Электрические параметры при $T_{окр}=25°$ С

Входной ток в состоянии логического 0 при $U_{вх}=0{,}4$ В, не более . . . . . 800 мкА

Входной ток в состоянии логической 1 при $U_{вх}=2{,}4$ В, не более . . . . . 40 мкА

Выходной ток в состоянии логического 0 при $U_{вых}=1{,}25$ В, не более . . . . . 200 мкА

Выходной ток в состоянии логической 1 при $U_{вых}=1{,}7$ В, не более:

514ИД4А . . . . . 13 мА

514ИД4Б . . . . . 26 мА

514ИД4В . . . . . 52 мА

Выходной ток в состоянии логической 1 при $U_{вых}=3$ В, не менее:

514ИД4А . . . . . 7 мА

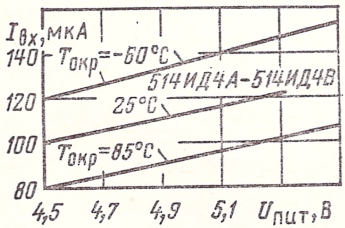
514ИД4Б . . . . . 14 мА

514ИД4В . . . . . 28 мА

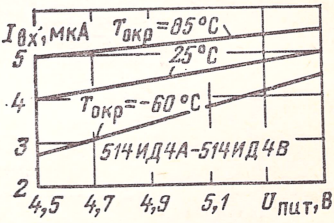
Ток потребления при выключенных сегментах индикатора не более . . . . . 60 мА

Предельные эксплуатационные данные

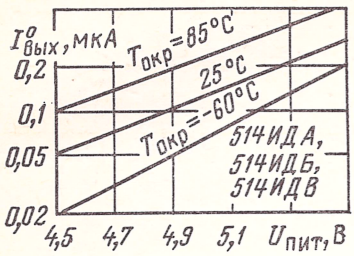
Напряжение питания . . . . . (5±0,5) В
Входное напряжение . . . . . —0,3÷ +5,5 В
Диапазон рабочей температуры . . . . . —60÷ +85 °С



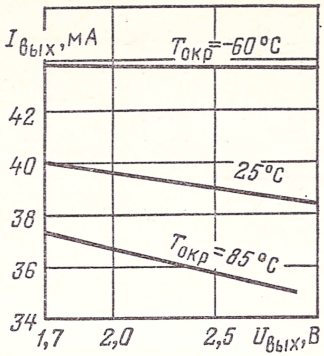
Типовые зависимости входного тока в состоянии логического 0 от напряжения питания при различных значениях температуры окружающей среды



Типовые зависимости входного тока в состоянии логической 1 от напряжения при различных значениях температуры окружающей среды



Типовые зависимости выходного тока в состоянии логического 0 от напряжения питания при различных значениях температуры окружающей среды



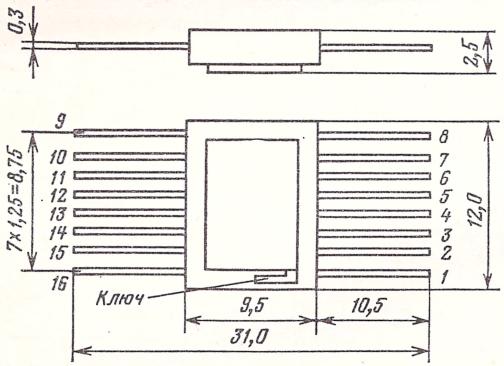
Выходная вольт-амперная характеристика в состоянии логической 1 при различных значениях температуры окружающей среды

К514ПР1, 514ПР1

Преобразователи цифрового 4-разрядного слова в сигналы 7-сегментного кода с внутренним регистром памяти.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе.

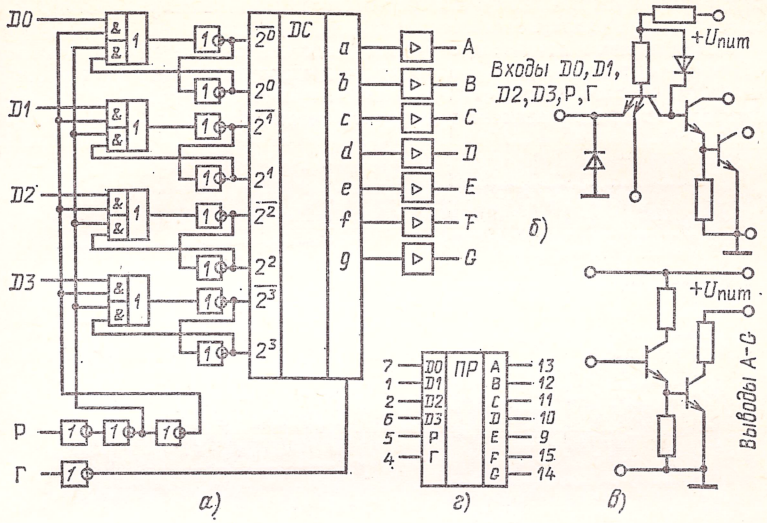
Предназначены для управления полупроводниковыми 7-сегментными цифро-буквенными индикаторами на основе светоизлучающих диодных структур с разъединенными катодами.



Графическое обозначение микросхемы приведено ниже.

Назначение выводов: *D0—D3* — информационные входы, предназначенные для приема 4-разрядного двоичного слова; *Г* — вход гашения; *Р* — вход памяти; *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G* — выходы с открытым коллектором, подключаемые к сегментам индикатора; *16* — $U_{пит}$; *8* — общий.

Дешифрирование входных сигналов происходит при установлении



Микросхема К514ПР1:

а — функциональная схема; *б* — принципиальная электрическая схема входных каскадов; *в* — схема выходов; *г* — условное графическое обозначение

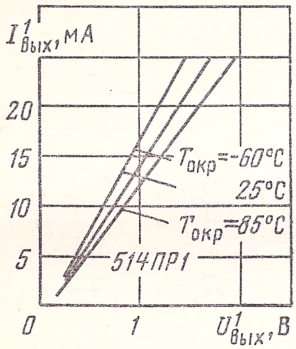
высокого логического уровня на входе *Г* и низкого логического уровня на входе *Р*. При указанных условиях микросхема функционирует по следующему логическому закону соответствия входной (на выводах *D3*, *D2*, *D1*, *D0*) и выходной (на выводах *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*) информации. В скобках указан соответствующий символ, индицируемый индикатором:

0000–1111110 (0), 0001–0110000 (1), 0010–1101101 (2),
0011–1111001 (3), 0100–0110011 (4), 0101–1011011 (5),
0110–1011111 (6), 0111–1110000 (7), 1000–1111111 (8),
1001–1111011 (9), 1010–1100111 (P), 1011–0001110 (L),
1100–1001110 (C), 1101–0110111 (H), 1110–0000001 (–),
1111–0000000 (символ не индицируется).

