вместе, поступает сигнал управления ($-U_{c3}$) третьей строки (фиг.11б, фиг.11ж).

Аноды светодиодов позиционных элементов Y1, Y7, Y8-Y2, Y6, Y9-Y3, Y4, Y5, участвующих в формировании знака, подключены к выводам 10, 11 и 12 соответственно. Аноды светодиодов, участвующих в формировании десятичной точки, расположенных в центре каждого позиционного элемента, подключены к выводам 13, 14 и 15. На выводы 10, 11 и 12 поступает сигнал трехразрядного кода (+U1, +U2 и +U3) управления колонками 1, 2 и 3 соответственно. На выводы 13, 14 и 15 поступает тот же сигнал трехразрядного кода (+U1, +U2 и +U3) и в то же время, но сформированный повторителями каждой колонки (фиг.11г) на логических элементах «И» (+U1д.т., +U2д.т., +U3д.т.).

При формировании десятичной точки, выявляемой погашением этих светодиодов, сигналы трехразрядного кода отключаются снятием напряжения питания (+Uд.т.) с повторителей.

К 16 выводам корпуса индикатора подключаются 15 входных сигналов схемы управления.

Описание структурной схемы преобразователя кода при отдельном управлении элементами девятипозиционного (3×3) индикатора в статическом режиме

Десятичные цифры, отображения которых необходимо вызвать, задаются обычно в двоичном коде. На фиг.12а представлена таблица истинности для двоично-десятичного кода 8-4-2-1 и семипозиционного двоичного кода, управляемого элементами отображения семисегментного индикатора.

Преобразователь двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в девятипозиционный код содержит некоторое количество универсальных однотипных логических элементов И-НЕ, предназначенных для выполнения логических операций над комбинациями входного кода, заданного в виде таблицы истинности.

Значение «0» или «1» выходного сигнала логического элемента определяется логической функцией, которую выполняет логический элемент, и значениями «0» и «1» входных сигналов, играющих роль независимых переменных [7 - т.2, стр.205].

В соответствии с функциональным назначением элемента И-НЕ с несколькими входами для сигналов дискретной двоичной природы и одним выходом в нем последовательно выполняются логические операции И (схема совпадения) и НЕ (инверсия). На выходе логического элемента И-НЕ устанавливается уровень логического «0» в том и только в том случае, когда есть сигналы (уровень логической «1») на всех его входах одновременно. На выходе логического элемента И-НЕ устанавливается уровень логической «1» при наличии сигнала с уровнем логического «0» хотя бы на одном из его входов.

Двоично-десятичный код 8-4-2-1 на входе преобразователя (фиг.11а) представляет собой набор комбинаций аргументов и их инверсий (фиг.11б), выраженный комбинациями уровней сигналов (уровня логического «0» и уровня логической «1»), например, с прямых и инверсных выходов десятичного счетчика (фиг.11а), построенного на основе четырехразрядного двоичного счетчика с применением универсальных JK-триггеров [8 - стр.80].

Гальваническая (потенциальная) связь между логическими элементами И-НЕ преобразователя обеспечивает передачу и преобразование сигналов входного кода с любой низкой частотой входных импульсов [7 - т.1, стр.209] десятичного счетчика. По сигналам с прямых и инверсных выходов двоично-десятичного счетчика (аргументы X и их инверсии), действующих в какой-то момент времени, определяются сигналы управления элементами индикатора (функция Y) в тот же момент времени.

При синтезе любого логического устройства преследуется цель, обеспечивающая наименьшее количество электронного оборудования и рациональное построение функциональной схемы устройства. Для этого функцию, заданную, например, в табличной форме (фиг.11б), следует представить в виде логического выражения $Y = f(X)$. Затем добиваются получения минимальных форм функций, т.е. логическое выражение функции стремятся так упростить, не нарушая самой функции, что структурная схема логического устройства оказывается более простой [9 - стр.123].

О двух методах такого упрощения, или о двух методах минимизации функций, следует вкратце упомянуть.

Метод Квайна относится к числу таких методов минимизации функций алгебры логики, которые позволяют представлять функции в дизъюнктивной нормальной форме (ДНФ) и конъюнктивной нормальной форме (КНФ) с минимальным числом членов и минимальным числом букв в членах. Этот метод содержит два этапа преобразования выражения функции: на первом этапе осуществляется переход от канонической формы (СДНФ или СКНФ) к так называемой сокращенной форме. На втором этапе - переход от сокращенной формы логического выражения к минимальной форме [9 - стр.128].

Минимизация логических функций методом Квайна имеет четко сформулированные правила проведения отдельных операций. Этот метод для минимизации функций ручным способом (без использования ЭВМ) оказывается весьма трудоемким. Трудоемкость его связана с необходимостью попарного сравнения всех членов выражения для выявления склеиваемых членов. Однако метод Квайна может быть использован для минимизации функций с помощью ЭВМ в тех случаях, когда минимизируемая функция достаточно сложна (содержит большое число аргументов и каноническая форма имеет большое число членов) [9 - стр.133].

Метод минимизации функции с помощью карт Вейча обеспечивает простоту получения результата. Он используется при минимизации относительно несложных функций (с числом аргументов до 5) ручным способом. В отличие от метода Квайна этот метод требует элементов изобретательности и не может быть использован для решения задачи минимизации с помощью ЭВМ [9 - стр.133].

Для решения поставленной задачи - построение преобразователя кода 8-4-2-1 в 9-позиционный код управления позиционными элементами индикатора - применим более простой цифровой метод.

Простота цифрового метода не требует применения методов минимизации функций составлением таблиц Вейча, повторным их составлением при сравнении структурных схем преобразователей.

Этот метод пригоден как для работы вручную, так и на ЭВМ. Нет никаких ограничений при его использовании для расчета преобразователей одного двоичного кода в другой двоичный код. Необходимость таблиц истинности для входного и выходного кодов, знание функциональных возможностей логических элементов И, НЕ, И-НЕ и простейшее взаимодействие с комбинациями обычных десятичных цифр с уровнем логической «1» на входах логических элементов И-НЕ - вот и все, что нужно для синтезирования минимизированной структурной схемы преобразователя одного кода в другой код.

Обозначение на входах и выходах логических элементов И-НЕ структурной схемы преобразователя десятичной информации с уровнями логической «1» и логического «0» значительно облегчает задачу построения ее.

Таблица истинности (фиг.12б) двоично-десятичного кода 8-4-2-1 содержит

двоичные кодовые комбинации (сочетания уровней логического «0» и уровней логической «1») аргументов X и их инверсий, однозначно определяющие каждую цифру десятичного кода.

И в то же время по той же таблице истинности видно, что уровням логической «1»
5 соответствует одна комбинация из цифр десятичного кода того или иного аргумента X, а уровням логического «0» соответствует другая комбинация из оставшихся цифр десятичного кода (фиг.12в).

Значение уровня логического «0» возникает на прямом выходе X1 триггера I
10 двоично-десятичного счетчика (фиг.12а), работающего в коде 8-4-2-1, в исходном положении его и при поступлении каждого 2, 4, 6, 8-го счетного импульса (фиг.14). Или иначе, каждой цифре десятичного кода 0-2-4-6-8 соответствует значение аргумента X1 ($X1 - \overline{02468}$) с уровнем логического «0» (фиг.12в).

Одновременно на инверсном выходе $\overline{x1}$ триггера I счетчика в исходном
15 положении его и при поступлении каждого 2, 4, 6, 8-го счетного импульса (фиг.14) возникает уровень логической «1». Или иначе, каждой цифре десятичного кода 0-2-4-6-8 соответствует значение инверсии аргумента X ($\overline{x1} - 02468$) с уровнем логической «1» (фиг.12в).

Значение уровня логической «1» возникает на прямом выходе X1 триггера I
20 счетчика при поступлении каждого 1, 3, 5, 7, 9 счетного импульса (фиг.14). Или иначе, каждой цифре десятичного кода 1-3-5-7-9 соответствует значение аргумента X1 ($X1 - 13579$) с уровнем логической «1».

Одновременно на инверсном выходе $\overline{x1}$ триггера I счетчика при поступлении
25 каждого 1, 3, 5, 7, 9 счетного импульса (фиг.14) возникает уровень логического «0». Или иначе, каждой цифре десятичного кода 1-3-5-7-9 соответствует значение инверсии аргумента X ($\overline{x1} - \overline{13579}$) с уровнем логического «0» (фиг.12в, фиг.13).

Комбинация из цифр десятичного кода, представляющая значение аргумента с
30 уровнем логической «1», обозначается на схеме преобразователя без черточки сверху над этой комбинацией (например, X1 - 13579).

Комбинация из цифр десятичного кода, представляющая значение того или иного
аргумента с уровнем логического «0», обозначается на схеме преобразователя с
35 черточкой сверху над этой комбинацией (например, X1 - $\overline{02468}$).

На фиг.12в представлены все цифровые комбинации десятичного кода значений
(уровней логических «0» и уровней логических «1») аргументов X (X1, X2, X3, X4) и
их инверсий ($\overline{x1} - \overline{x2} - \overline{x3} - \overline{x4}$), эквивалентные выходным сигналам с прямых (X1,
X2, X3, X4) и инверсных ($\overline{x1} - \overline{x2} - \overline{x3} - \overline{x4}$) выходов четырех триггеров (I, II,
40 III, IV) десятичного счетчика (фиг.12а).

Такие же правила применимы для записи на структурной схеме без черточек
сверху над переменными (Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9). Комбинация из
десятичных цифр, соответствующая значениям переменной Y с уровнем логической
45 «1», записывается без черточки сверху над комбинацией цифр (например, Y1 - 14).

Комбинация из десятичных цифр, соответствующая значениям переменной Y с
уровнем логического «0», записывается с черточкой над комбинацией (например, Y1
- $\overline{02356789}$) цифр (фиг.12г).

Значения «нулей» и «единиц» входных сигналов преобразователя с выходов
50 триггеров десятичного счетчика, представляемые как аргументы X, определяют значения «нулей» и «единиц» выходных сигналов преобразователя, соответствующие функции Y по таблице истинности (фиг.12б, фиг.12в, фиг.12г).

Каждая комбинация входного кода 8-4-2-1 рассматривается как двоичное число,

равное числу, обозначенному соответствующей ей десятичной цифре, которой соответствует строго определенная комбинация выходного кода [7 - т.3, стр.65], соответствующая той же цифре.

5 Нахождение связей между логическими элементами И-НЕ обеспечивается наиболее простым и наглядным цифровым методом построения структурной схемы преобразователя практически с любым числом аргументов.

10 При построении структурной схемы преобразователя были приняты следующие условия: управление позиционными элементами индикатора осуществляется таким образом, что каждый элемент отображения индикатора (фиг.10к) может светиться либо не светиться, в зависимости от значения функции Y , управляющей его свечением.

15 Высокий уровень, уровень логической «1» ($Y=1$), на некотором входе индикатора вызывает гашение соответствующего элемента, низкий уровень, уровень логического «0» ($Y=0$), на некотором входе индикатора вызывает свечение соответствующего элемента. Вызывая свечение элементов отображения в определенных комбинациях, можно получить на девятипозиционном индикаторе десять цифровых символов (фиг.9г).

