

19/11/71

Ф-912

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 5667

1196/2-71



Н.С. Фролов

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ДЕСЯТИЧНЫЕ СЧЕТЧИКИ
НА СТАТИЧЕСКИХ ТРИГГЕРАХ
И УСТРОЙСТВА ИНДИКАЦИИ

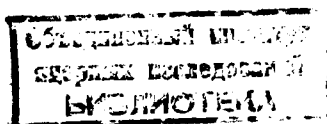
(Обзор советских и иностранных патентов)

1971

10 - 5667

Н.С. Фролов

**ДЕСЯТИЧНЫЕ СЧЕТЧИКИ
НА СТАТИЧЕСКИХ ТРИГГЕРАХ
И УСТРОЙСТВА ИНДИКАЦИИ**
(Обзор советских и иностранных патентов)



В В Е Д Е Н И Е

В большинстве современных вычислительных машин и различных автоматических, логических и информационных устройств используется информация, выраженная в двоичной форме. Там же, где требуется иметь выходные устройства или устройства связи человека с машиной, используются десятичные пересчетные схемы, позволяющие представлять информацию в наиболее привычной для человека десятичной форме. Поэтому вопросы, связанные с разработкой устройств, преобразующих числа из двоичной формы представления в десятичную и обратно, являются весьма актуальными.

За период с 1955 г. по 1970 г. Комитетом по делам изобретений и открытий СССР было выдано около 50 авторских свидетельств на способы и устройства десятичных счетных схем. За этот же период времени во Всесоюзную патентно-техническую библиотеку из США, Англии, ФРГ и других стран поступило более 300 описаний изобретений, относящихся к рассматриваемой теме.

Кроме того, за последние годы вышло несколько книг и статей, в которых рассматриваются вопросы, связанные с построением десятичных счетчиков (см., например, /1+4/).

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕСЯТИЧНЫХ ПЕРЕСЧЕТНЫХ УСТРОЙСТВ

Все разнообразие десятичных пересчетных устройств можно разделить по различным признакам:

- по используемым элементам: счетчики на статических и динамических элементах ;
- по количеству стабильных состояний используемых элементов: счетчики на элементах с двумя устойчивыми состояниями (двоичные) и счетчики на многустойчивых элементах (недвоичные) ;

- по конструктивному выполнению элементов, используемых в десятичных пересчетных устройствах: на электровакуумных лампах, на газоразрядных приборах, на полупроводниковых триодах, на управляемых диодах, на микрэлементях ;

- по быстрдействию ;

- по виду индикационного устройства: на лампах накаливания, на газоразрядных индикаторах, на люминесцентных индикаторах, на светодиодных матрицах.

Следует заметить, что вполне устоявшейся классификации десятичных счетчиков нет, поэтому возможны группировки рассматриваемых устройств и по другим признакам.

О КОДИРОВАНИИ ДЕСЯТИЧНЫХ ЧИСЕЛ

Для облегчения перехода из десятичной формы представления числа в двоичную и обратно удобно записывать десятичные цифры в так называемом двоично-десятичном коде.

Наиболее экономичны коды, в которых каждая десятичная цифра представляется четырьмя разрядами двоичного числа, то есть тетрадой.

Для представления 10 цифр можно использовать 16 тетрад, поэтому четырехзначный двоично-десятичный код может быть представлен $\sqrt[5]{P_{10}^{16}} = \frac{16}{6}$ способами. Только немногие из этих кодов изучены, и еще меньшее число их используется в реальных вычислительных устройствах.

В практике используются коды 242I (код Айкена), 52II (код Уайта), 742I, 532I, I247 код с избытком 3 (код Стибутца) и некоторые другие /1,2,4,5/. Для обеспечения помехоустойчивости в ряде случаев применяются коды, в которых десятичные цифры обозначаются комбинациями с большим количеством разрядов, чем

четыре. Распространенными являются семиэлементные коды: двоично-пятеричный и пятерично-двоичный /5/.

Для аналого-дискретных преобразований весьма широко используются так называемые рефлексные или циклические коды, характеризующиеся тем, что все содержащиеся в них комбинации последовательных чисел отличаются лишь на единицу.

ДЕСЯТИЧНЫЕ СЧЕТЧИКИ НА СТАТИЧЕСКИХ ТРИГГЕРАХ

Первыми исторически появились десятичные счетчики, построенные на статических триггерах с использованием электровакуумных ламп. Эти схемы соответствовали времени вычислительных устройств "первого поколения". Обычно схема счетчика состояла из четырех статических триггеров с двумя устойчивыми состояниями. Для уменьшения числа стабильных состояний счетчика с 16 до 10 в схему вводились обратные связи, схемы "И" и "ИЛИ". Впервые цепи обратной связи в схемах счетчиков применил Поттер в 1944 г. /6/. Для осуществления реверсирования счета предусматривались специальные цепи - триггер и логические схемы, разрешающие счет в прямом или обратном направлениях. Один из возможных вариантов построения декады представлен на рис. 1.

В литературе были проанализированы условия работы счетных схем на электровакуумных лампах. В частности, в /3/ показано, что максимальное быстродействие таких схем ограничивается временем пролета электронов в лампе.

Схемы с использованием триггеров на электровакуумных лампах позволяли работать до частот порядка 100 мгц, имели большие габариты, малую надежность и значительное потребление питания.

Рис. 2. Десятичный десятичный счетчик.

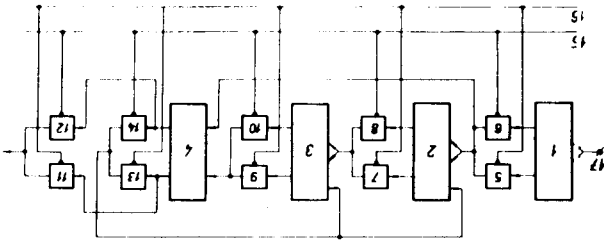
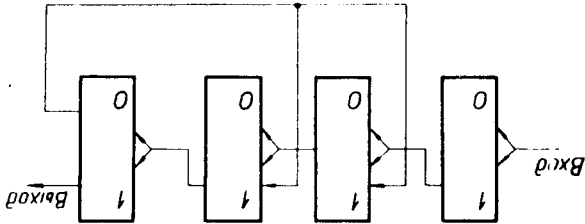


Рис. 1. Вариант построения декады.



Были предложены устройства, в которых устранялись некоторые из перечисленных недостатков. Так, например, В.Кроуп /П-1/ предложил десятичное пересчетное устройство, которое обладает пониженным потреблением тока.

Более подробно схемы декад на статических триггерах с использованием вакуумных ламп описаны в литературе /I+4/. В настоящее время счетчики с использованием электровакуумных ламп почти не применяются.

С развитием полупроводниковой техники стали появляться десятичные декады на триггерах, построенных на полупроводниковых приборах. Применение новых элементов и некоторые схемные решения позволили увеличить быстродействие и надежность работы схем, а также снизить габариты и энергопотребление устройств.