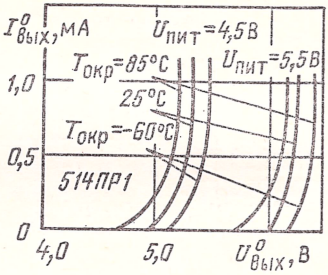
Если в некоторый момент работы микросхемы на вход *Р* поступает сигнал высокого логического уровня, а на входе *Г* сохраняется уровень логической 1, то на выходах микросхемы запоминается тот набор сигна-

лов, который существовал до изменения логического состояния входа P, а на индикаторе сохраняется соответствующий символ.

Сигнал низкого логического уровня, поступающий на вход $Г$ (гашение), переводит все выходы микросхемы в состояния логических нулей независимо от того, какая информация поступает на отдельные входы; в этом случае ни один сегмент индикатора не возбужден.



Типовые зависимости выходного тока от выходного напряжения в состоянии высокого логического уровня при различных значениях температуры окружающей среды



Типовые зависимости выходного тока от выходного напряжения в состоянии низкого логического уровня при различных значениях напряжения питания и температуры окружающей среды

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входной ток в состоянии логического 0 при $U_{вх}=0{,}4$ В . —1,6 мА

Входной ток в состоянии логической 1 при $U_{вх}=2{,}4$ В:

на входах *D0*, *D1*, *D2*, *D3*, *Г* . . . . . 70 мкА

на входе *P* . . . . . 100 мкА

Входной ток в состоянии логической 1 при $U_{вх}=5{,}25$ В 1 мА

Входной ток в состоянии логического 0 при $U_{вх}=5{,}25$ В 0,2 мА

Выходной ток в состоянии логической 1 при $U_{вых}=1{,}3$ В 16—24 мА

Ток потребления не более:

К514ПР1 . . . . . 65 мА

514ПР1 . . . . . 60 мА

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания:

К514ПР1 . . . . . (5±0,25) В

514ПР1 . . . . . (5±0,5) В

Входное напряжение . . . . . —0,3÷ +5,5 В

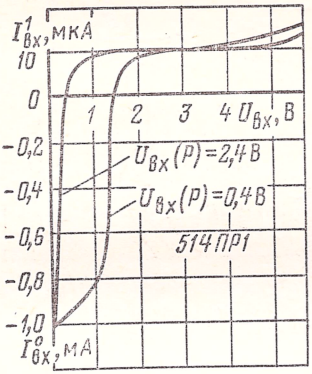
Выходное напряжение на открытом коллекторе транзистора в выключенном состоянии . . . . . 5,25 В

Выходной ток через открытый коллектор транзистора, находящегося во включенном состоянии . . . 27 мА

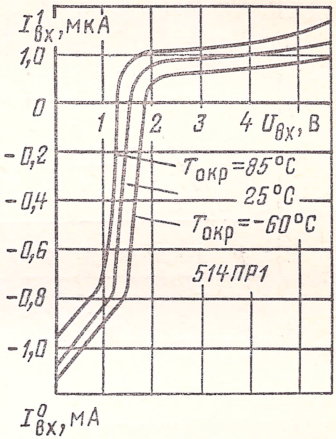
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:

К514ПР1 . . . . . —10÷ +70 °С

514ПР1 . . . . . —60 ÷ +85 °С



Зависимости входного тока от входного напряжения в состояниях высокого и низкого логических уровней на входе памяти



Типовые зависимости входного тока от входного напряжения в диапазоне предельной рабочей температуры окружающей среды

К555ИД18, КМ555ИД18

Дешифраторы 4-разрядного двоичного кода в сигналы 7-сегментного кода. Изготавливаются на основе технологии ТТЛ с диодами Шотки. Выпускаются: К555ИД18 — в пластмассовом, а КМ555ИД18 — в керамическом 16-выводных корпусах.

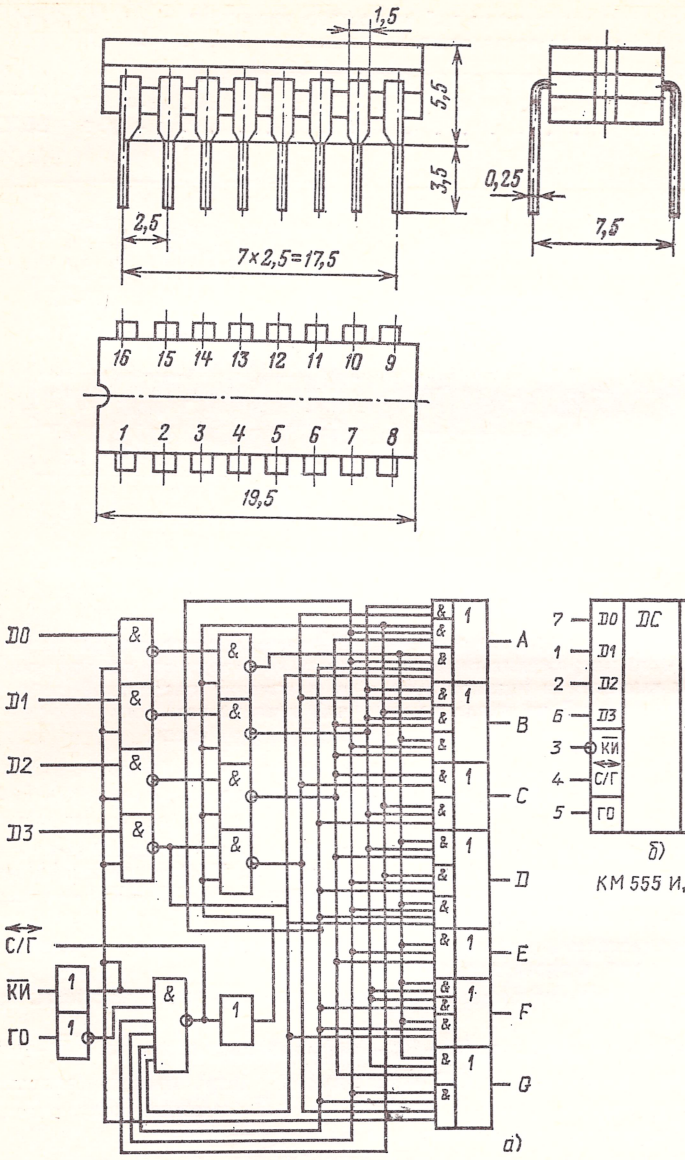
Предназначены для управления 7-сегментными цифро-буквенными индикаторами с разъединенными катодами.

Функциональная схема и графическое обозначение микросхемы приведены ниже.

Назначение выводов: *D0—D3* — информационные входы; $\overline{КИ}$ — вход контроля индикации; $\overleftrightarrow{С/Г}$ — вход/выход (стробирование/гашение); *Г0* — вход гашения нуля; $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$, $\overline{D}$, $\overline{E}$, $\overline{F}$, $\overline{G}$ — выходы, подключаемые к катодам сегментов индикатора; *16* — $U_{пит}$; *8* — общий.

Микросхема может работать в одном из четырех режимов.

Первый режим — дешифратор выполняет функцию непосредственной индикации. На входах $\overline{КИ}$, *Г0*, $\overleftrightarrow{С/Г}$ устанавливается высокий логический уровень напряжения.