20 Построенная в соответствии с этими логическими выражениями структурная схема преобразователя двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в девятипозиционный двоичный код приведена на фиг.13.

25 Дополнительно к описанию структурной схемы прилагается временная диаграмма работы двоично-десятичного счетчика (фиг.14) и формирование сигналов гашения позиционных элементов Y_1 - Y_9 индикатора (уровень логической «1») при отображениях цифр десятичного кода нового формата.

30 На фиг.15 представлена схема подключения позиционных элементов индикатора при раздельном управлении их от преобразователя кода, выходы Y_1 - Y_9 которого подключены к одноименным выводам индикатора. При формировании цифры 9 на фиг.15а отображены высвеченные (зачерненные) светодиоды Y_1 - Y_3 , Y_9 , Y_6 (фиг.15б), представляющие позиционные элементы индикатора. Состав и расположение светодиодов позиционных элементов индикатора на примере одного позиционного элемента Y_1 показан на фиг.15в, фиг.15г. На выводы 10-12 индикатора 35 подается питание ($U_{пит}$) на аноды светодиодов, а на вывод 13 - напряжение питания ($U_{д.т.}$), отключением или включением которого осуществляется погашение или высвечивание светодиодов (д.т.) десятичной точки в зависимости от отображения целого или дробного числа.

40 Дополнительные пояснения к описанию структурной схемы преобразователя

На выходах логических элементов И-НЕ ($N-V$) сигнал с уровнем логической «1» представлен комбинациями цифр десятичного кода, при формировании которых погашаются соответствующие элементы (Y_1 - Y_9) индикатора (фиг.10к). Так, например, сигнал с уровнем логической «1» на выходе логического элемента И-НЕ 45 (N) устанавливается при формировании цифр 0-1-2-6-7 девятипозиционного формата индикатора, погашая элемент Y_1 индикатора (фиг.19а). А сигнал с уровнем логического «0» на выходе логического элемента И-НЕ (N) устанавливается при формировании цифр 3-4-5-8-9 девятипозиционного формата индикатора, погашая 50 элемент Y_1 индикатора (фиг.19а). Или, например, при отображении цифры 0 (фиг.10к) должны быть погашены элементы индикатора Y_1 , Y_3 , Y_5 , Y_7 (фиг.12б, фиг.19а). На выходах логических элементов И-НЕ (N , P , R , T) в этом случае присутствуют сигналы с уровнем логической «1», соответствующие этой цифре

(фиг.13). При этом остальные позиционные элементы индикатора (Y2, Y4, Y6, Y8, Y9) при отображении цифры 0 высвечены (фиг.12б, фиг.19а), т.к. на выходах соответствующих логических элементов И-НЕ (O, Q, S, U, V) присутствуют сигналы с уровнем логического «0». Например, на выходе логического элемента И-НЕ (O) при формировании цифр 2-3-6-8 устанавливается сигнал с уровнем логической «1» (элемент Y2 индикатора погашен), а при формировании остальных цифр (0-1-4-5-7-9) десятичного кода на выходе логического элемента И-НЕ (O) устанавливается уровень логической «1» (элемент Y2 индикатора высвечен).

По таблицам истинности (фиг.16, фиг.17, фиг.18), представленным для всех логических элементов И-НЕ структурной схемы, можно наглядно, дополнительно к структурной схеме, проследить формирование сигналов гашения и высвечивания каждого элемента девятипозиционного индикатора при любой отображаемой цифре десятичного кода. Таблицей истинности определяется зависимость сигнала на выходе логического элемента от комбинаций сигналов, находящихся на его входе. Если на всех входах логического элемента И-НЕ присутствует сигнал с уровнем логической «1» некоторой цифры, представленной в комбинациях цифр десятичного кода, то на выходе логического элемента И-НЕ устанавливается уровень логического «0», соответствующий этой же цифре.

Формирование сигналов гашения (высвечивания) позиционных элементов (Y1-Y9) индикатора рассмотрим на примере формирования сигнала гашения (высвечивания) одного лишь позиционного элемента Y1 индикатора.

Для каждого логического элемента И-НЕ (A, G, K, M и N), участвующего в формировании сигналов гашения и высвечивания позиционного элемента Y1 индикатора при отображении цифр от 0 до 9, составляем таблицы истинности (фиг.16а).

При формировании цифры 0 девятипозиционного индикатора на вход трехвходового логического элемента И-НЕ (A) поступают три сигнала с уровнем логической «1», представленные тремя комбинациями цифр десятичного кода, в каждой из которых присутствует цифра 0 (фиг.12б, фиг.13, фиг.16а). Сигнал с уровнем логического «0», соответствующий цифре 0, с выхода логического элемента И-НЕ (A) поступает на вход логического элемента И-НЕ (N). На выходе логического элемента И-НЕ (N) сигнал с уровнем логической «1» погашает элемент Y1 индикатора при отображении цифры 0 нового формата (фиг.13, фиг.16а, фиг.19а, фиг.19б).

Прохождение сигнала гашения позиционного элемента Y1 индикатора при формировании цифры 1 полностью совпадает с прохождением сигнала гашения элемента индикатора Y1 при формировании цифры 0. На выходе логического элемента И-НЕ (N) сигнал с уровнем логической «1» погашает элемент Y1 индикатора при отображении цифры 1 нового формата (фиг.13, фиг.16а, фиг.19а, фиг.19б).

При формировании цифры 6 индикатора на вход трехвходового логического элемента И-НЕ (G) поступают три сигнала с уровнем логической «1», представленные тремя комбинациями цифр десятичного кода, в каждой из которых присутствует цифра 6 (фиг.12б, фиг.13, фиг.16а). Сигнал с уровнем логического «0», соответствующий цифре 6, с выхода логического элемента И-НЕ (G) поступает на вход логического элемента И-НЕ (N). На выходе логического элемента И-НЕ (N) сигнал с уровнем логической «1» погашает элемент Y1 индикатора при отображении цифр 6 нового формата (фиг.13, фиг.16а, фиг.19а, фиг.19б).

При формировании цифр 2 и 7 участвуют логические элементы И-НЕ (G, K, M и N).

На вход трехвходового логического элемента И-НЕ (M) поступают три сигнала:

1. сигнал с уровнем логической «1» с выхода логического элемента И-НЕ (G), представленный комбинацией цифр десятичного кода 0-1-2-3-4-5-7-8-9.

5 На выходе логического элемента И-НЕ (G) устанавливается уровень логического «0» только при поступлении на вход его сигналов (аргументы $\bar{x}_1 - x_2 - x_3$) с уровнем логической «1», представленных комбинациями цифр десятичного кода, в каждую из которых входит цифра 6. Все остальные сигналы (аргументы $\bar{x}_1 - x_2 - x_3$), представленные комбинациями цифр десятичного кода (в другие моменты времени), имеют уровень логического «0» в той или иной из трех комбинаций на входе логического элемента И-НЕ (G);

15 2. сигнал с прямого выхода II триггера десятичного счетчика (аргумент X2) с уровнем логической «1», представленный комбинацией цифр десятичного кода 2-3-6-7;

3. сигнал с уровнем логической «1» с выхода логического элемента И-НЕ (K), представленный комбинацией цифр десятичного кода 0-2-4-5-6-7-8.

20 На выходе логического элемента И-НЕ (K) устанавливается уровень логического «0» только при поступлении на вход его сигналов (аргументы $x_1 - \bar{x}_3$) с уровнем логической «1», представленных комбинациями цифр десятичного кода, в каждую из которых входят цифры 1-3-9. Для остальных цифр 0-2-4-5-6-7-8 десятичного кода на выходе логического элемента И-НЕ (K) устанавливается уровень логической «1».

25 На выходе логического элемента И-НЕ (M) устанавливается сигнал с уровнем логического «0». Сигнал с уровнем логического «0», соответствующий цифрам 2 и 7, с выхода логического элемента И-НЕ (M) поступает на вход логического элемента И-НЕ (N). На выходе логического элемента И-НЕ (N) устанавливается сигнал с уровнем логической «1», погашает элемент Y1 индикатора при отображении цифр 2 и 7 нового формата (фиг.13, фиг.16а, фиг.19а, фиг.19б).

30 Формирование сигналов гашения (высвечивания) позиционного элемента Y1 девятипозиционного индикатора показало, что позиционный элемент Y1 погашается при отображении цифр 0-1-2-6-7, а при отображениях цифр 3-4-5-8-9 высвечивается (фиг.19а).

35 Аналогично по структурной схеме преобразователя просматривается прохождение сигналов гашения (высвечивания) всех остальных элементов (Y2-Y9) девятипозиционного индикатора при формировании десяти новых цифровых символов. Сопровождающие структурную схему сигналы с уровнем логической «1» на входе преобразователя, представленные цифрами десятичного кода, и соответствующие каждой цифре десятичного кода сигналы на выходе преобразователя, представленные комбинацией цифр, определяющих гашение или высвечивание элементов индикатора, дают ясную картину при формировании той или иной цифры девятипозиционного индикатора. На таблицах истинности входные
40 сигналы каждого логического элемента И-НЕ отделены от сигналов на его выходе утолщенной линией.

45 Формирование сигналов гашения элементов индикатора на всех таблицах истинности выделено затемненным фоном, а сигналов высвечивания - светлым фоном. Дополнительно, снизу каждой таблицы истинности для логических элементов И-НЕ указаны цифровые соответствия уровню логического «0» или уровню логической «1», в точности совпадающие с уровнем логического «0» или уровнем логической «1» на выходах этих логических элементов структурной схемы

преобразователя (фиг.13).

Катоды светодиодов каждого (например, Y1 - фиг.20д) из позиционных элементов Y1-Y9 (например, Y1 - фиг.20г) индикатора, в статистическом режиме при
5
раздельном управлении ими, подключены к выводам (1-9 соответственно фиг.20б, фиг.20в), на которые подаются сигналы с одноименных выходов преобразователя
кода (Y1-Y9, фиг.13). Аноды всех светодиодов позиционных элементов индикатора, участвующих в формировании знака, подключены к выводам 10, 11 и 12, которые
подсоединяются к источнику питания (+Uпит).

10
Аноды всех светодиодов, расположенных в центре каждого позиционного элемента индикатора, подключены к выводу 13, который подсоединяется к источнику питания десятичной точки (+Uд.т.), и при формировании десятичной точки на знаке напряжение его отключается.

15
Из фиг.19а и фиг.19б хорошо видно, что при формировании любого десятичного знака высвечивается одинаковое и нечетное количество позиционных элементов индикатора. Такой индикатор является помехозащищенным. Если окажется, что при формировании цифрового знака оказалось четное число высветившихся
позиционных элементов, следовательно, в процессе формирования его произошло
20
воздействие однократной помехи типа 1-0 или 0-1. Такая однократная помеха не допускает ложного считывания информации оператором.