Одним из первых в технической литературе был описан реверсивный десятичный счетчик, состоящий из четырех последовательных двоичных счетчиков без дополнительных обратных связей /П-2/. Счетчик содержит четыре триггера I+4 (рис.2), которые соединены через клапаны 5+10. На шину I5 подан знак вычитания, на шину I6 - знак сложения.

Оригинальную схему двоично-десятичного реверсивного счетчика предложили Н.И.Гореликов и И.И.Кошевер /П-3/. Для исключения ненужных состояний в схеме используется форсированный пересчет запрещенных позиций за один такт работы вместо применяемых обычно обратных связей. Форсированный пересчет достигается введением временных устойчивых состояний для какого-либо элемента декады. Счетчик (рис.3) содержит статические триггеры Т1-Т4 со счетными входами и логические схемы "И".

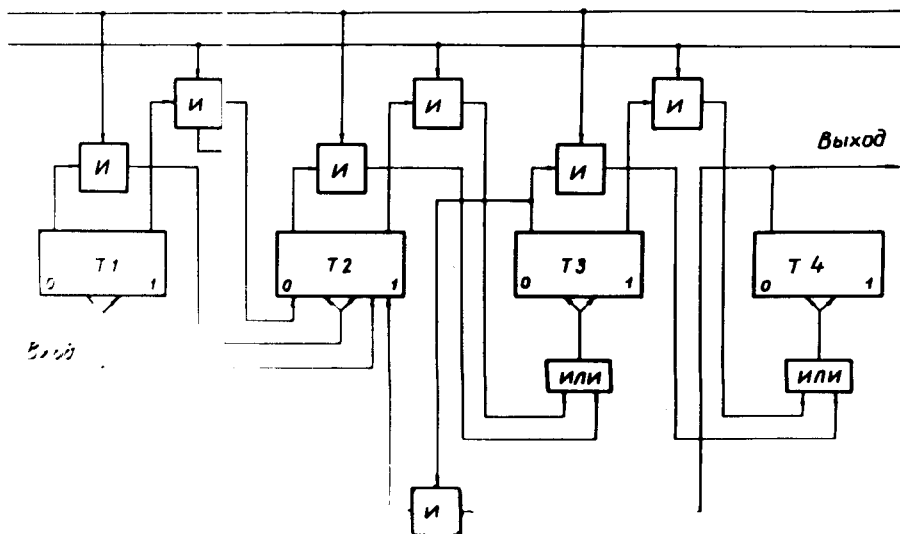


Рис. 3. Логическая схема двоично-десятичного реверсивного счётчика с форсированным пересчётом запрещённых позиций.

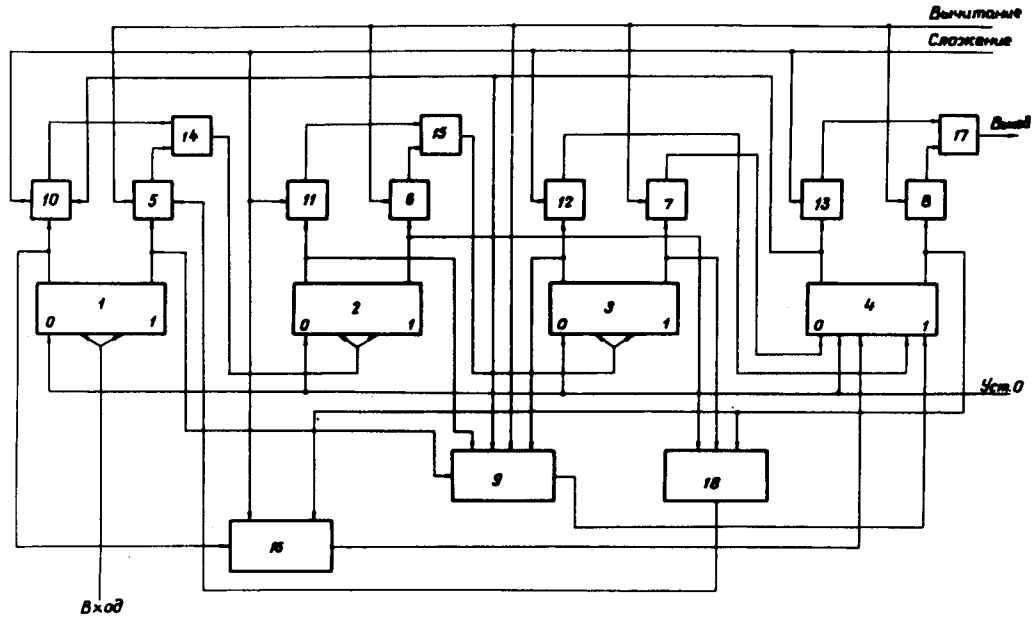


Рис.4. Десятичный реверсивный счётчик, работающий в коде 5211.

В.С.Иванов и И.Ф.Филиппов предложили десятичный реверсивный счетчик /П-4/, работающий в коде 52II при временном разделении выходных импульсов при счете как в прямом, так и в обратном направлениях, в схеме которого отсутствуют линии задержки (рис.4).

Схема двоично-десятичной счетной реверсивной декады с двумя дополнительными триггерами, на входы которых подаются входные сигналы тетрады, а также сигналы переполнения последнего каскада декады, описана в /П-5/. Благодаря наличию этих триггеров направление счета определяется не только входными сигналами, но и знаком содержимого тетрады.

Реверсивный двоично-десятичный счетчик /П-6/, работающий в циклическом коде и состоящий из четырех статических триггеров и схем совпадения, отличается специальным включением схем совпадения между триггерами (рис.5). Счетчик имеет два входа I,2 для четных и нечетных импульсов соответственно и состоит из четырех триггеров 3,4,5,6 и пяти схем совпадения 7,8,9,10,11.

Реверсивный десятичный счетчик, предложенный В.Л.Шинкаренко и В.Н.Шендеровичем /П-7/, содержит четыре триггера и вентили переноса и работает в коде 242I (рис.6).

При сложении число "1" записывается, как в обычном счетчике. При записи числа "2" происходит переключение триггера T4 из нулевого состояния в единичное и открывается вентиль B2. Далее счетчик считает как обычный двоичный пересчет. Так как в триггере T4 записана единица, то счетчик считает в коде 242I. После записи числа "9" следующим импульсом счетчик переводится в нулевое состояние. При вычитании, если в декаде был записан "0" (код 0000), вентиль B2 открыт, и поступивший на вход триггера T1 импульс устанавливает в счетчике число "9" (код IIII).