Микросхемы К555ИД18:

а — функциональная схема; *б* — условное графическое обозначение

Логическая взаимосвязь входных и выходных сигналов определяется следующими соответствиями:

0000 (на входах *D3, D2, D1, D0*), 0000001 (на выходах $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$, $\overline{D}$, $\overline{E}$, $\overline{F}$, $\overline{G}$), при этом индикатор отобразит (0); 0001–1001111 (1), 0010–0010010 (2), 0011–0000110 (3), 0100–1001100 (4), 0101–0100100 (5), 0110–0100000 (6), 0111–0001111 (7), 1000–0000000 (8), 1001–0000100 (9), 1010–1110010 (E), 1011–1100110 (H), 1100–1011100 (L), 1101–0110100 (P), 1110–1110000 (t), 1111–1111111 (знака нет).

Второй режим — это так называемый режим «закрытых выходов». Устанавливается путем перевода входа $\overleftrightarrow{C/\Gamma}$ в состояние низкого логического уровня. В данном режиме все выходы дешифратора оказываются в выключенном состоянии — на индикаторе ни один сегмент не возбужден.

Третий режим — дешифрирование входных сигналов «без нуля». На входе $\overline{КИ}$ устанавливается уровень логической 1, а на входе *ГО* — уровень логического 0. В этом режиме входная двоичная информация 0000 не дешифрируется в сигналы, соответствующие отображению на индикаторе нулей, а переводит все выходы в закрытое состояние. При этом на выводе $\overleftrightarrow{C/\Gamma}$, который в данном режиме выполняет роль выхода, формируется сигнал низкого логического уровня. Все остальные комбинации двоичных 4-разрядных чисел, поступающих на информационные входы, дешифрируются аналогично первому режиму. Третий режим работы дешифратора используется для организации гашения левых нулей.

Четвертый режим — контроль индикатора. На входе $\overline{КИ}$ устанавливается низкий логический уровень, а на выводе $\overleftrightarrow{C/\Gamma}$ — высокий логический уровень напряжения. В этом режиме все выходы дешифратора открыты и на индикаторе высвечивается $\frac{|-|}{|-|}$, что позволяет проверить работоспособность всех сегментов индикатора. Такая профилактическая процедура необходима через определенные промежутки времени, так как необнаруженный выход из строя хотя бы одного сегмента индикатора может внести грубую ошибку при отсчете числа.

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

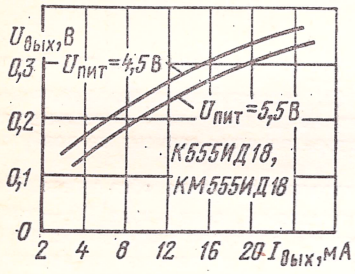
Входной ток в состоянии логического 0, не более:

на выводе $\overleftrightarrow{C/\Gamma}$	—1,2 мА
на остальных входах	—0,4 мА
Входной ток в состоянии логической 1, не более	250 мкА
Выходное напряжение в состоянии логического 0, не более	0,5 В
Выходное напряжение в состоянии логической 1, не менее	2,4 В
Ток потребления, не более	13 мА
Среднее время задержки сигнала	100 нс

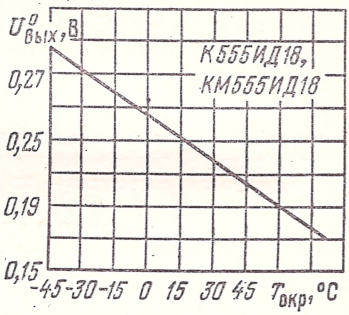
Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания [допускается приложение кратковременного (не более 5 мс) напряжения питания до 7 В]	4,75—5,25 В

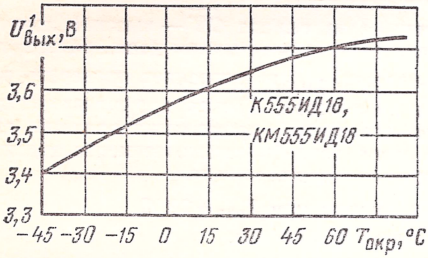
Входное напряжение	7 В
Выходное напряжение на выходах $\bar{A}$, $\bar{B}$, $\bar{C}$, $\bar{D}$, $\bar{E}$, $\bar{F}$, $\bar{G}$ в закрытом состоянии	15 В
Выходной ток на выводе $\overleftarrow{C/\Gamma}$	—2÷ —0,3 мА
Емкость нагрузки	150 пФ
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
К555ИД18	—10÷ +70 °С
КМ555ИД18	—45÷ +85 °С



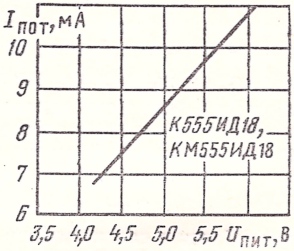
Типовые зависимости выходного напряжения в состоянии низкого логического уровня от выходного тока при различных значениях напряжения питания



Типовая зависимость выходного напряжения в состоянии низкого логического уровня от температуры окружающей среды



Типовая зависимость выходного напряжения в состоянии высокого логического уровня от температуры окружающей среды

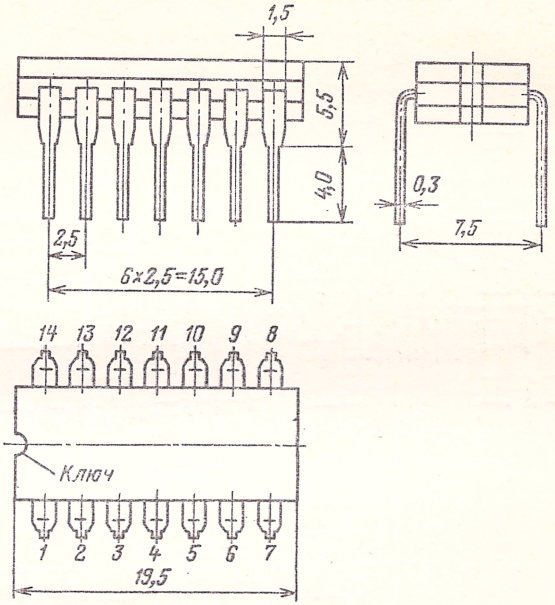


Типовая зависимость тока потребления от напряжения питания

К566ИД1

Дешифраторы 4-разрядного двоичного кода в сигналы 7-сегментного кода. Изготавливаются на основе кремниевых КМОП-структур. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 2 г.

Предназначены для управления 7-сегментными цифро-буквенными индикаторами с разъединенными катодами сегментов в аппаратуре, требующей микромощного режима работы.