В предлагаемом индикаторе с наименьшим и постоянным средним числом позиционных элементов в десятичных знаках улучшены параметрические
25
характеристики цифровых знаков (увеличена разрешающая способность знака при его начертании по высоте и ширине его), увеличена эквивалентная площадь различения знака, уменьшена неравномерность энергопотребления при формировании знаков.

ЛИТЕРАТУРА

30
1. Н.И.Вуколов, А.Н.Михайлов. Знакосинтезирующие индикаторы. Справочник. Москва. «Радио и связь». 1987 г.

2. Печников А.В., Сидоренко Г.В., Федорова С.А. Средства передачи и отображения информации. Москва. «Радио и связь». 1991 г.

35
3. Патент № 2037886 на изобретение «Устройство для индикации», выдан 19 июня 1995 года. Приоритет изобретения 19 февраля 1992 года. Заявка № 5037630. Автор Патраль А.В.

4. Алиев Т.М., Вигдоров Д.И., Кривошеев В.П. Системы отображения информации. Москва. «Высшая школа». 1988 г.

40
5. Б.Л.Лисицын. Отечественные приборы индикации и их зарубежные аналоги. Москва. «Радио и связь». 1993 г.

6. Васерин Н.Н., Дадерко Н.К., Прокофьев Г.А. Применение полупроводниковых индикаторов. Под ред. Е.С.Липина. Москва. «Энергоатомиздат». 1991 г.

45
7. Энциклопедия современной техники. «Автоматизация производства и промышленная электроника». Гл. редакторы А.И.Берг и В.А.Трапезников. Изд-во «Советская энциклопедия». Москва. 1964 г.

8. В.С.Гутников. Интегральная электроника в измерительных приборах. Ленинград. «Энергия». 1974 г.

50
9. Б.А.Калабеков, И.А.Мамзелей. Цифровые устройства микропроцессорные системы. Москва. «Радио и связь». 1987 г.

Формула изобретения

Индикатор девятипозиционный, матричный, оформленный в пластмассовый корпус типа КИ13-1 с выводами (16 шт.), расположенными с обратной стороны корпуса, на лицевой стороне которого расположена матрица вида 9×9 , с линейными размерами точечного элемента 1,05 мм×1,05 мм и величиной промежутка между ними 0,07 мм, предназначен для отображения цифровых знаков от 0 до 9 с постоянным числом позиционных элементов в них, и десятичной точки, отличающийся тем, что все точечные элементы матрицы вида 9×9 распределены на матрицы вида 3×3 по девяти позиционным элементам цифрового формата 3×3 , и при формировании цифрового знака высвечивается наименьшее число позиционных элементов в нем, а десятичная точка выявляется на каждом из высветившихся позиционном элементе с видом матрицы 3×3 погашением точечного элемента, расположенного в центре ее.

15

20

25

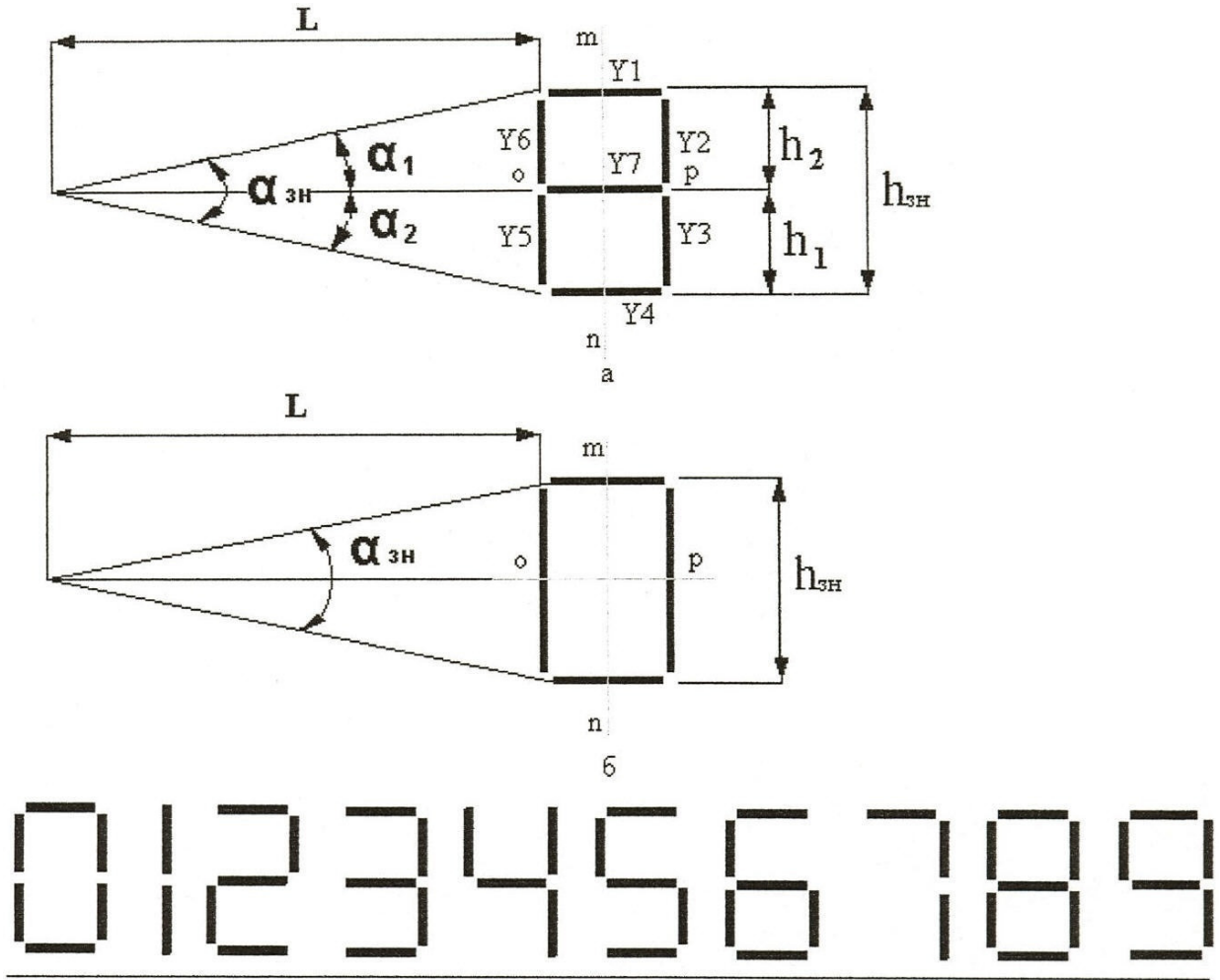
30

35

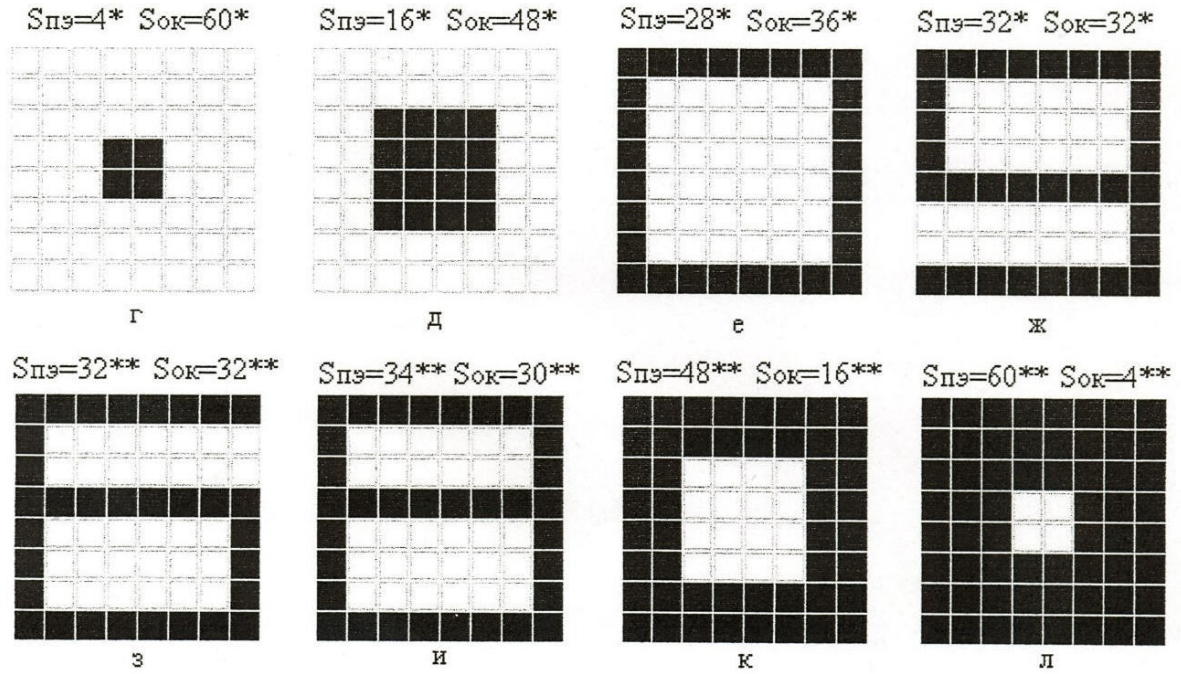
40

45

50



В



Фиг. 1

Спэ < Sок Таблица №1

№ фигуры	Спэ	Sок	Спэ : Sок	Sобн
	мм ²	мм ²	—	мм ²
—	0	64	0	0
—	2	62	0.03	1.94
фиг. 1г	4*	60*	0.07*	3.75*
—	6	58	0.10	5.44
—	8	56	0.14	7.00
—	10	54	0.18	8.44
—	12	52	0.23	9.75
—	14	50	0.28	10.94
фиг. 1д	16*	48*	0.33*	12.00*
—	18	46	0.39	12.94
—	20	44	0.45	13.75
—	22	42	0.52	14.44
—	24	40	0.60	15.00
—	26	38	0.68	15.44
фиг. 1е	28*	36*	0.78*	15.75*
—	30	34	0.88	15.94
фиг. 1ж	32*	32*	1.00*	16.00*