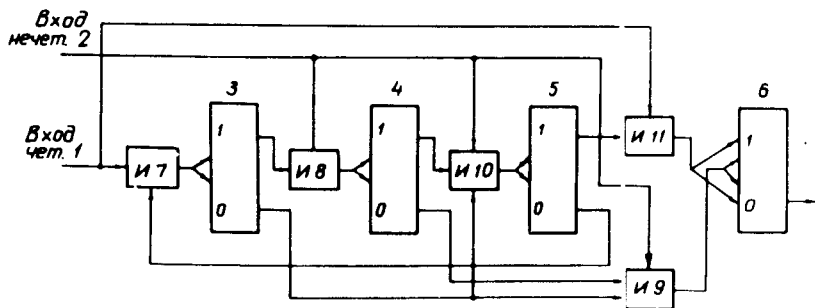


Рис.5. Реверсивный двоично-десятичный счётчик, работающий в циклическом коде.

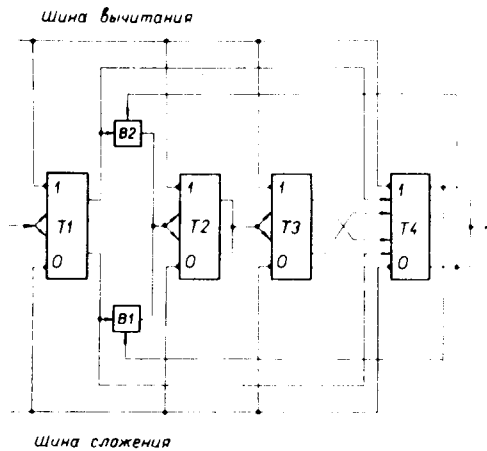


Рис.6. Реверсивный десятичный счётчик, работающий в коде 2421.

Следующий импульс установит число "8" (код III0). Вентиль В2 запирается, и следующий импульс устанавливает в счетчике число "7" (код OIII). Далее схема работает, как обычный двоичный счетчик.

В таком же коде работает десятичный счетчик, описанный Л.К.Рукиной и В.Г.Кноррингом /П-8/; схема отличается от предыдущей по-иному расположенными обратными связями, обеспечивающими десятичный счет.

Преимуществом двоично-десятичной реверсивной декады, предложенной В.Л.Минкаренко и Г.П.Батухиным /П-9/, является то, что в ней и в режиме сложения и в режиме вычитания используется обычный двоичный код. Схема устройства представлена на рис.7.

В 1969 г. Ю.Г.Миронович получил авторское свидетельство на схему реверсивного двоично-десятичного счетчика, построенного с использованием специальных триггерных ячеек с двумя счетными входами /П-10/ (рис.8). Счетчик работает в коде 2421. Смена кодовых состояний происходит в соответствии с таблицей I. Для достижения однозначности кодовой информации на выходе декады при сложении и вычитании одни счетные входы триггеров используются для сложения, а другие - для вычитания.

В некоторых схемах для повышения быстродействия вводится переключающаяся обратная связь. Так, например, В.А.Дунье предложена реверсивная двоично-десятичная декада, в которой используется этот прием /П-11/. На рис.9 представлена логическая схема декады. В устройстве используется двоично-десятичный код I248 для всех десятичных цифр, кроме 9, которая выражается кодовой комбинацией IIII.

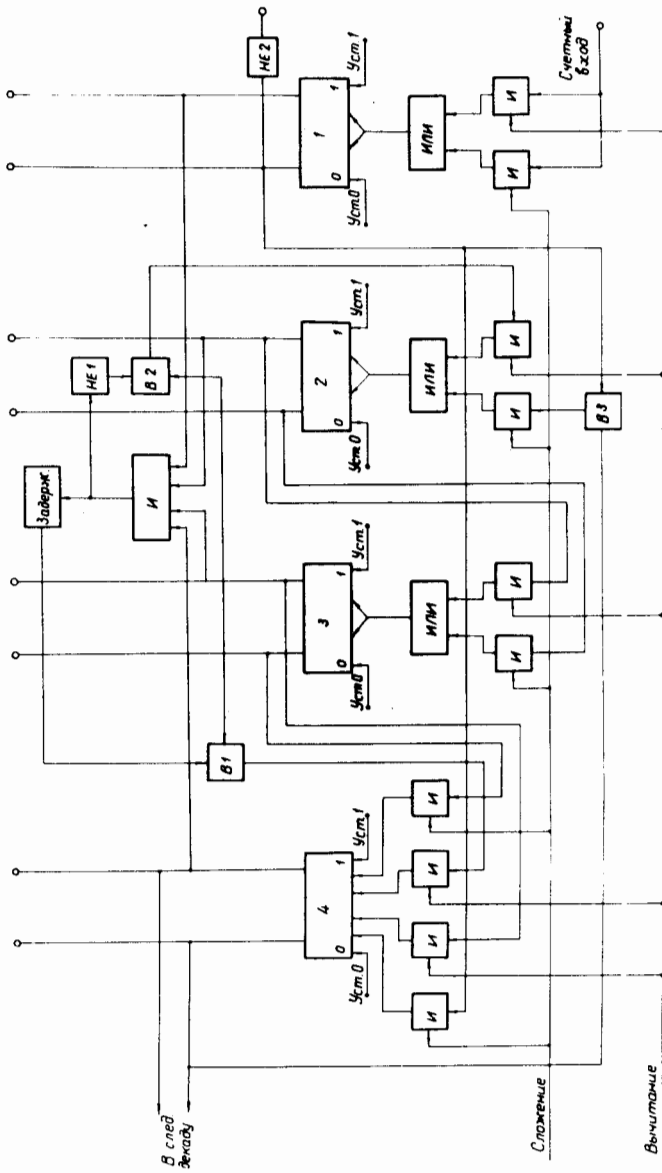


Рис. 7. Двоично-десятичная реверсивная декада.

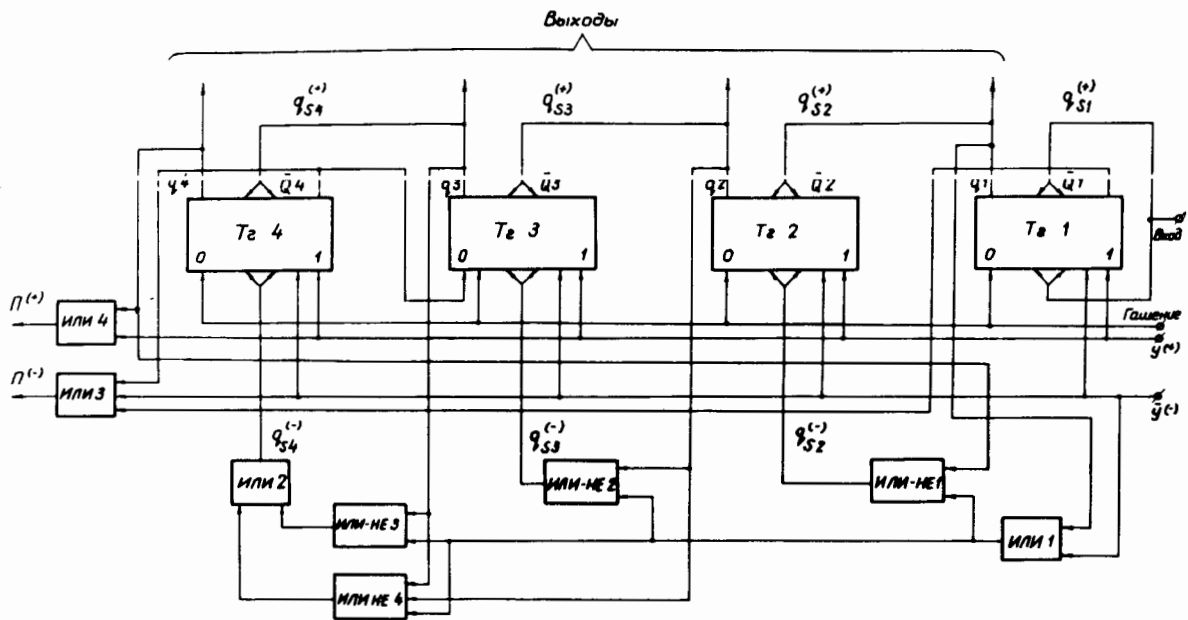


Рис.8. Двоично-десятичный счётчик с использованием триггерных ячеек с двумя счётными входами.