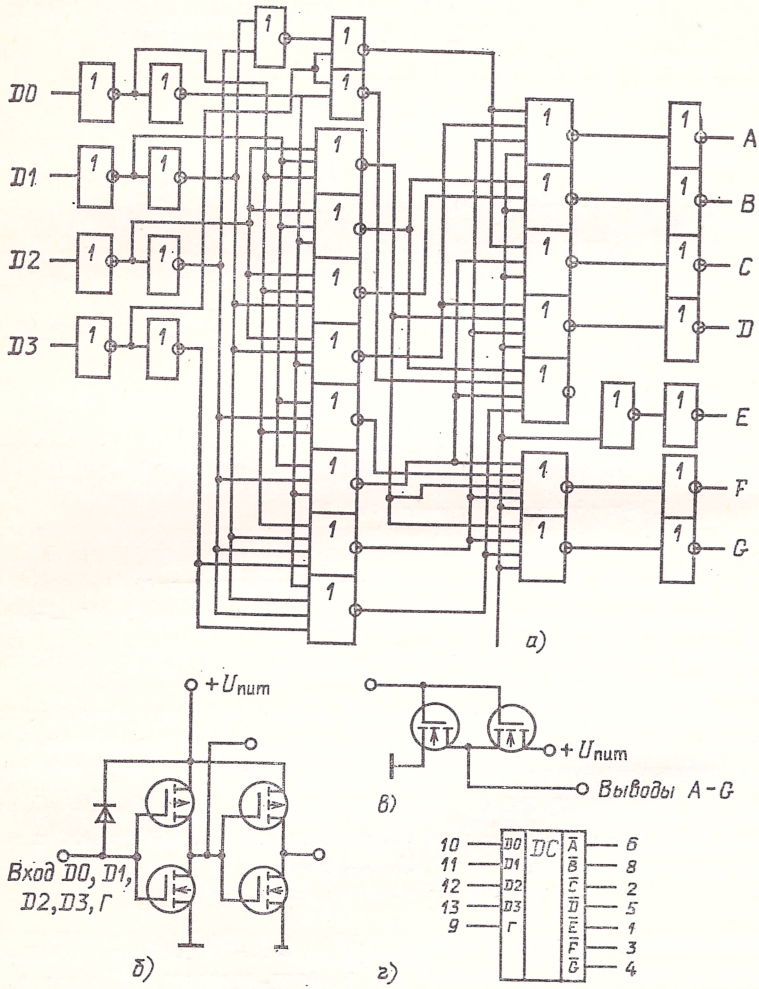


Графическое обозначение микросхемы приведено ниже.

Назначение выводов: *D0—D3* — информационные входы; *Г* — вход гашения; $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$, $\overline{D}$, $\overline{E}$, $\overline{F}$, $\overline{G}$ — выходы, подключаемые к катодам сегментов индикатора; *14* — $U_{пит}$; *7* — общий.

Дешифрирование входных сигналов возможно при установлении низкого логического уровня на входе *Г*. При этом условии дешифратор функционирует по следующему логическому закону соответствия входной (на выводах *D3*, *D2*, *D1*, *D0*) и выходной (на выводах $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$, $\overline{D}$, $\overline{E}$, $\overline{F}$, $\overline{G}$) информации; в скобках указан соответствующий символ, индицируемый индикатором:

0000–0000001 (0), 0001–1001111 (1), 0010–0010010 (2), 0011–0000110 (3), 0100–1001100 (4), 0101–0100100 (5), 0110–0100000 (6), 0111–0001111 (7), 1000–0000000 (8), 1001–0000100 (9).



Микросхема К566ИД1:

а — функциональная схема; *б* — принципиальная электрическая схема входных каскадов; *в* — схема выходов; *г* — условное графическое обозначение

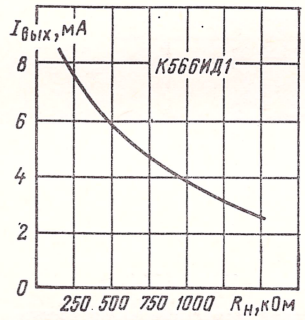
Если на вход $\overline{I}$ (гашение) поступает сигнал высокого логического уровня, то все выходы дешифратора устанавливаются в состояния логических 1, в результате индикатор гаснет.

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

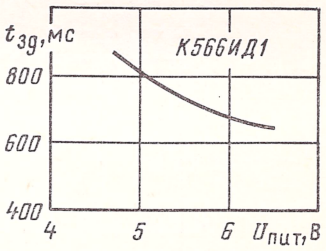
Ток потребления в статическом режиме, не более	10 мкА
Время дешифрирования (среднее время задержки распространения сигнала) при $U_{вх}=5$ В, не более	1 мкс
Помехоустойчивость, не более	1 В

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания	(5±0,5) В
Входное напряжение	4,5—5,5 В
Выходной ток	5 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10÷+70 °С



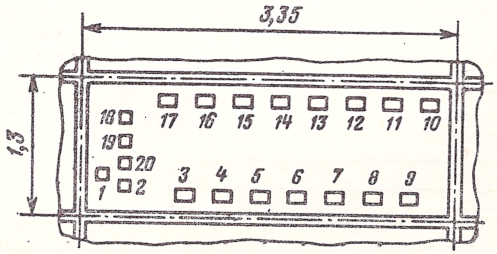
Типовая зависимость выходного тока от сопротивления нагрузки



Типовая зависимость времени задержки распространения сигнала от напряжения питания

КБ514ИР1-4, Б514ИР1-4

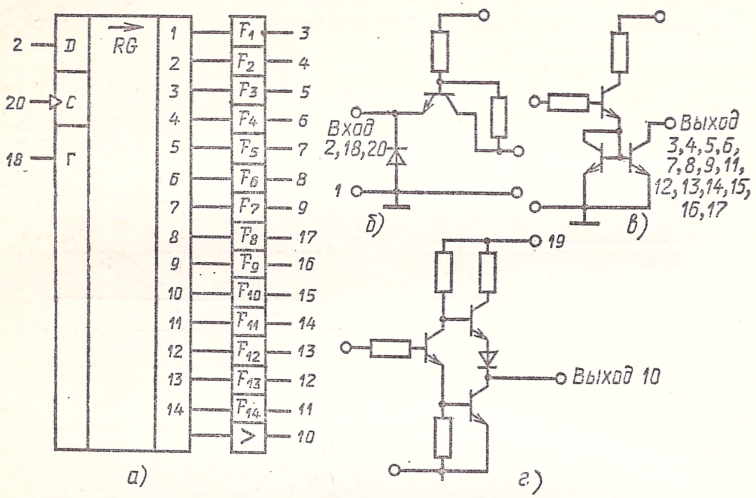
Регистры сдвига на 14 бит бескорпусные. Выпускаются в виде пластин с контактными участками у каждой микросхемы. Масса не более 0,02 г. Пластины упаковывают в групповую тару, тип проставляется на вкладыше.



Предназначены для использования в гибридных микросхемах и микросборках в качестве формирователей токов для управления матричными полупроводниковыми индикаторами.

Способ монтажа — приклейка к подложке, обеспечивающая максимальный тепловой контакт. Толщина слоя клея не более 0,1 мм.

Графическое обозначение микросхемы:



Микросхемы типа Б514ИР1-4, КБ514ИР1-4:

а — условное графическое обозначение; *б* — принципиальная электрическая схема входных каскадов; *в* — схема функциональных выходов; *г* — схема информационного выхода

Назначение выводов: *D* — информационный вход; *C* — вход тактирования (сдвига); *Г* — вход гашения; вывод *10* — выход информации; выводы *3—9*, *11—17* — функциональные выходы; вывод *19* — $U_{пит}$; вывод *1* — общий.