а

Спэ > Sок Таблица №2

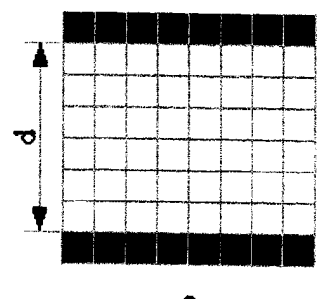
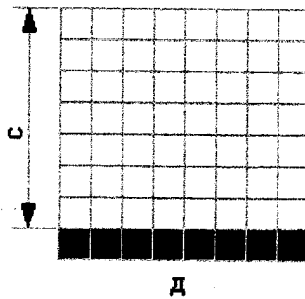
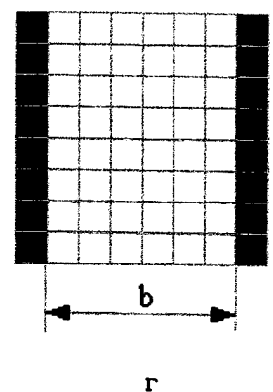
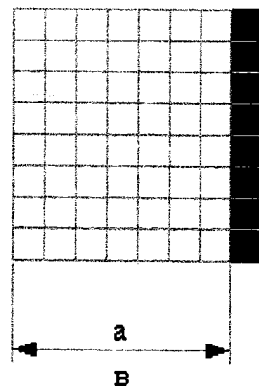
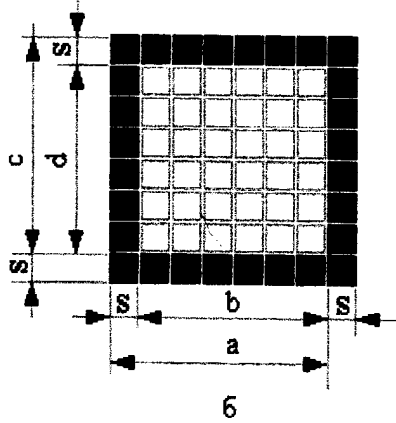
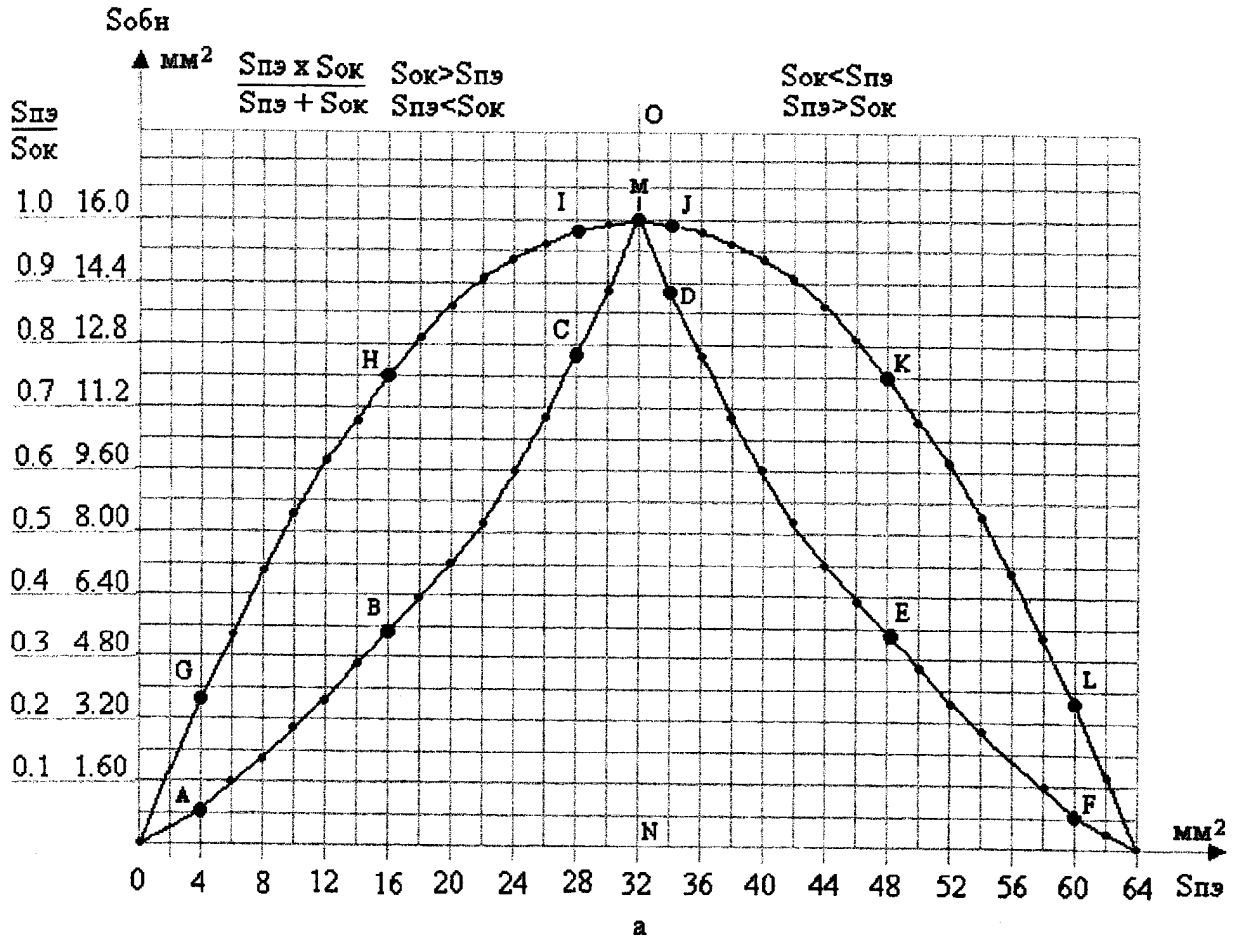
№ фигуры	Спэ	Sок	Sок : Спэ	Sобн
	мм ²	мм ²	—	мм ²
фиг. 1з	32**	32**	1.00**	16.00**
фиг. 1и	34**	30**	0.88**	15.94**
—	36	28	0.78	15.75
—	38	26	0.68	15.44
—	40	24	0.60	15.00
—	42	22	0.52	14.44
—	44	20	0.45	13.75
—	46	18	0.39	12.94
фиг. 1к	48**	16**	0.33**	12.00**
—	50	14	0.28	10.94
—	52	12	0.23	9.75
—	54	10	0.18	8.44
—	56	8	0.14	7.00
—	58	6	0.10	5.44
фиг. 1л	60**	4**	0.07**	3.75**
—	62	2	0.03	1.94
—	64	0	0	0