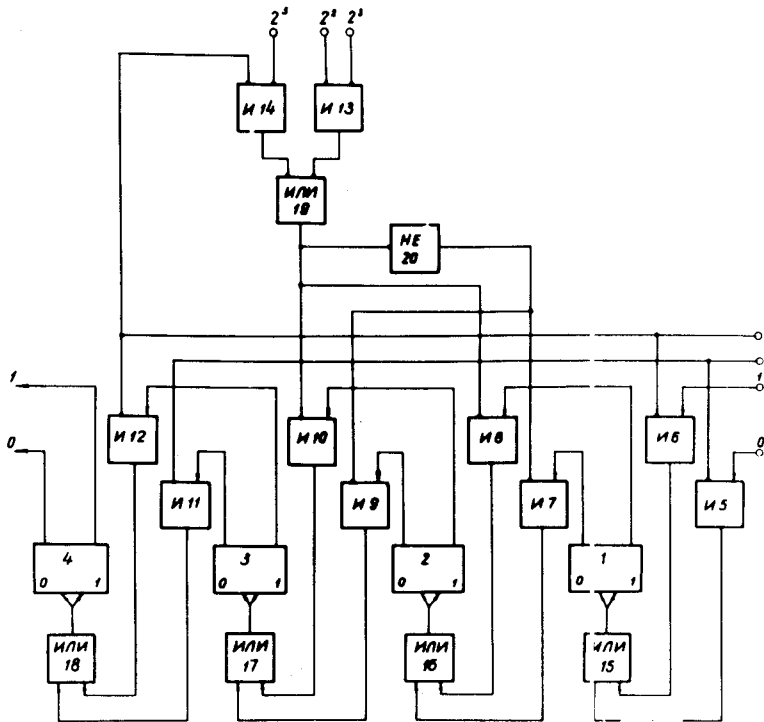


Рис.9. Логическая схема декады с переключающей обратной связью.

Таблица I.

Число входных импуль- сов	Двоичное изображение чисел на выходе	
	при сложении	при вычитании
0	0000	0000
1	0001	1111
2	0010	1110
3	0011	0111
4	0100	0110
5	0101	0101
6	0110	0100
7	1000	0011
8	1110	0010
9	1111	0001

Для повышения быстродействия предлагаются счетчики, содержащие больше, чем 4, число триггеров. Например, описанная в /П-12/ схема содержит 5 счетных триггеров и 2 триггера управления.

В ряде случаев используются схемы десятичных пересчетных устройств, содержащие делители с коэффициентом деления "2" и /5", что позволяет довести скорость счета до 200-300 мгц при наличии счетных декад, быстродействие которых может быть существенно ниже входной частоты. Такие устройства предложены, например, в /П-13 и П-14/.

Для расширения логических возможностей и универсализации структуры М.А.Гребенниковым предложена реверсивная пересчетная декада, содержащая одноразрядный регистр с дешифратором /П-15/.

Несколько предложений посвящено разработке реверсивных пересчетных декад, в состав которых входят узлы самоконтроля, в ряде случаев схемы декад строятся по более сложным, чем классическая тетрада, схемам.

Так, например, в /П-16/ предлагается схема реверсивной пересчетной декады, содержащая пять пересчетных триггеров, соединенных по "ленте Мёбиуса", логические схемы "И" и два триггера цепочки переноса.

УСТРОЙСТВА ИНДИКАЦИИ

Развитие вычислительной техники и широкое внедрение различных радиоэлектронных устройств с необходимостью приводит к развитию и дальнейшему усовершенствованию систем связи человека с машиной, поэтому вопросам визуализации информации уделяется весьма много внимания.

Прогресс в развитии элементов электронных схем в течение последних нескольких лет нашел отражение и в устройствах индикации; если в конце пятидесятых годов патентовались счетчики с устройствами индикации на лампах накаливания (см., например, /П-17/, или на электромагнитных реле и стрелочных приборах (см., например, /П-18/), то в настоящее время патентуются счетные схемы с устройствами индикации, использующими светодиодные матрицы, электролюминесцентные, оптоэлектронные и другие элементы. Большое внимание продолжает уделяться газоразрядным индикаторам /11/.

ЗНАКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

Индикаторы с постоянным набором цифр или символов появились сравнительно давно и в настоящее время продолжают широко использоваться. Для управления знаковыми индикаторами применяются схемы на транзисторах или управляемых диодах. Наиболее целесообразно использовать для управления знаковым индикатором схему с ключами на $n-p-n$ транзисторах, так как в этом случае она получается наиболее экономичной и простой.

В литературе /12/ описана достаточно простая схема управления знаковым индикатором с помощью полиатрона или многоанодного декатрона, который одновременно выполняет функции счетного и коммутаторного элемента.

Сегментные индикаторы

В обычных цифровых индикаторах катоды в форме символов располагаются друг за другом в колбе лампы. Недостатком такого прибора является ограниченность количества катодов и, следовательно, высвечиваемых символов (обычно не более 12). Кроме того, из-за наличия паралакса, возникающего при индикации цифр, находящихся в глубине лампы, увеличивается вероятность ошибки при считывании.

Отмеченных недостатков лишены приборы, в которых начертание цифр или других символов происходит засветкой отдельных сегментов.

Сегментные индикаторы фирмы "Burroughs" выпускаются размерами 19, 32, 45 и 64 мм, имеют оранжево-красное свечение и обеспечивают высокую четкость изображения. Так, лампа типа SY-1303 имеет символы высотой 64 мм, яркость свечения 550 нит, угол наблюдения 150° (что позволяет различать их на расстоянии до 30 м).

Японская фирма "Окава" запатентовала лампу Elfin, у которой для высвечивания каждого сегмента достаточен ток 0,5 ма. Это позволяет использовать для управления лампами интегральные схемы.

В /П-19, П-20, П-21 и П-22/ описаны индикаторы больших размеров, которые могут быть использованы не только в вычислительных устройствах, но и в различных информационных табло и оповестительных пунктах.