Запись информации, поступающей на вход *D*, осуществляется по срезу импульса тактирования, длительность которого (перепады) должна быть не более 0,2 мкс. Сама исходная информация в виде высокого или низкого уровня напряжения должна поступать на информационный вход не менее чем за 0,1 мкс до тактового импульса. Функциональные выходы регистра подключаются к выводам строк и столбцов матричного цифро-буквенного индикатора на основе светодиодных структур с организацией 7×5. Емкость регистра 14 бит. Свечение индикатора обеспечивается при высоком логическом уровне напряжения на входе гашения.

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

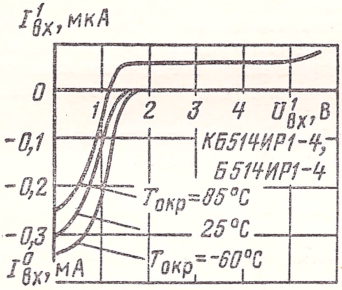
Входной ток в состоянии логического 0 (вытекающий) при $U^0_{вх}=0{,}4$ В, не более . . . . . 0,4 мА

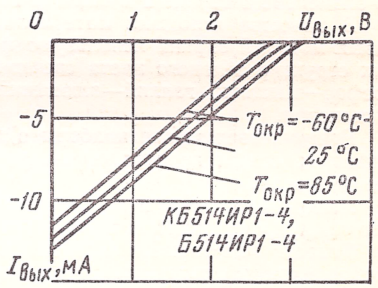
Входной ток в состоянии логической 1 (втекающий) при $U^1_{вх}=2{,}4$ В, не более . . . . . 40 мкА

Выходное напряжение в состоянии логического 0, не более	0,4 В
Выходное напряжение в состоянии логической 1, не менее	2,4 В
Выходной ток в состоянии логического 0, не более	70 мкА
Выходной ток в состоянии логической 1	8—16,5 мА
Ток потребления, не более	53 мА

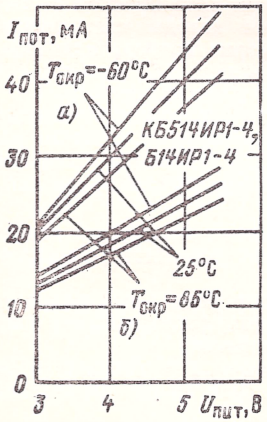
Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания	(5±0,5) В
Входное напряжение	—0,5÷ +5,5 В
Выходное напряжение	—0,5÷ +5,5 В
Частота тактирования	3 МГц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷ +85 °С





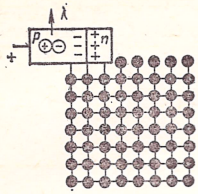
Типовые входные вольт-амперные характеристики при различных значениях температуры окружающей среды



Типовые выходные характеристики для информационного выхода в открытом состоянии

Типовые зависимости тока потребления от напряжения питания (все разряды регистра в состоянии высокого логического уровня):

а — на входе гашения: $U^1_{вх}$ =2,4 В; *б* — на входе гашения: $U^0_{вх}$ =0,4 В



Раздел 5
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МОДУЛИ ЭКРАНА

5.1. УСТРОЙСТВО, ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Полупроводниковые модули экрана, или графические полупроводниковые индикаторы, изготавливаются на основе диодных светоизлучающих структур и представляют собой индикаторы матричного типа квадратной конфигурации с перекрестной коммутацией элементов. Число элементов в строке и в столбце не менее 8.

В качестве исходных материалов для изготовления полупроводниковых модулей экрана используют фосфид галлия для получения диодных структур зеленого цвета свечения и тройные соединения галлий—фосфор—мышьяк, галлий—алюминий—мышьяк для получения красного свечения.

Выпускаются также приборы с двойным энергетическим преобразованием на основе кристаллов арсенидогаллия, покрытых антистоксовым люминофором.

Набор параметров и характеристик для модулей экрана тот же, что и для полупроводниковых цифро-буквенных индикаторов.

Основой конструкции корпуса приборов является керамический держатель, который содержит 64 монтажные ячейки под кристаллы светодиодов. Размещенные в ячейках кристаллы образуют матрицу 8×8 (восемь строк и восемь столбцов). В верхнем слое держателя сделаны восемь топологических строчных дорожек для присоединения к ним анодных выводов кристаллов светодиодов. Во втором слое имеются восемь столбцовых дорожек. К ним присоединяются катоды светодиодов. Столбцовые и строчные дорожки на стадии сборки прибора припаиваются к наружным выводам корпуса модуля экрана для подключения к внешним схемам управления мультиплексного режима питания.

Керамический держатель прибора закрывается светопроводящей пластмассой, обеспечивающей дискретный вывод света от каждого излучающего кристалла и возможность бесшовной стыковки модулей между собой при сборке экранов отображения графической и символьной информации.

Принцип управления светодиодными модулями аналогичен записи информации в полупроводниковое запоминающее устройство с матричной организацией.

На рис. 5.1 показана функциональная схема управления модулем, которая содержит дешифраторы строк и столбцов, формирователи тока и устройство, вырабатывающее управляющие сигналы.

Для управления экраном графической информации, собранным из светодиодных модулей, применена функциональная схема, показанная на рис. 5.2.

Все первичные изображения и символы в закодированном виде записаны в *ПЗУ*. Двоичный счетчик *СТ2*, принимая на вход от генератора тактовые импульсы *ТИ* с периодом 50 мкс, работает в режиме прибавления единицы к содержимому и совместно с дешифратором *DC* осуще-

ствляет сканирование экрана. Одновременно сканируемый адрес направляется в *ПЗУ*. Код первичного изображения определяется содержимым *ЗУ* кадров, на входы которого вместе с кодом кадра поступает код записываемого в кадр первичного изображения. При такой схеме среднее время ввода информации в кадр составляет менее 10 мс.

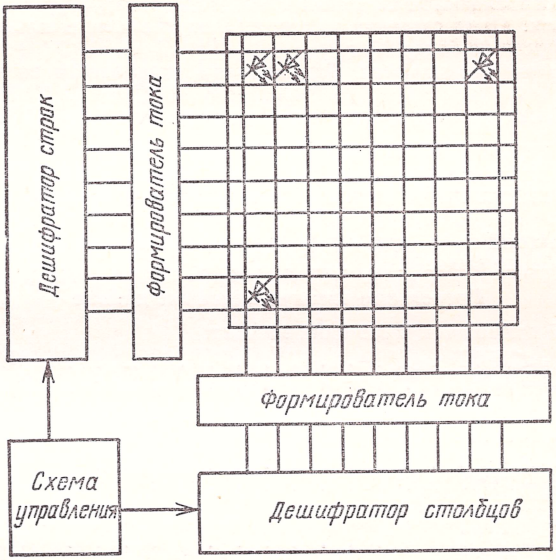


Рис. 5.1. Функциональная схема управления модулем экрана

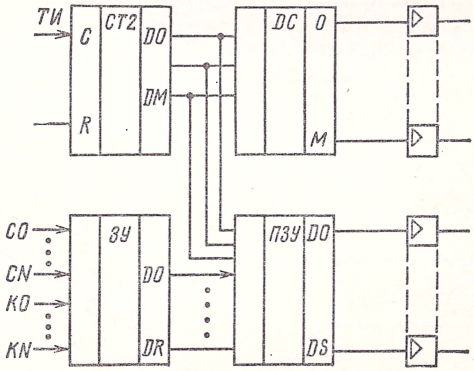


Рис. 5.2. Функциональная схема управления экраном графической информации

5.2. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ МОДУЛЕЙ ЭКРАНА

АЛС347А, 3ЛС347А

Модули экрана с размером поля свечения 10×10 мм. Число элементов 64. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий—фосфор—мышьяк. Цвет свечения красный. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 3,5 г.