б

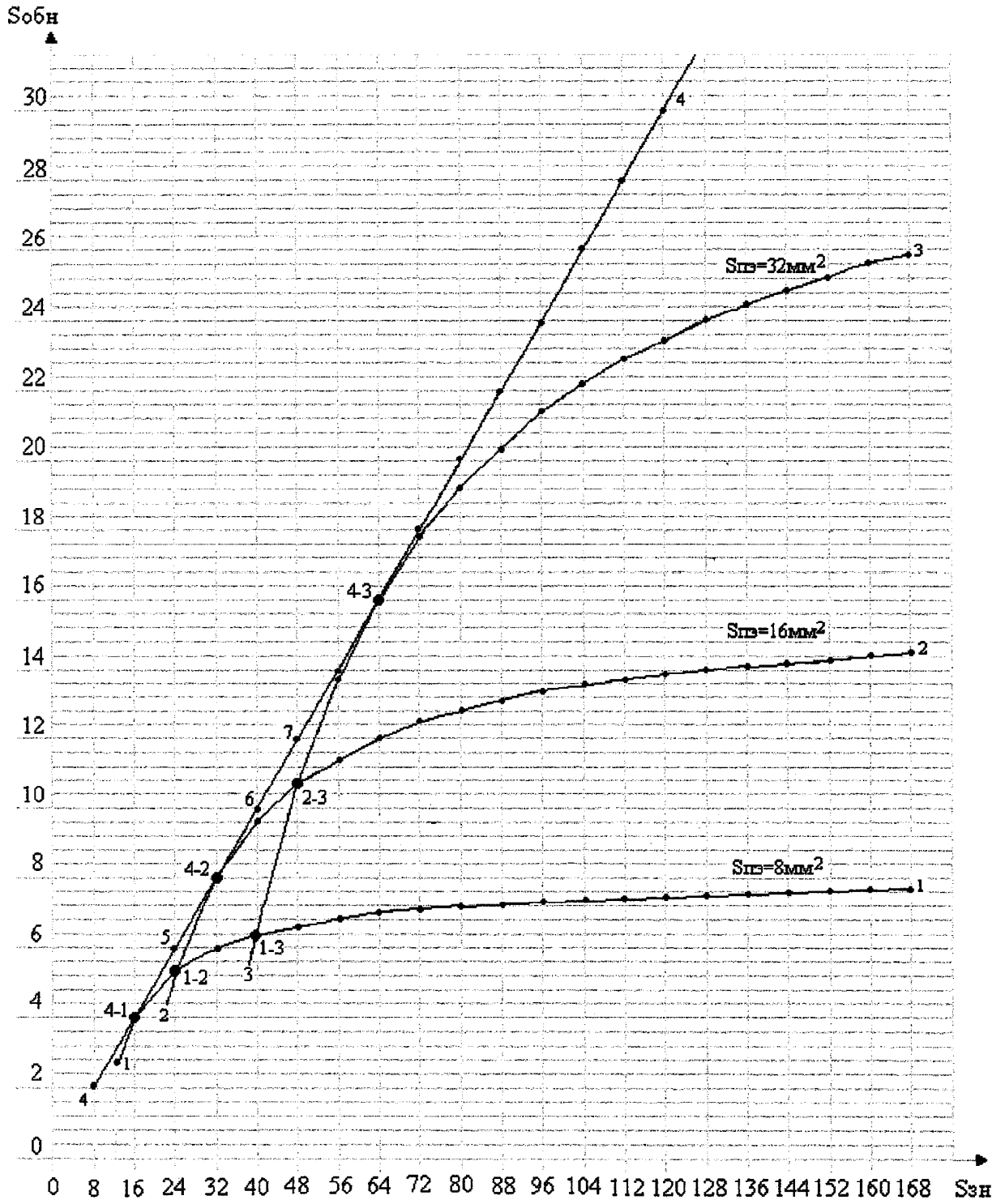
$$S_{эн} = S_{пэ} + S_{ок}$$

$$S_{обн} = (S_{пэ} \times S_{ок}) : S_{эн}$$

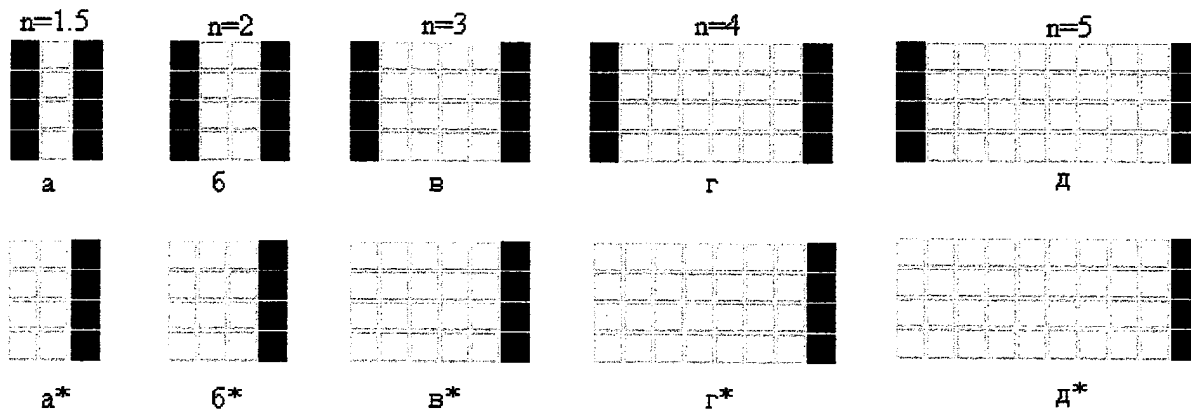
Фиг. 2



Фиг.3



Фиг.4



№ фигуры	Sпэ=8 мм ²					Sпэ* = 4 мм ²				
	Сок мм ²	Собн мм ²	а мм	б мм	Кр.с.ш а/б	Сок* мм ²	Собн-1 мм ²	Собн-2 мм ²	Кр.с.ш Собн-1 Собн-2	Срэл мм ²
а, а*	4	2.67	2	1	2.00	8	2.67	1.33	2.00	1.33
б, б*	8**	4.00**	3	2	1.50	12	3.00	2.00	1.50	2.67
—	12	4.80	4	3	1.33	16	3.20	2.40	1.33	3.61
в, в*	16*	5.33*	5	4	1.25	20	3.33	2.67	1.25	4.26
—	20	5.71	6	5	1.20	24	3.43	2.86	1.20	4.76
г, г*	24	6.00	7	6	1.17	28	3.50	3.00	1.17	5.13
—	28	6.22	8	7	1.14	32	3.56	3.11	1.14	5.46
д, д*	32*	6.40*	9	8	1.125	36	3.60	3.20	1.125	5.69
—	36	6.54	10	9	1.111	40	3.64	3.27	1.111	5.89
—	40	6.67	11	10	1.099	44	3.67	3.34	1.099	6.07
—	60	7.06	16	15	1.067	64	3.76	3.53	1.067	6.62
—	64	7.11	17	16	1.062	68	3.78	3.56	1.062	6.69
—	68	7.16	18	17	1.059	72	3.79	3.58	1.059	6.76
—	72	7.20	19	18	1.056	76	3.80	3.60	1.056	6.82
—	80	7.27	21	20	1.050	84	3.82	3.64	1.050	6.92
—	100	7.41	26	25	1.040	104	3.85	3.70	1.040	7.12
—	120	7.50	31	30	1.033	124	3.88	3.75	1.034	7.25
—	160	7.62	41	40	1.025	164	3.90	3.81	1.024	7.44
—	4000	7.984	1001	1000	1.001	4004	3.996	3.992	1.001	7.976

е

$$S_{эн} = S_{пэ} + S_{ок}$$

$$S_{эн}^* = S_{пэ}^* + S_{ок}^*$$

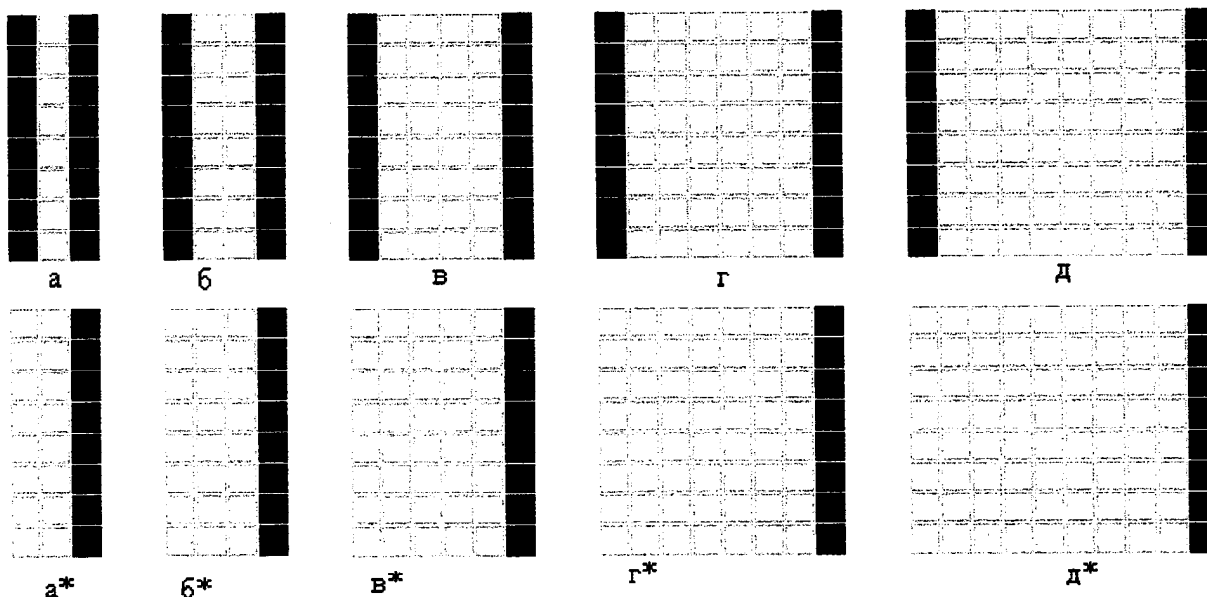
$$S_{обн} = (S_{пэ} \times S_{ок}) : S_{эн}$$

$$S_{обн-1} = (S_{пэ}^* \times S_{ок}^*) : S_{эн}^*$$

$$S_{обн-2} = S_{обн} : 2$$

$$S_{рэл} = S_{обн} : K_{р.с.ш}$$

Фиг.5



№ фигуры	S _{пэ} = 16 мм ²					S _{пэ*} = 8 мм ²				
	S _{ок} мм ²	S _{обн} мм ²	a мм	b мм	Кр.с.ш a/b	S _{ок*} мм ²	S _{обн-1} мм ²	S _{обн-2} мм ²	Кр.с.ш $\frac{S_{обн-1}}{S_{обн-2}}$	S _{рэл} мм ²
а, а*	8	5.33*	2	1	2.00	16	5.33	2.67	2.00	2.67
б, б*	16	8.00**	3	2	1.50	24	6.00	4.00	1.50	5.33
—	24	9.60	4	3	1.33	32	6.40	4.80	1.33	7.21
в, в*	32	10.67*	5	4	1.25	40	6.67	5.33	1.25	8.54
—	40	11.43	6	5	1.20	48	6.86	5.71	1.20	9.52
г, г*	48	12.00	7	6	1.17	56	7.00	6.00	1.17	10.26
—	56	12.44	8	7	1.14	64	7.11	6.22	1.14	10.91
д, д*	64	12.80	9	8	1.125	72	7.20	6.40	1.125	11.38
—	72	13.09	10	9	1.112	80	7.27	6.54	1.112	11.77
—	80	13.33	11	10	1.099	88	7.33	6.67	1.099	12.13
—	120	14.12	16	15	1.066	128	7.53	7.06	1.066	13.25
—	128	14.22	17	16	1.063	136	7.56	7.11	1.063	13.38
—	136	14.32	18	17	1.059	144	7.58	7.16	1.059	13.52
—	144	14.40	19	18	1.056	152	7.60	7.20	1.056	13.64
—	152	14.48	20	19	1.052	160	7.62	7.24	1.052	13.64
—	8000	15.96	1001	1000	1.001	8.008	7.99	7.98	1.001	15.94

е

$$S_{эн} = S_{пэ} + S_{ок}$$

$$S_{эн*} = S_{пэ*} + S_{ок*}$$

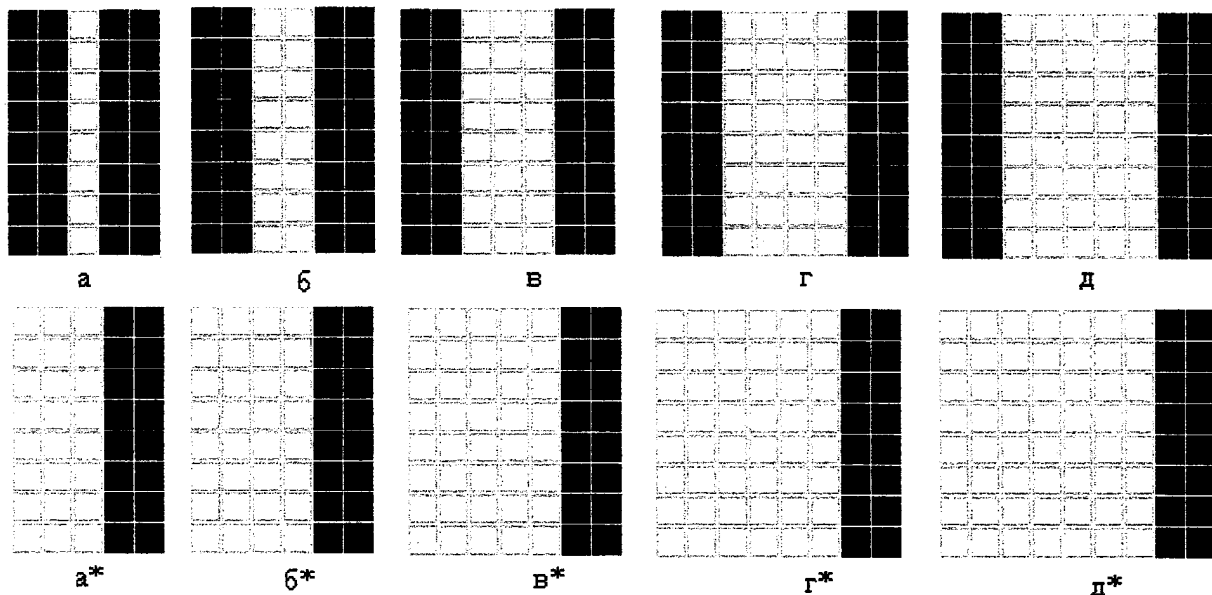
$$S_{обн} = (S_{пэ} \times S_{ок}) : S_{эн}$$

$$S_{обн-1} = (S_{пэ*} \times S_{ок*}) : S_{эн*}$$

$$S_{обн-2} = S_{обн} \cdot 2$$

$$S_{рэл} = S_{обн} \cdot \text{Кр.с.ш}$$

Фиг. 6



№ фигуры	S _{пэ} = 32 мм ²					S _{пэ*} = 16 мм ²				
	S _{ок} мм ²	S _{обн} мм ²	а мм	б мм	Кр.с.ш а/б	S _{ок*} мм ²	S _{обн-1} мм ²	S _{обн-2} мм ²	Кр.с.ш S _{обн-1} / S _{обн-2}	S _{рэл} мм ²
а, а*	8	6.40*	1.5	0.5	3.00	24	9.60	3.20	3.00	2.13
б, б*	16	10.67*	2	1	2.00	32	10.67	5.33	2.00	5.34
в, в*	24	13.71	2.5	1.5	1.67	40	11.43	6.86	1.67	8.21
г, г*	32	16.00**	3	2	1.50	48	12.00	8.00	1.50	10.67
д, д*	40	17.78	3.5	2.5	1.40	56	12.44	8.89	1.40	12.70
—	48	19.20	4	3	1.33	64	12.80	9.60	1.33	14.40
—	56	20.36	4.5	3.5	1.29	72	13.09	10.18	1.29	15.91
—	64	21.33	5	4	1.25	80	13.33	10.67	1.25	17.06
—	72	22.15	5.5	4.5	1.22	88	13.54	11.08	1.22	18.16
—	80	22.86	6	5	1.20	96	13.71	11.43	1.20	19.05
—	120	25.26	8.5	7.5	1.13	136	14.32	12.63	1.13	22.35
—	128	25.60	9	8	1.125	144	14.40	12.80	1.125	22.76
—	136	25.90	9.5	8.5	1.118	152	14.48	12.95	1.118	23.17
—	8000	31.87	1002	1000	1.002	8016	15.97	15.94	1.002	31.80