Предложены индикаторы с управлением как постоянным напряжением /П-20, П-22/, так и импульсным напряжением /П-19, П-21/. В случае использования импульсного напряжения в состав индикатора входят электроды памяти. У.Н. Стюв, США /П-23/ описал схему управления сегментным индикатором для воспроизведения арабских цифр для случая, когда вычислительная машина работает в двоично-восьмеричном коде. Схема декодирующего устройства представлена на рис.10. Индикаторы А+ 6 (см.рис11) включены между коллекторами и эмиттерами транзисторов. Если транзистор заперт, напряжение на его коллекторе велико и достаточно для поджига сегмента. В случае, если транзистор проводит, напряжение на его коллекторе падает, и индикатор гаснет.

В /П-24/ предлагается схема управления сегментным индикатором импульсным напряжением с устройством памяти. Устройство памяти обеспечивает сохранение нужной информации и после окончания действия управляющего импульсного напряжения. А+ 6 -индикаторные сегменты, расположенные на панели так, как показано на рис. 11. Схема системы представлена на рис. 12, ячейка памяти изображена на рис. 13. При подаче на шину 2 импульса напряжения лампа 30 вспыхивает и освещает фоторезистор 40, сопротивление которого падает, вследствие чего потенциал на резисторе 70 становится достаточным для поджига лампы 50. Последняя, зажигаясь, поддерживает фоторезистор 40 в состоянии высокой проводимо-

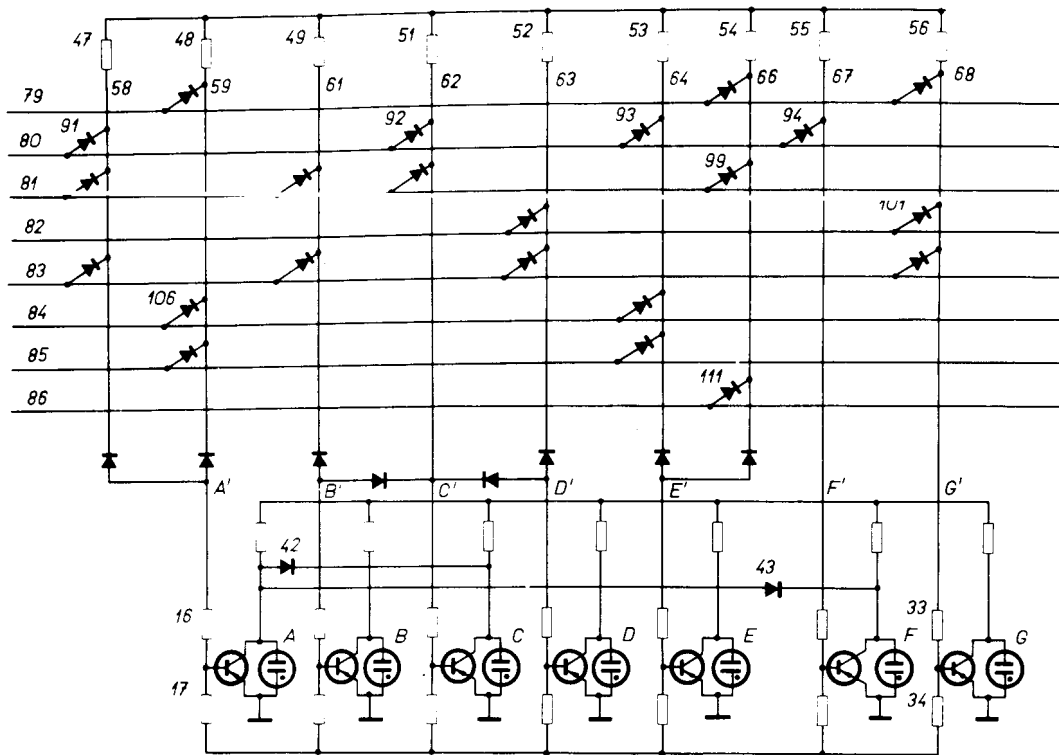
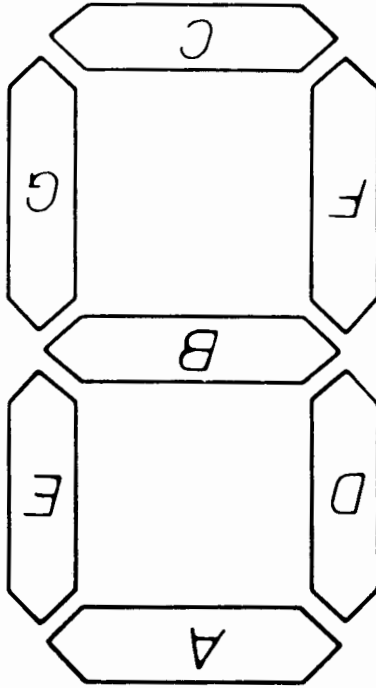


Рис. 10. Схема декодирующего устройства.

Рис. II. Герметичный индикатор.



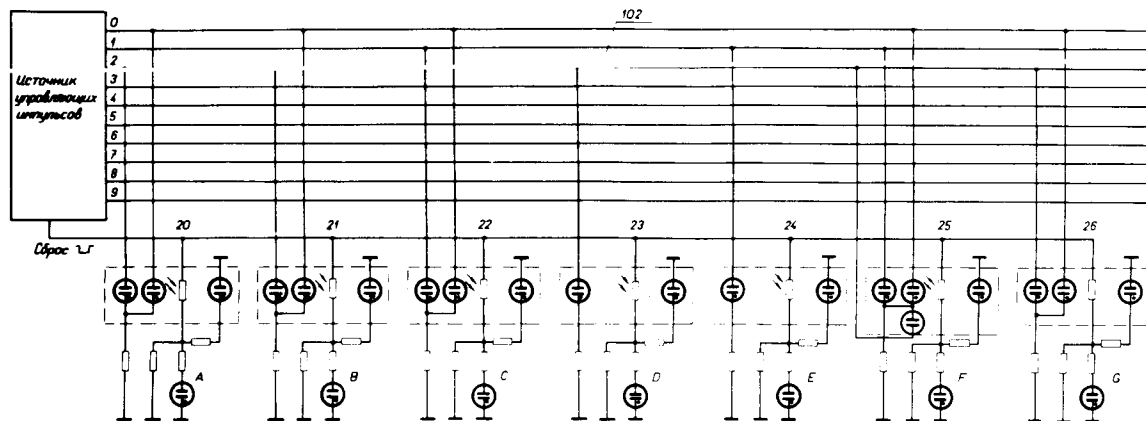


Рис. 12. Индикаторная система для воспроизведения арабских цифр с запоминающим устройством.