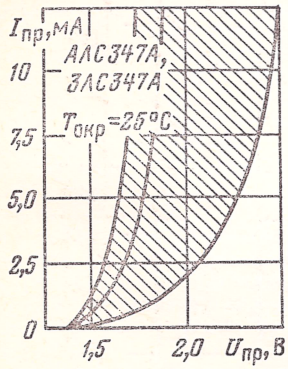
Модули не маркируются. Тип модуля указывается на вкладыше.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

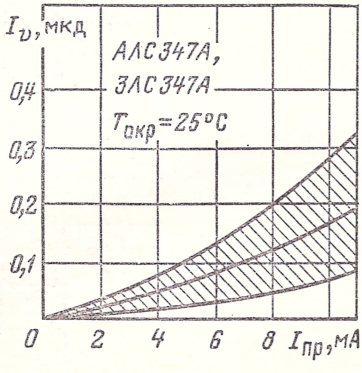
Сила света одного элемента при $I_{пр}=10$ мА, не менее	0,1 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	2,5 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,66 мкм
Разброс значений силы света элементов в одном модуле при $I_{пр}=10$ мА, не более	4 раза

Предельные эксплуатационные данные

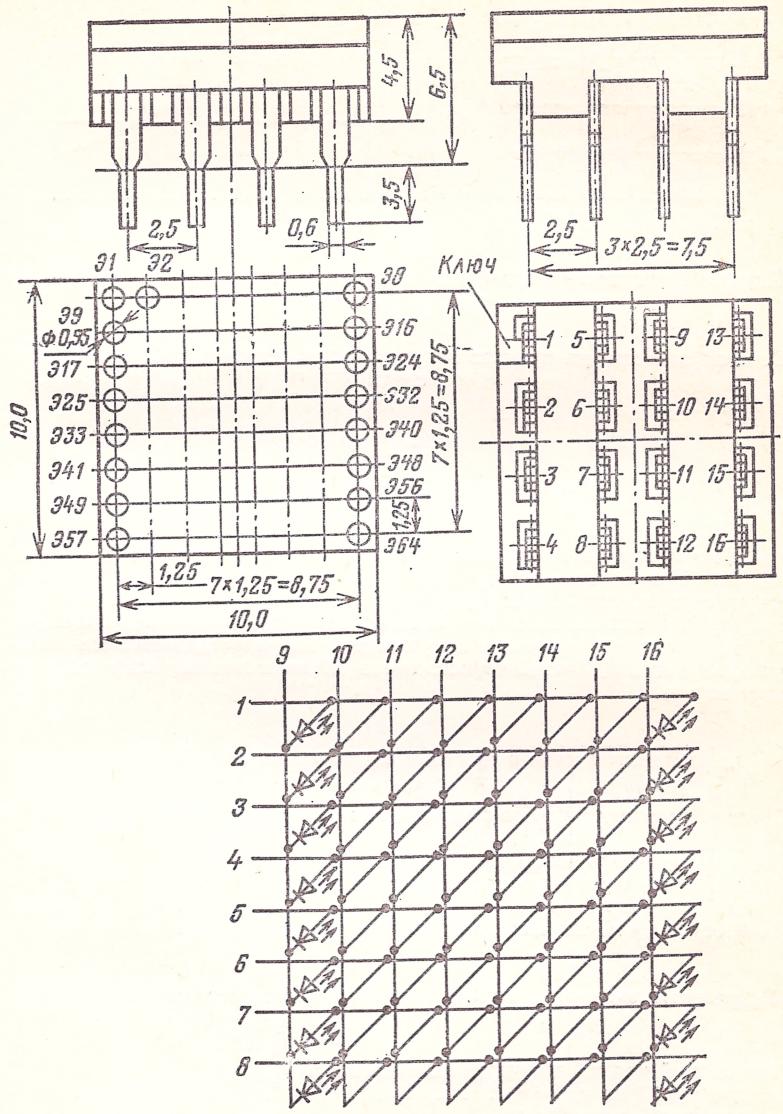
Постоянный прямой ток через один элемент:	
при $T_{окр}\leqslant 35$ °С	11 мА
при $T_{окр}=70$ °С	3 мА
Импульсный прямой ток через один элемент при $\tau_{п}=20$ мс, $I_{ср}\leqslant I_{пр max}$:	
при $T_{окр}\leqslant 35$ °С	200 мА
при $T_{окр}=70$ °С	56 мА
Мощность рассеяния модуля:	
при $T_{окр}\leqslant 35$ °С	340 мВт
при $T_{окр}=70$ °С	90 мВт
Постоянное обратное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷+70°С

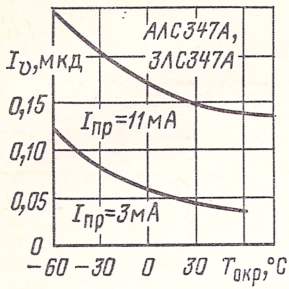


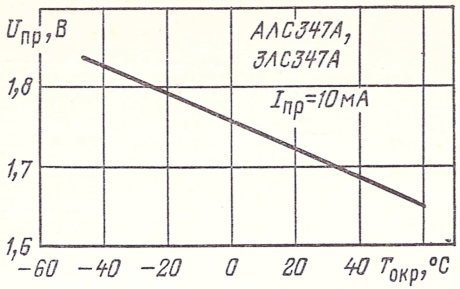
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света элемента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)


4,5
6,5
3,5
2,5
0,6
2,5
3×2,5=7,5
Ключ
31
32
33
99
Ф0,55
317
325
333
341
349
357
10,0
316
324
332
340
348
356
364
7×1,25=8,75
1,25
1,25
7×1,25=8,75
10,0
1 5 9 13
2 6 10 14
3 7 11 15
4 8 12 16
9 10 11 12 13 14 15 16
1
2
3
4
5
6
7
8





Типовые зависимости силы света элемента от температуры окружающей среды при различных значениях прямого тока

Типовая зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

КИПГ01А-8×8Л, ИПГ01А-8×8Л

Модули экрана с размером поля свечения 10×10 мм. Число элементов 64. Изготавливаются на основе арсенидогаллиевых излучающих структур и антистоксовых люминофоров. Цвет свечения зеленый. Выпускаются в пластмассово-керамических корпусах. Масса не более 1,5 г.