е

$$S_{зп} = S_{пэ} + S_{ок} = S_{пэ*} + S_{ок*}$$

$$S_{обн} = (S_{пэ} \times S_{ок}) : S_{зп}$$

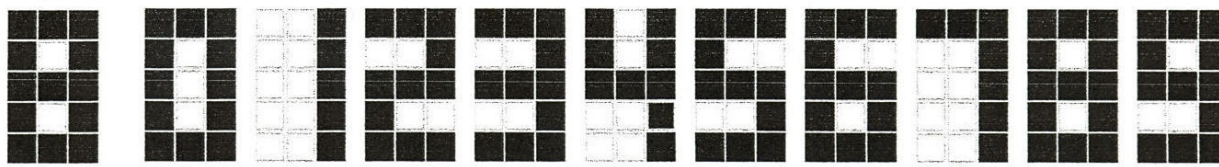
$$S_{обн-1} = (S_{пэ*} \times S_{ок*}) : S_{зп}$$

$$S_{обн-2} = S_{обн} : 2$$

$$S_{рэл} = S_{обн} \times \text{Кр.с.ш}$$

Фиг. 7

Цифровой
формат
3x5



а

б

Таблица №6

цифра	Sф мм ²	n т.э.	Sp.э. мм ²	Sок мм ²	Sобн мм ²	Кр.с.ш	Кр.с.в	Кр.с.зн	Spзл мм ²	Spзл ср. мм ²
0	20.53	12	10.83	9.70	5.12	1.61	1.23	1.98	2.58	3.11
1		5	4.51	16.02	3.52	1.00	1.00	1.00	3.52	
2		11	9.93	10.60	5.13	1.00	1.61	1.61	3.19	
3		11	9.93	10.60	5.13	1.00	1.61	1.61	3.19	
4		9	8.12	12.41	4.91	1.23	1.00	1.23	3.99	
5		11	9.93	10.60	5.13	1.00	1.61	1.61	3.19	
6		12	10.83	9.70	5.12	1.23	1.61	1.98	2.58	
7		7	6.32	14.21	4.37	1.00	1.00	1.00	4.37	
8		13	11.73	8.80	5.03	1.61	1.61	2.59	1.94	
9		12	10.83	9.70	5.12	1.23	1.61	1.98	2.58	

t=0.3 мм

$$s^2 = (0.95 \times 0.95) \text{ мм}^2 = 0.9025 \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{ф}} = L \times H = (3s + 2t) \times (5s + 4t)$$

$$S_{\text{п.э.}} = n \times s^2$$

$$S_{\text{ок}} = S_{\text{ф}} - S_{\text{п.э.}}$$

$$S_{\text{обн}} = (S_{\text{п.э.}} \times S_{\text{ок}}) : S_{\text{ф}}$$

$$S_{\text{рзл}} = S_{\text{обн}} : \text{Кр.с.зн.}$$

в

$$a = 2s + 2t \quad b = s + 2t$$

$$c = 2s + 2t \quad d = s + 2t$$

$$c^* = 4s + 4t \quad d^* = 3s + 4t$$

для цифр 4-6-9

$$\text{Кр.с.ш} = 2a/(b+a) = 2(2s+2t):(s+2t+2s+2t)$$

для цифр 0 и 8

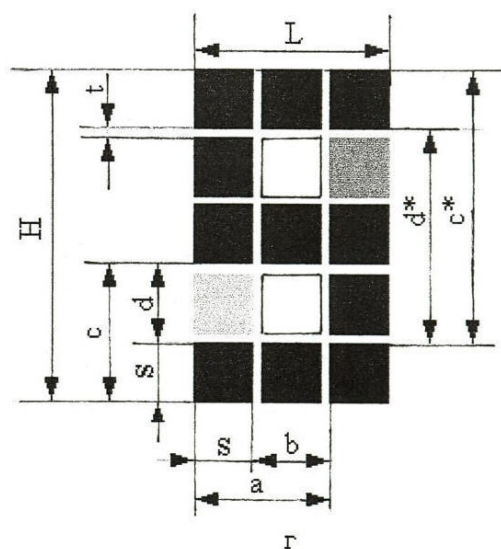
$$\text{Кр.с.ш} = a/b = (2s+2t):(s+2t)$$

для цифр 2-3-5-6-8-9

$$\text{Кр.с.в} = a/c = (2s+2t):(s+2t)$$

для цифры 0

$$\text{Кр.с.в} = c^*/d^* = (4s+4t):(3s+4t)$$



г

Фиг.8

цифровой формат

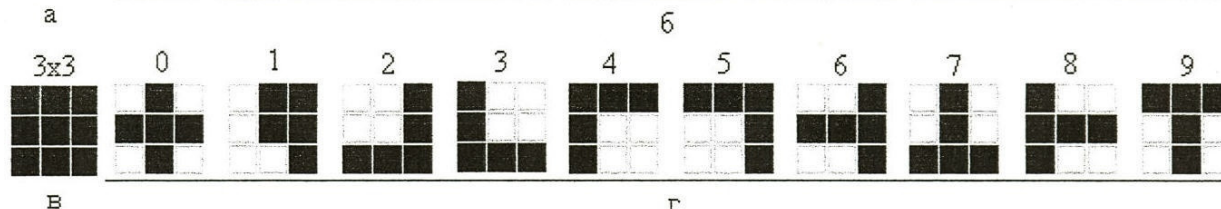
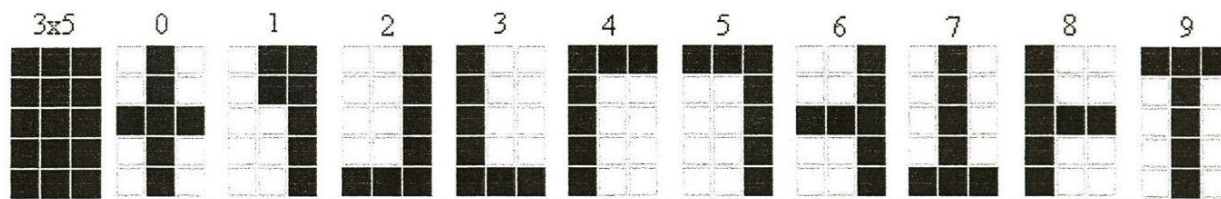


Таблица №7

Фиг.	Цифровой формат	Sф мм ²	t мм	s мм	s ² мм ²	n	Сп.э. мм ²	Сок мм ²	Срэл мм ²
9б	3x5	20.53	0.3	0.95	0.90	7	6.32	14.21	4.37
9г	3x3	11.90	0.3	0.95	0.90	5	4.50	7.40	2.80
9г	3x3	11.90	0.09	1.09	1.19	5	5.95	5.95	2.975
9г	3x3	11.90	0.01	1.14	1.30	5	6.50	5.40	2.95

д

$Sф = (3s + 2t) \times (5s + 4t)$ для формата 3x5

$Sф = (3s + 2t)^2$ для формата 3x3

$Сп.э. = n \times s^2$

$Сок = Sф - Сп.э.$

$Срэл = (Сп.э. \times Сок) : Sф$

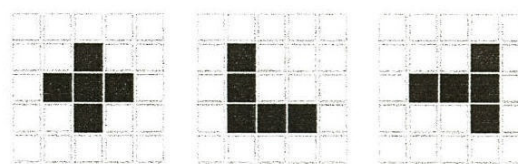
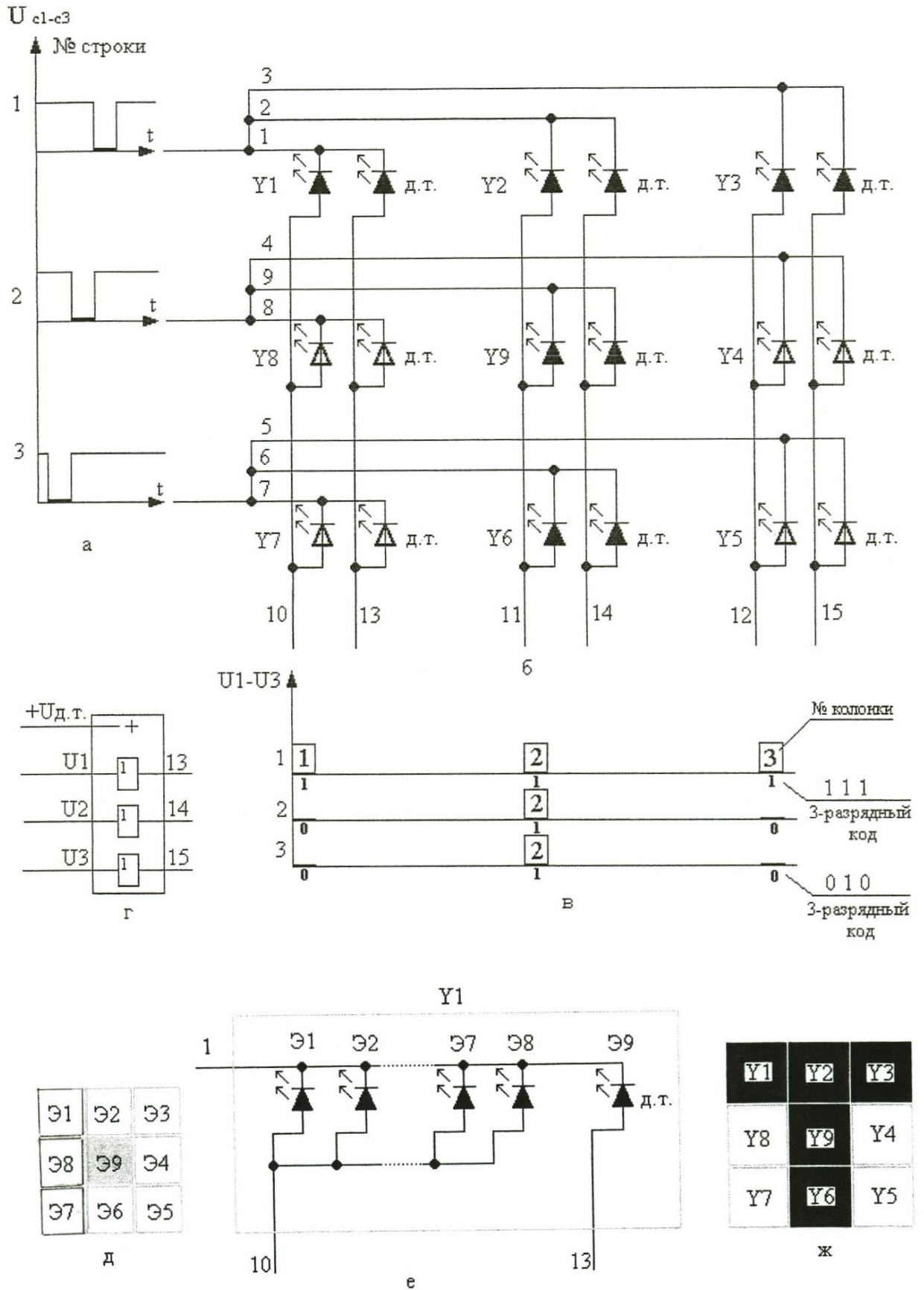