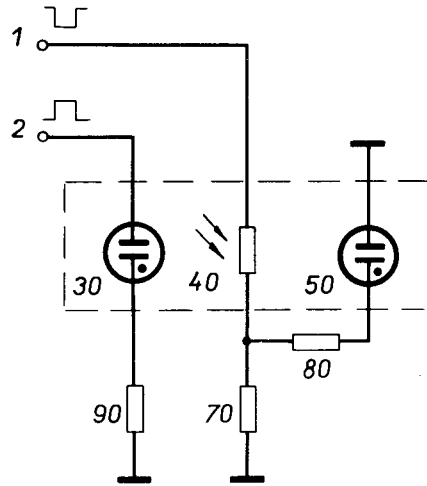


Рис.13. Ячейка памяти индикаторной системы.

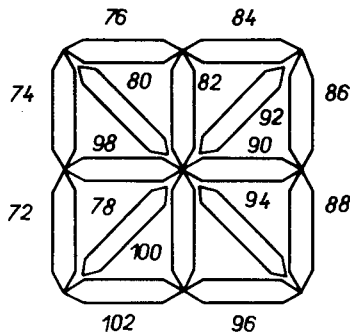


Рис.14. 16- элементный сегментный индикатор.

сти. Гашение лампы происходит подачей отрицательного импульса по цепи питания I, причем гасятся все лампы одновременно.

Для управления I6 – элементом сегментным индикатором (рис. I4) предложена декодирующая матрица (П-25, США, с Mathis), схема которой приведена на рис. I5. В качестве коммутирующих элементов используются газоразрядные диоды.

МАТРИЧНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

Матричные газоразрядные индикаторы характеризуются простой схем управления и большой разрешающей способностью по сравнению с другими типами индикаторных устройств.

Прообраз матричного индикатора запатентовал в 1958 году *A Shadowitz* /П-28/. Устройство содержало телевизионный экран, состоящий из двух пластин, на которых располагались анодные и катодные электроды. Пластины находились на некотором расстоянии друг от друга; пространство между пластинами заполнялось неоном. Аноды и катоды объединялись в шины, располагавшиеся взаимно перпендикулярно. Экран имел 220950 светящихся точек. Скоростные коммутаторы подключали к источнику питания соответствующие электроды индикатора, заставляя светящуюся точку перемещаться по экрану подобно тому, как это происходит в электронно-лучевых трубках.

В настоящее время созданы матричные индикаторы постоянного тока [П-22, П-26, П-27] и матричные индикаторы переменного тока [П-29].

Недавно было сообщено об опытах по переносу информации с матричных индикаторов на светочувствительную бумагу /12/. Для этого использовалось ультрафиолетовое излучение, имеющееся в

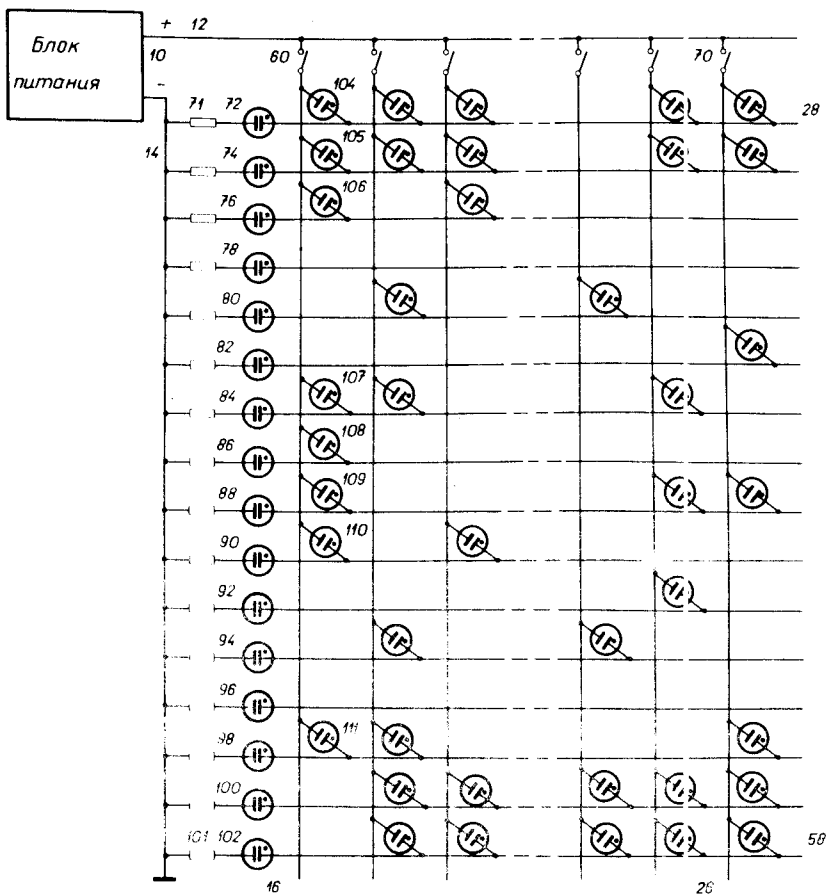


Рис.15. Схема декодирующей матрицы для управления 16-элементным сегментным индикатором.

плазменном разряде. Скорость записи информации при этом достигала до 500 страниц в секунду.

Для примера рассмотрим один из матричных индикаторов, описанный в /П-26/. Прибор представляет собой плоскую многослойную конструкцию (см.рис.16). Прибор содержит три слоя: два внешних и один средний.

Внешние слои 6 и 4 представляют собой панели из диэлектрика, например, из стекла; одна из панелей имеет участок, прозрачный для видимого света и служит индикаторной поверхностью прибора. Средний слой, изготавливаемый также из диэлектрика, имеет сотовую конструкцию и состоит из множества ячеек 10, разделенных стенками.

На внутренней поверхности слоя 4 имеется ряд параллельных катодных линейных проводников 16, расположенных вертикально, а на внутренней поверхности слоя 6 - ряд анодных проводников 18, расположенных горизонтально.

В /П-27/ описано устройство для получения визуальной индикации информации в двухмерном измерении, а в патенте /П-28/ предложено устройство для получения визуальных изображений в трех плоскостях.

Недавно появилось сообщение о разработке в Советском Союзе индикаторной панели плазменного типа /14/.

Устройства премерной индикации описаны в /15/.