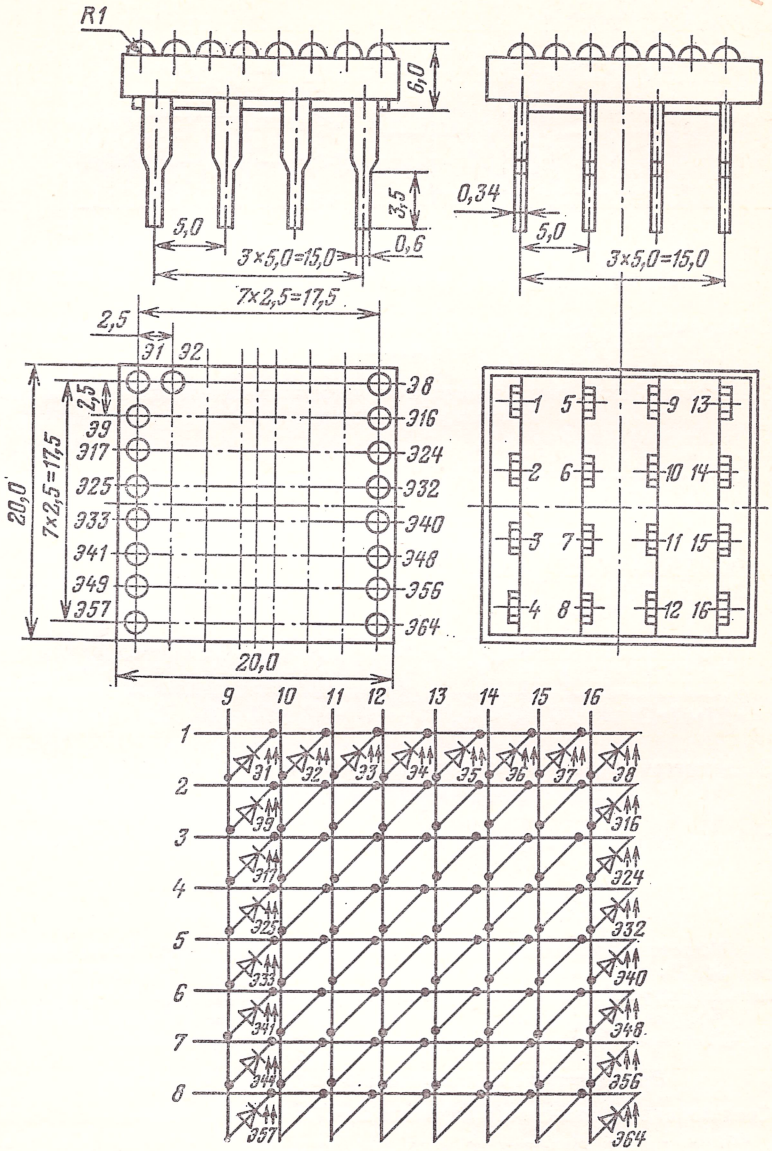
Маркировка на приборе отсутствует. Тип проставляется на вкладыше к упаковке. Точкой черного цвета обозначается первый вывод модуля экрана.

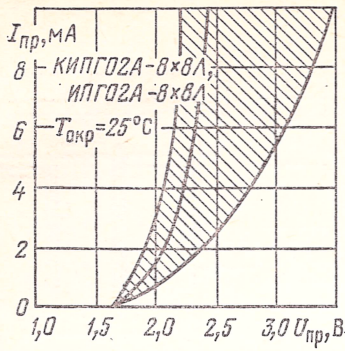
Электрические и световые параметры при $T_{окр}$=25 °С

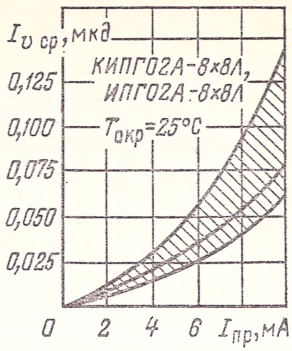
Средняя сила света одного элемента при $I_{пр}$=20 мА, не менее	0,1 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=20 мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,55 мкм
Разброс значений силы света элементов в одном модуле	4 раза

Предельные эксплуатационные данные для всего диапазона рабочих температур

Импульсный прямой ток через один элемент:	
при $\tau_и \leqslant 3$ мс и Q=8	40 мА
при $\tau_и \leqslant 3$ мс и Q=4	20 мА
Мощность рассеяния модуля	500 мВт
Постоянное обратное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60÷+70° С

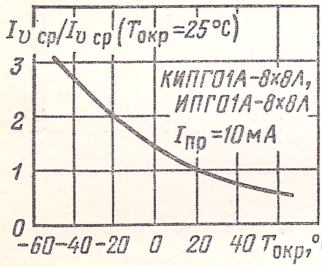

R1
6,0
3,5
5,0
3×5,0=15,0
0,6
0,34
5,0
3×5,0=15,0
7×2,5=17,5
2,5
31
32
2,5
20,0
7×2,5=17,5
39
317
325
333
341
349
357
38
316
324
332
340
348
356
364
20,0
1 5 9 13
2 6 10 14
3 7 11 15
4 8 12 16
9 10 11 12 13 14 15 16
1
2
3
4
5
6
7
8
31 32 33 34 35 36 37 38
39 316
317 324
325 332
333 340
341 348
349 356
357 364

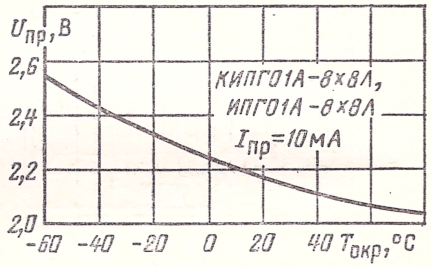




Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Зависимость силы света элемента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)





Зависимость средней силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

Типовая зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

КИПГ02А-8×8Л, ИПГ02А-8×8Л

Модули экрана с размером поля свечения 10×10 мм. Число элементов 64. Изготавливаются на основе фосфида галлия. Цвет свечения зеленый. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 3 г.