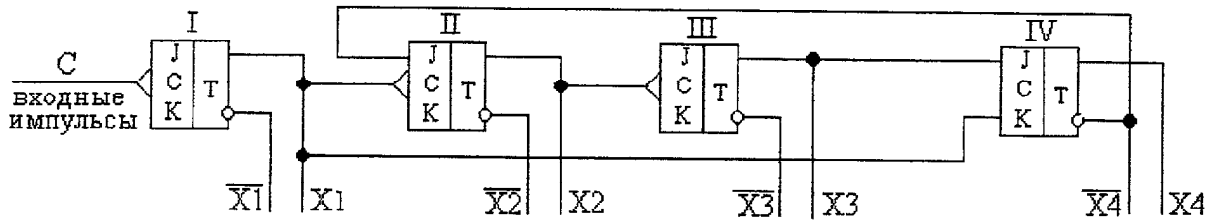
Таблица №8

цифра	Sф мм ²	s мм	t мм	n т.э.	Сп.э. мм ²	Сок мм ²	Собн мм ²	Кр.с.ш	Кр.с.в	Кр.с.эн	Срэл мм ²	Срэл ср. мм ²
0	20.04	1.09	0.09	12	14.28	5.76	4.10	1.86	1.30	2.42	1.69	2.63
1				5	5.95	14.09	4.18	1.00	1.00	1.00	4.18	
2				11	13.09	6.95	4.54	1.00	1.86	1.86	2.44	
3				11	13.09	6.95	4.54	1.00	1.86	1.86	2.44	
4				9	10.71	9.33	4.97	1.30	1.00	1.30	3.82	
5				11	13.09	6.95	4.54	1.00	1.86	1.86	2.44	
6				12	14.28	5.76	4.10	1.30	1.86	2.42	1.69	
7				7	8.33	11.71	4.87	1.00	1.00	1.00	4.87	
8				13	15.47	4.57	3.53	1.86	1.86	3.46	1.02	
9				12	14.28	5.76	4.10	1.30	1.86	2.42	1.69	

$s^2 = 1.19 \text{ мм}^2$

ж
Фиг.9





а

№ ВХ ИМП. С	Прямые выходы триггеров				Инверсные выходы триггеров																							
	X4	X3	X2	X1	X4	X3	X2	X1	Двоично-десятичный код 8-4-2-1																			
										Код 10-й	ДЕВЯТИПОЗИЦИОННЫЙ КОД																	
									X4	X3	X2	X1	X4	X3	X2	X1	Код 10-й	Y9	Y8	Y7	Y6	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1		
0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1										
1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1										
2	0	0	1	0	1	1	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1										
3	0	0	1	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	0	1	1	1	0										
4	0	1	0	0	1	0	1	1	4	1	0	0	1	1	1	0	0	0										
5	0	1	0	1	1	0	1	0	5	1	1	1	1	0	0	0	0	0										
6	0	1	1	0	1	0	0	1	6	0	0	1	1	0	0	0	1	1										
7	0	1	1	1	1	0	0	0	7	0	1	0	0	0	1	1	0	1										
8	1	0	0	0	0	1	1	1	8	0	0	0	1	1	0	1	1	0										
9	1	0	0	1	0	1	1	0	9	0	1	1	0	1	1	0	0	0										

б

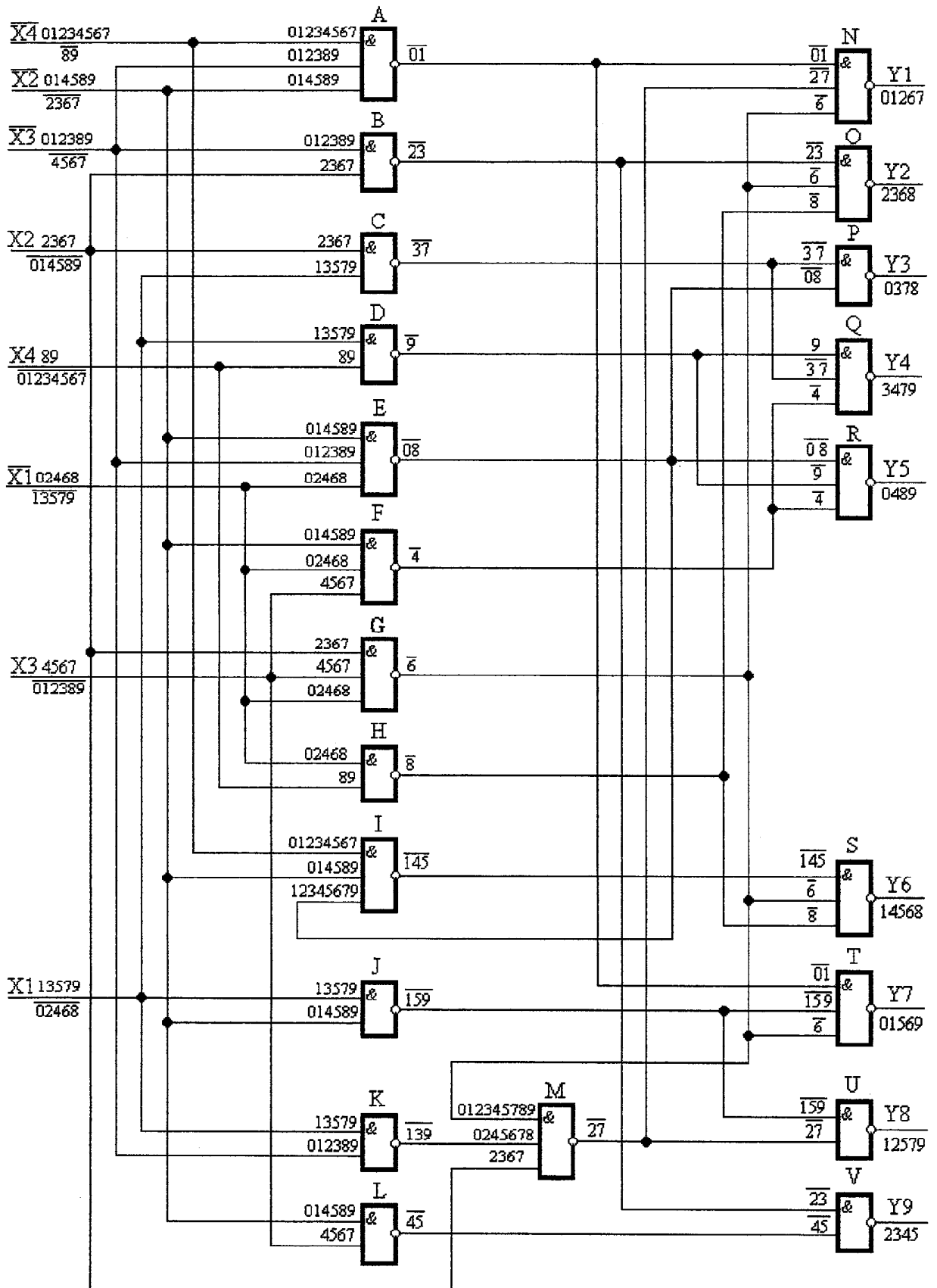
Значение аргументов X соответствующие цифрам десятичного кода	
уровню логической "1"	уровню логического "0"
X1 - 13579	X1 - 02468
X2 - 2367	X2 - 014589
X3 - 4567	X3 - 012389
X4 - 89	X4 - 01234567
Значение инверсий аргументов X соответствующие цифрам десятичного кода	
уровню логического "0"	уровню логической "1"
X1 - 13579	X1 - 02468
X2 - 2367	X2 - 014589
X3 - 4567	X3 - 012389
X4 - 89	X4 - 01234567

в

Девятипозиционный код управления элементами индикатора (значение функции, соответствующее цифрам десятичного кода)		
Формирование сигнала гашения с уровнем логической "1"		
Y1 - 01267	Y2 - 2368	Y3 - 0378
Y4 - 3479	Y5 - 0489	Y6 - 14568
Y7 - 01569	Y8 - 12579	Y9 - 2345
Формирование сигнала высвечивания с уровнем логического "0"		
Y1 - 34589	Y2 - 014579	Y3 - 124567
Y4 - 012568	Y5 - 123567	Y6 - 02379
Y7 - 23478	Y8 - 03468	Y9 - 016789

г

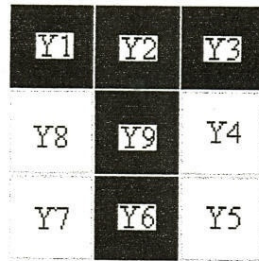
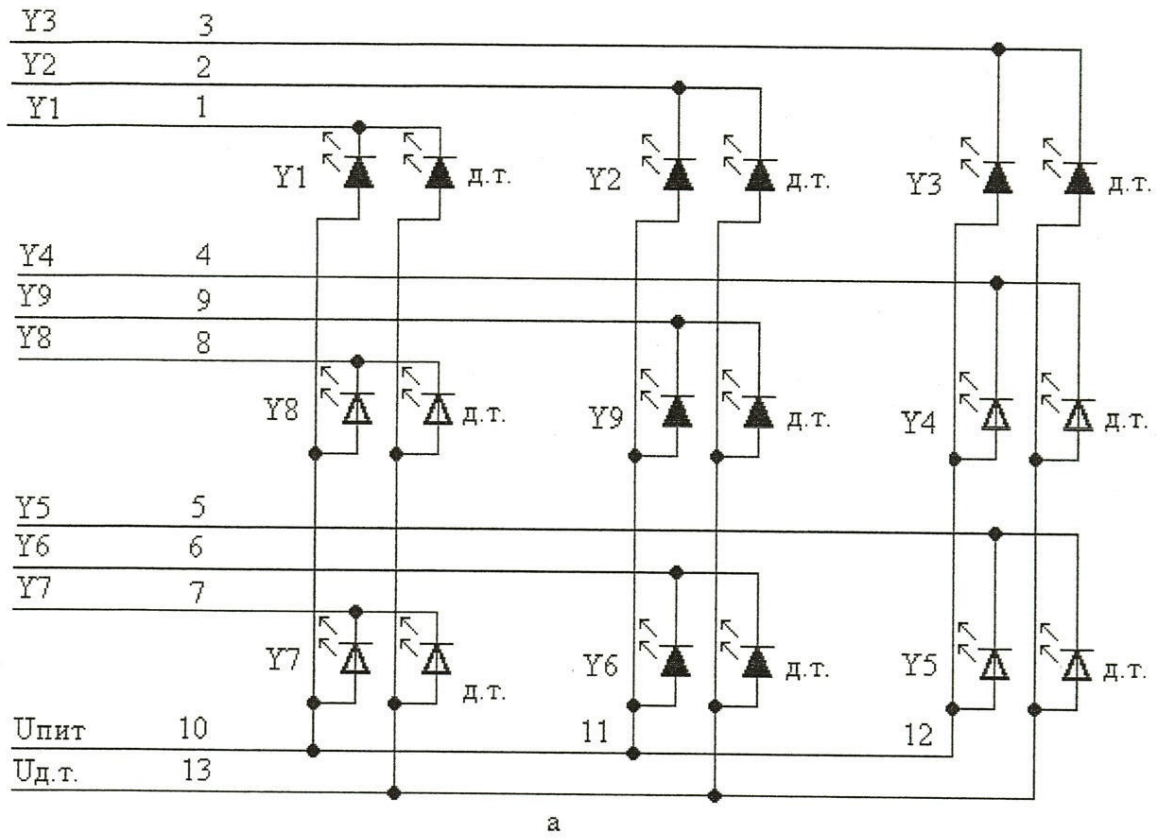
Фиг. 12