МОЗАИЧНЫЕ ШИРОКОЭКРАННЫЕ ИНДИКАТОРЫ

В тех случаях, когда требуется быстрая запись и яркая индикация, применяются мозаичные индикаторы, в которых изображение получается засветкой определенных точек - газоразрядных

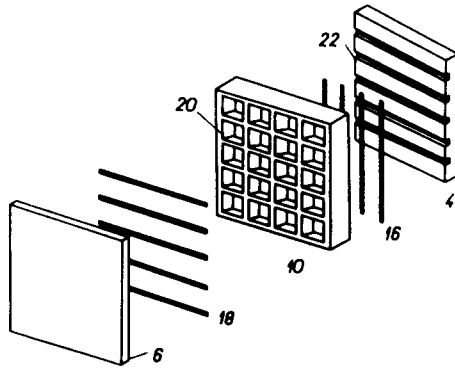
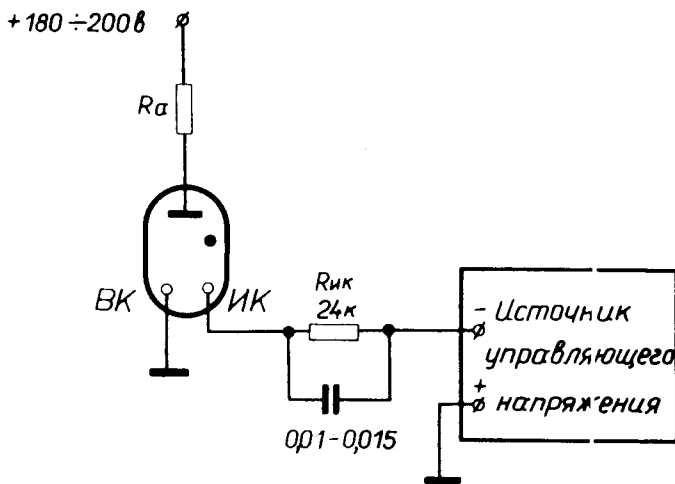


Рис.16. Схема устройства матричного индикатора.



ВК - вспомогательный катод
ИК - индикаторный катод

Рис.17. Схема включения низковольтного газоразрядного индикатора.

диодов или ламп накаливания. Такие индикаторы в литературе называют иногда широкоэкранными или устройствами отображения информации коллективного пользования. Количество светящихся точек в широкоэкранных индикаторах может достигать до 18 млн при размере экрана до нескольких квадратных метров. При построении таких индикаторных устройств на первое место выдвигается проблема обеспечения надежности устройства и прежде всего проблема надежности схем управления индикаторов /П-30, П-31/.

НИЗКОВОЛЬТНЫЕ ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

В последнее время были разработаны газоразрядные низковольтные индикаторы с перебросом разряда, принципиальная схема включения которого приведена на рис.17. В отсутствие входного сигнала разряд горит между анодом и вспомогательным катодом. Разряд на индикаторный катод не перебрасывается из-за наличия резистора $R_{ик}$. При подаче на индикаторный катод отрицательного сигнала ток в цепи ИК скачкообразно возрастает, и наблюдается свечение индикаторного катода. Конструктивное выполнение электродов таково, что наблюдается только свечение разряда на индикаторном катоде. При уменьшении сигнала ниже определенной величины разряд на ИК прекращается и возвращается на вспомогательный катод.

В Советском Союзе выпускается тиратрон тлеющего разряда типа ТИ6Б /16/, предназначенный для индикации малых напряжений. Он управляется сигналом амплитудой 4в при токе в несколько мка.

АНАЛОГОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

В ряде случаев удобно иметь индикаторы, в которых размер светящейся области зависит от значения измеряемой величины — так называемые аналоговые индикаторы. Так, например, индикатор, предложенный Ю.А.Титовым /П-32/, представляет собой колбу с расположенными внутри нее катодами, управляющими сетками и анодом, причем длины управляющих сеток, расположенные коаксиально вокруг катода, выбираются пропорционально весу разрядов кода, который подается на индикатор.

ИНДИКАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА С ОПТОЭЛЕКТРОННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Следует остановиться еще на одном типе индикаторных устройств — устройств с применением оптоэлектронных элементов, хотя они еще не получили широкого распространения, но в скором времени, очевидно, будут использоваться весьма широко.

Например, в /17/ приведена схема устройства управления знаковым индикатором с использованием оптоэлектронных триггеров (см. рис. 18).

Быстродействие таких схем ограничивается фоторезисторами; в настоящее время минимальное время переключения аналогичных устройств составляет 5 мсек. Мощность, потребляемая одной электролюминесцентной ячейкой и фоторезистором, составляет около 100 мвт.

Размеры описанной конструкции, выполненной по пленочной технологии, составляют $50 \times 50 \text{ мм}^2$.

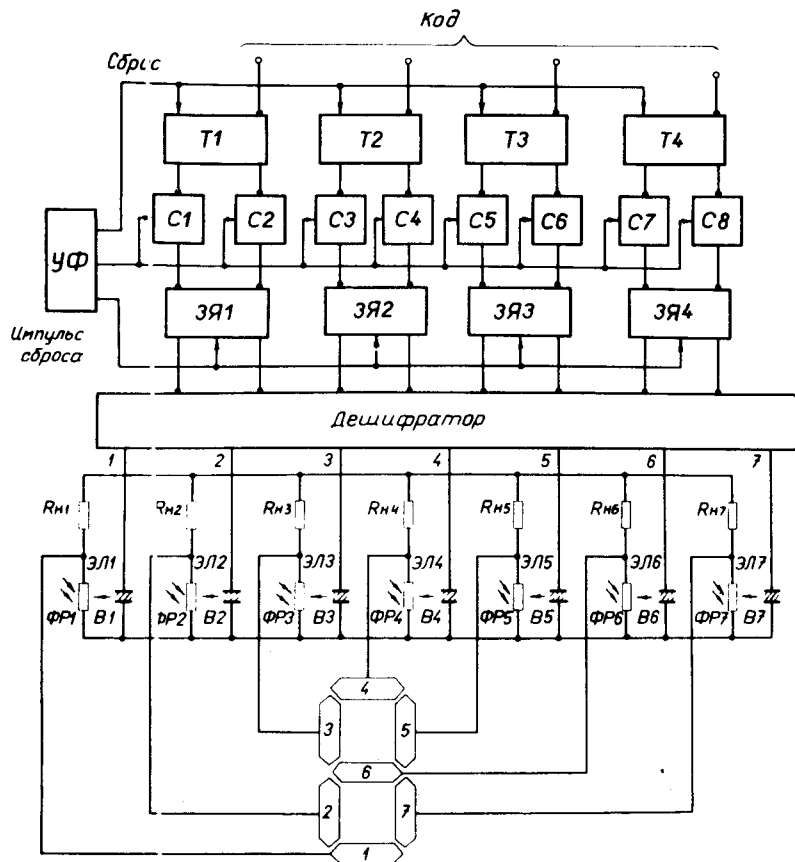


Рис.18. Схема устройства управления знаковым индикатором с использованием оптоэлектронных триггеров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя описанные в патентной литературе последних лет схемы реверсивных пересчетных декад, можно сделать вывод, что в течение ближайшего времени, по-видимому, пересчетные реверсивные декады будут выполняться как на дискретных элементах (см., например, /7/), так и на интегральных микросхемах /8,9/.

Из анализа тенденций развития устройств индикации можно сделать вывод, что в будущем следует ожидать еще более интенсивного развития средств визуализации информации. Очевидно, будут развиваться оптоэлектронные элементы, устройства с использованием светодиодных матриц и светодиодов, низковольтные газоразрядные, а для больших индикаторных панелей будут использоваться матричные и мозаичные индикаторы. Очевидно, в ближайшие годы следует ожидать дальнейшего развития индикаторных устройств, обеспечивающих получение двумерных, трехмерных, а также многоцветных изображений.