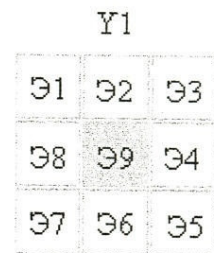
Фиг. 13

С вх	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
X1 "1"		1		3		5		7		9		X1
X1 "0"												
X1 "1"	0		2		4		6		8			X1
X1 "0"												
X2 "1"			2	3			6	7				X2
X2 "0"												
X2 "1"	0	1			4	5			8	9		X2
X2 "0"												
X3 "1"					4	5	6	7				X3
X3 "0"												
X3 "1"	0	1	2	3					8	9		X3
X3 "0"												
X4 "1"									8	9		X4
X4 "0"												
X4 "1"	0	1	2	3	4	5	6	7				X4
X4 "0"												
Гашение элементов индикатора ("1")												
N "1"	0	1	2				6	7				Y1
N "0"												
O "1"			2	3			6		8			Y2
O "0"												
P "1"	0			3				7	8			Y3
P "0"												
Q "1"				3	4			7		9		Y4
Q "0"												
R "1"	0				4				8	9		Y5
R "0"												
S "1"		1			4	5	6		8			Y6
S "0"												
T "1"	0	1				5	6			9		Y7
T "0"												
U "1"		1	2			5		7		9		Y8
U "0"												
V "1"			2	3	4	5						Y9
V "0"												

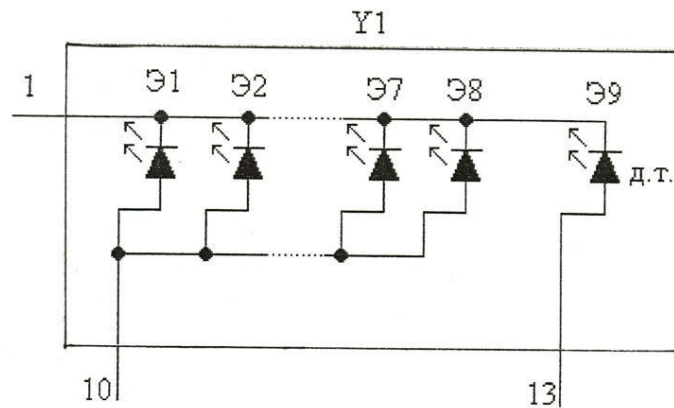
Фиг.14



б



в



Фиг. 15

Код 10-й	И-НЕ (C)			И-НЕ (F)				И-НЕ (D)			И-НЕ (Q)				
	X1	X2	C	X1	X2	X3	F	X1	X4	D	C	F	D	Q	Y4
0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
2	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
3	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
5	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
6	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0
7	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
8	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
9	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
	37			4				9			3479				

а

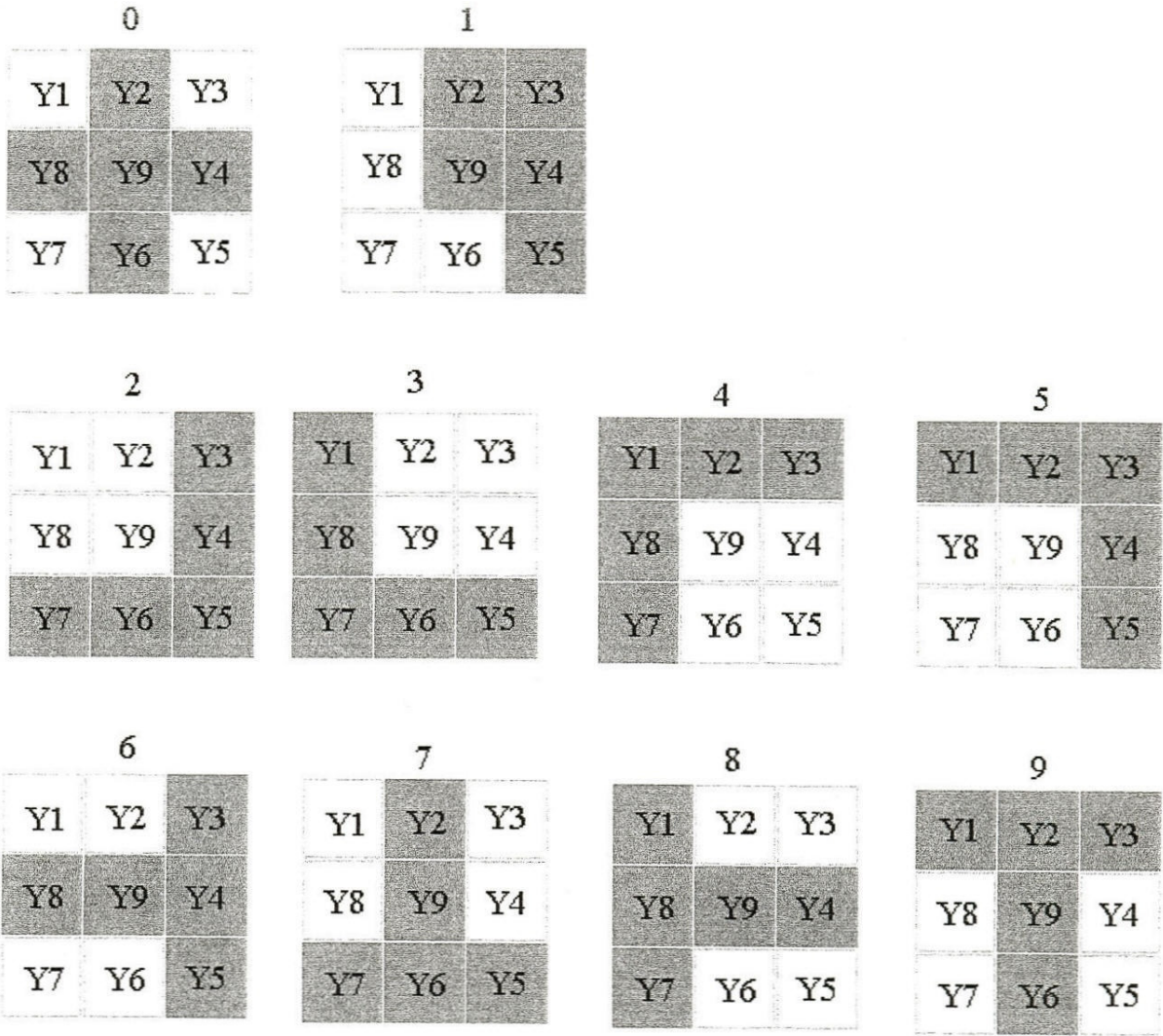
Код 10-й	И-НЕ (E)				И-НЕ (F)				И-НЕ (D)			И-НЕ (R)				
	X1	X2	X3	E	X1	X2	X3	F	X1	X4	D	E	F	D	R	Y5
0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
2	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
3	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
4	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
5	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
6	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0
7	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
8	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
9	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
	08				4				9			0489				

б

Код 10-й	И-НЕ (G)				И-НЕ (H)			И-НЕ (E)				И-НЕ (I)				И-НЕ (S)				
	X1	X2	X3	G	X1	X3	H	X1	X2	X3	E	X2	X4	E	I	G	H	I	S	Y6
0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
2	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
3	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
4	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
5	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
6	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
7	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
8	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1
9	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
	6				8			08				145				14568				

в

Фиг. 17



а

10-ый код	ДЕВЯТИПОЗИЦИОННЫЙ КОД									
	Y9	Y8	Y7	Y6	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	
	"0" "1"	"0" "1"	"0" "1"	"0" "1"	"0" "1"	"0" "1"	"0" "1"	"0" "1"	"0" "1"	"0" "1"
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

б

Фиг. 19

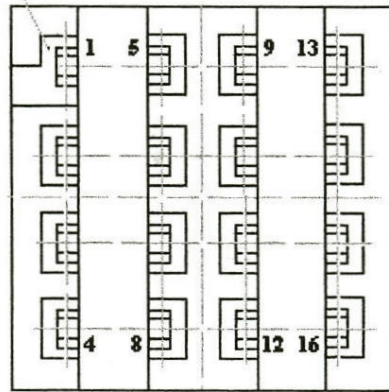
Режим управления динамический		Номер вывода КИ13-1	Индикатор
Строка 1	-Uc1	1	Y1
		2	Y2
		3	Y3
Строка 2	-Uc2	4	Y4
		8	Y8
		9	Y9
Строка 3	-Uc3	5	Y5
		6	Y6
		7	Y7
Колонка 1	+U1	10	Y1 Y7 Y8
Дец. точка	+U1д.т.	13	д.т.(1-7-8)
Колонка 2	+U2	11	Y2 Y6 Y9
Дец. точка	+U2д.т.	14	д.т.(2-6-9)
Колонка 3	+U3	12	Y3 Y4 Y5
Дец. точка	+U3д.т.	15	д.т.(3-4-5)

а

Режим управления статистический	Номер вывода КИ13-1	Индикатор
Y1	1	Y1
Y2	2	Y2
Y3	3	Y3
Y4	4	Y4
Y5	5	Y5
Y6	6	Y6
Y7	7	Y7
Y8	8	Y8
Y9	9	Y9
+Uпит	10	Y1 Y7 Y8
	11	Y2 Y6 Y9
	12	Y3 Y4 Y5
+Uд.т.	13	Y1-Y9 (д.т.)

б

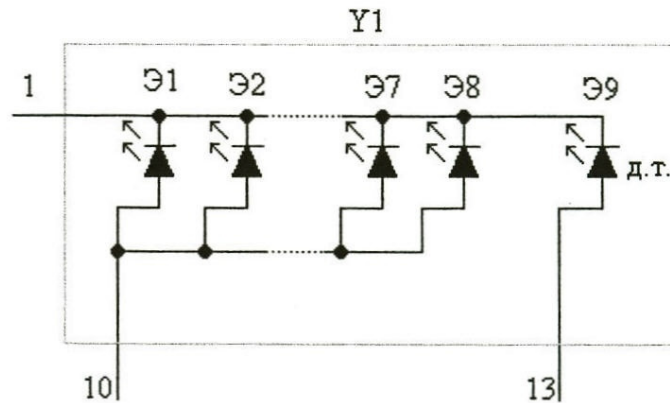
КЛЮЧ



в

Э1	Э2	Э3
Э8	Э9	Э4
Э7	Э6	Э5

г



д

Фиг.20