В заключение автор пользуется приятной возможностью выразить искреннюю благодарность Э.В.Козубскому за поддержку работы, В.Н.Замрю, А.Н.Синаеву и С.В.Медведеву за полезные обсуждения, а также М.М.Сергеевой и Г.В.Чумаковой за помощь при подборе литературы.

С П И С О К

использованных патентов и авторских свидетельств

№ п/п	Страна	№ патента, авторского сви- детельства	Класс	Год
П-1	СССР	125944	42m, I4	1960
П-2	СССР	133684	42m, I4	1960
П-3	СССР	174008	42m, I4/03	1965
П-4	СССР	191897	42m, I4	1967
П-5	Япония	24337	II4A5I5	1965
П-6	СССР	194423	42m, I4	1967
П-7	СССР	180853	42m, I4/03	1966
П-8	СССР	174841	42m, I4/03	1965
П-9	СССР	216792	2Ia ^I , 36/22	1968
П-10	СССР	230877	2Ia ^I , 36/22	1969
П-11	СССР	231894	42m ³ , 5/00	1968
П-12	СССР	254230	42m ⁷ , 3/04	1969
П-13	СССР	233308	42m ⁷ , 5/00	1969
П-14	СССР	153609	42m, I4	1963
П-15	СССР	243288	42m ⁷ , 3/00	1969
П-16	СССР	238249	42m ⁷ , 5/00	1969
П-17	СССР	118555	I2g, I80I	1959
П-18	СССР	125843	I2g, I8/0I	1960
П-19	США	3237040	3I3-I09.5	1966
П-20	США	3237154	3I3-I09.5	1967
П-21	США	3187320	340-336	1965
П-22	США	3260880	3I3-I09.5	1966

№ п/п	Страна	№ патента, авторского сви- детельства	Класс	Год
И-23	США	3146436	340-336	1964
И-24	США	3213441	340-324	1965
И-25	США	3032606	315-189	1962
И-26	США	2933648	315-169	1960
И-27	США	3013182	315-169	1960
И-28	США	2749480	315-169	1956
И-29	США	2847615	315-84.6	1958
И-30	ФРГ	1050095	42m, 14	1955
И-31	США	2984765	315-169	1961
И-32	СССР	266385	42m ⁵ , 3/00	1970
И-33	СССР	254898	42m, 3/04	1969
И-34	СССР	244749	42m ⁷ , 3/00	1969
И-35	СССР	207477	21a ¹ , 36/22	1968
И-36	СССР	154729	42m, 14/03	1963
И-37	СССР	134916	42m, 14	1961
И-38	ГДР	44810	21a ¹ , 36/22	1965
И-39	США	3151252		1964
И-40	США	3222503	235-92	1962
И-41	СССР	151886	42m, 14	1962
И-42	Великобритания	1103110	6, 4 A	1965
И-43	Великобритания	1103280	6, 4 A	1966
И-44	Великобритания	1100191	6, 4 A	1965
И-45	Великобритания	110008	6, 4 A	1965
И-46	Великобритания	1100262	6, 4 A	1964

№№ пп	Страна	№ патента авторского сви- детельства	Класс	Год
П-47	Великобритания	III332I	6, 4 A	1965
П-48	СССР	2I9932	42m ⁷ , I/I0	1968
П-49	СССР	I56578	2Ia ^I , 36/22	1963
П-50	СССР	I57562	42m, I4/03	1963
П-5I	СССР	I64479	42m, I4/03	1964
П-52	СССР	I6559I	42m, I4/03	1964
П-53	СССР	209062	42m, I4	1968
П-54	СССР	243288	42m ⁷ , 3/00	1969
П-55	СССР	268495	2Ia ^I , 36/22	1970
П-56	СССР	24II27	42m ⁷ , 5/00	1969
П-57	СССР	285055	2Ia ^I , 36/22	1970
П-58	СССР	25I927	42m ³ , 3/I4	1969
П-59	СССР	25I924	42m ³ , 3/I4	1969
П-60	СССР	25I925	42m ³ , 3/I4	1969
П-6I	СССР	25I922	42m ³ , 3/I4	1969
П-62	СССР	265559	42m ³ , 3/I4	1970
П-63	СССР	265558	42m ³ , 3/I4	1970
П-64	СССР	265560	42m ³ , 3/I4	1970
П-65	СССР	266854	2Ia ^I , 37/30	1970
П-66	СССР	254884	42m ³ , 3/I4	1969
П-67	СССР	254663	2I g, I2/0I	1969
П-68	СССР	268748	42m, I4	1970
П-69	СССР	206I7I	42m, I4	1968
П-70	СССР	204698	42m, I4	1967

Л и т е р а т у р а

1. Б.В.Анисимов, В.Н.Четвериков. Основы теории и проектирования ЭЦВМ, изд.Высшая школа, Москва, 1970 г.
2. А.А.Санин. Электронные приборы ядерной физики, изд.Наука, Москва, 1964 г.
3. С.В.Медведь, В.Г.Зинов. Ламповые быстродействующие пересчетные схемы, препринт ОИЯИ, № 518, Дубна, 1960.г.
4. А.П.Цитович. Ядерная электроника, Москва, 1965 г.
5. Е.А.Супрун. Первичные коды, изд. Связь, Москва, 1970 г.
6. J. Patter, *Electronics* , (1944), 17, 110.
7. А.С.Кузнецов, Н.С.Фролов, препринт ОИЯИ, 10-4528, Дубна, 1969 г.
8. Введение в микроэлектронику под редакцией И.П.Степаненко, изд.Советское радио, Москва, 1968 г.
9. Ю.Е.Наумов. Интегральные логические схемы, изд.Советское радио, Москва, 1970 г.
10. А.М.Бердичевский, Е.В.Новиков, Л.А.Чуракова. Газоразрядные индикаторы за рубежом. Институт "Электроника", Москва, 1969 г.
11. Н.В.Григорьева и др. Газоразрядные приборы за рубежом, 1968 г.
12. *Natta and others, Radio and Electronic Engngs, 26, NS, 1965*
13. *Slottow, Electronic News, 1964, v.14, n 708*
14. В.Г.Данилов и др. Автометрия, 1970 г., № 5, стр.129.
15. В.А.Леонов. Трехмерная индикация. Энергия, Ленинград, 1970 г.
16. Газоразрядные индикаторы. А.Б.Покрываило, В.А.Торгоненко, Ф.М.Яблонский. Труды седьмой конференции по ядерной электронике, том 2, ч.1, стр. 135-144, Атомиздат, Москва, 1969 г.
17. В.Ю.Хоруженко, В.И.Золотаревский, В.А.Сталоверов. Применение оптоэлектронных элементов в некоторых логических схемах. Сборник "Микроэлектроника" под редакцией Ф.В.Лукина, выпуск 3, стр. 418-431. Изд-во "Советское радио", 1969 г.

Рукопись поступила в издательский отдел

4 марта 1971 года.