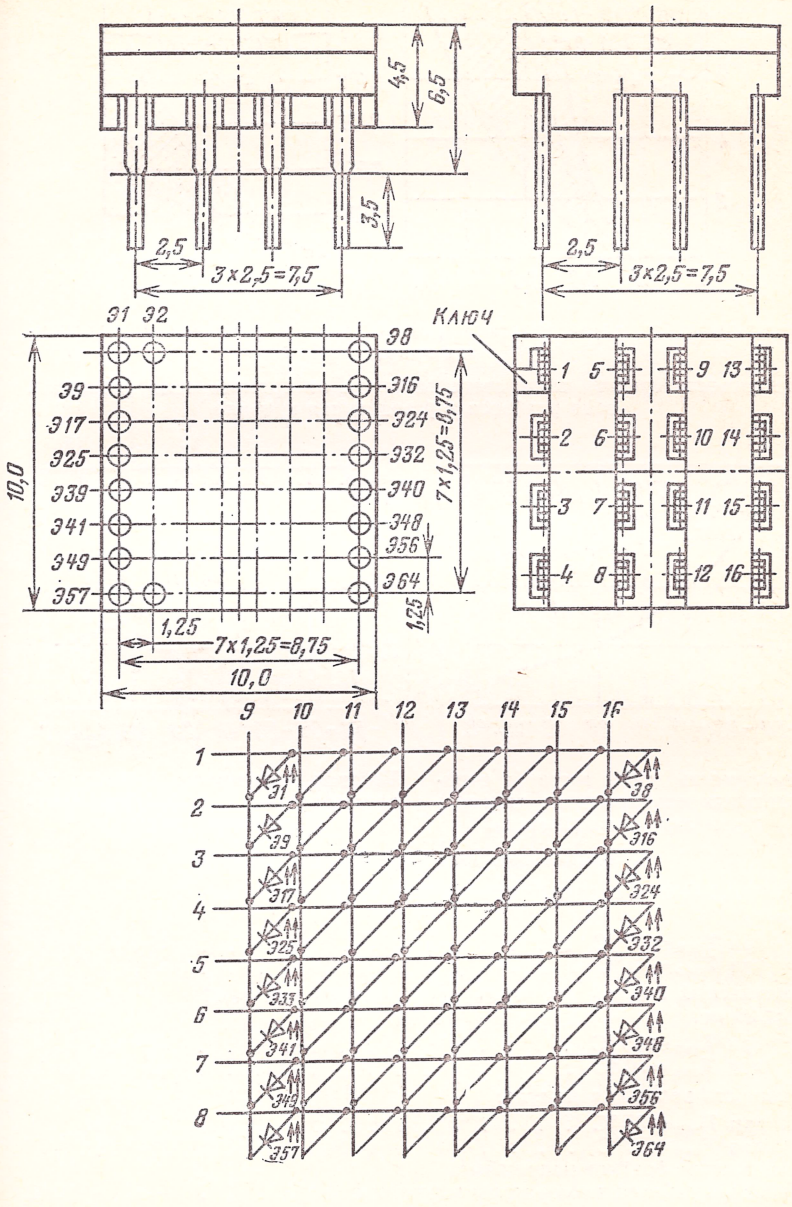
Модули маркируются цветными точками на корпусе: КИПГ02-8×8Л — одной зеленой; ИПГ02А-8×8Л — двумя зелеными.

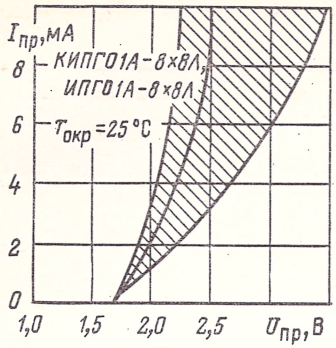
Электрические и световые параметры при $T_{окр}$=25 °С

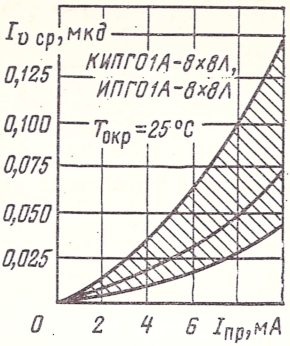
Средняя сила света одного элемента при $I_{пр}$=10 мА, не менее . . . . . 0,06 мкд

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=10 мА, не более 3,6 В

Разброс значений силы света элементов в одном модуле . 4 раза

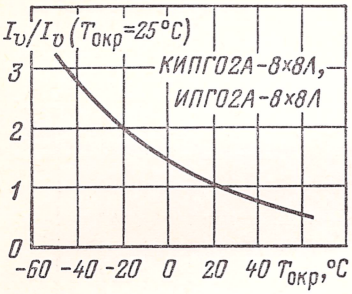

4,5
6,5
3,5
2,5
3×2,5=7,5
2,5
3×2,5=7,5
Ключ
1 5 9 13
2 6 10 14
3 7 11 15
4 8 12 16
31 32
98
39
316
317
324
325
332
339
340
341
348
349
356
357
364
10,0
7×1,25=8,75
1,25
1,25
7×1,25=8,75
10,0
9 10 11 12 13 14 15 16
1
2
3
4
5
6
7
8
31
38
39
316
317
324
325
332
340
341
348
349
356
357
364



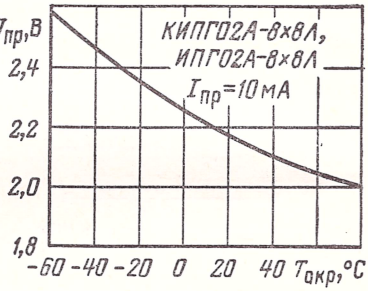


Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Зависимость средней силы света элемента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Типовая зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток через один элемент:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . . 11 мА
при $T_{окр} = 70$ °С . . . . . 3 мА

Импульсный прямой ток через один элемент при $\tau_и \leqslant \leqslant 20$ мс:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . . 280 мА
при $T_{окр} = 70$ °С . . . . . 85 мА

Мощность рассеяния модуля:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . . 640 мВт
при $T_{окр} = 70$ °С . . . . . 180 мВт

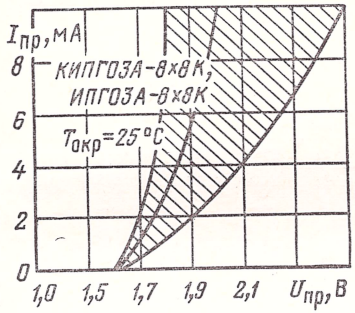
Постоянное обратное напряжение . . . . . 2 В

Диапазон рабочей температуры окружающей среды . . —60÷+70°С

КИПГ03А-8×8К, ИПГ03А-8×8К

Модули экрана с размером поля свечения 20×20 мм. Число элементов 64. Изготавливаются на основе твердых растворов галлий—алюминий—мышьяк по планарной технологии. Цвет свечения красный. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 6,5 г.

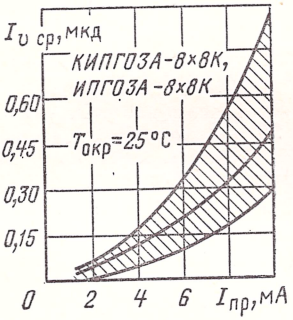
Модули КИПГ03А-8×8К маркируются одной черной точкой, а ИПГ03А-8×8К не маркируются, тип модуля обозначается на вкладыше.

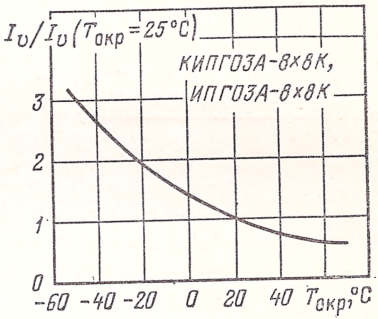


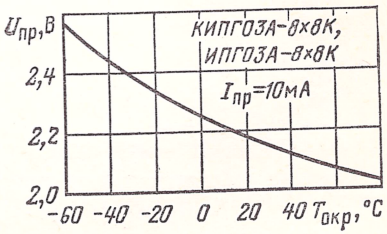
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Зависимость средней силы света элемента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

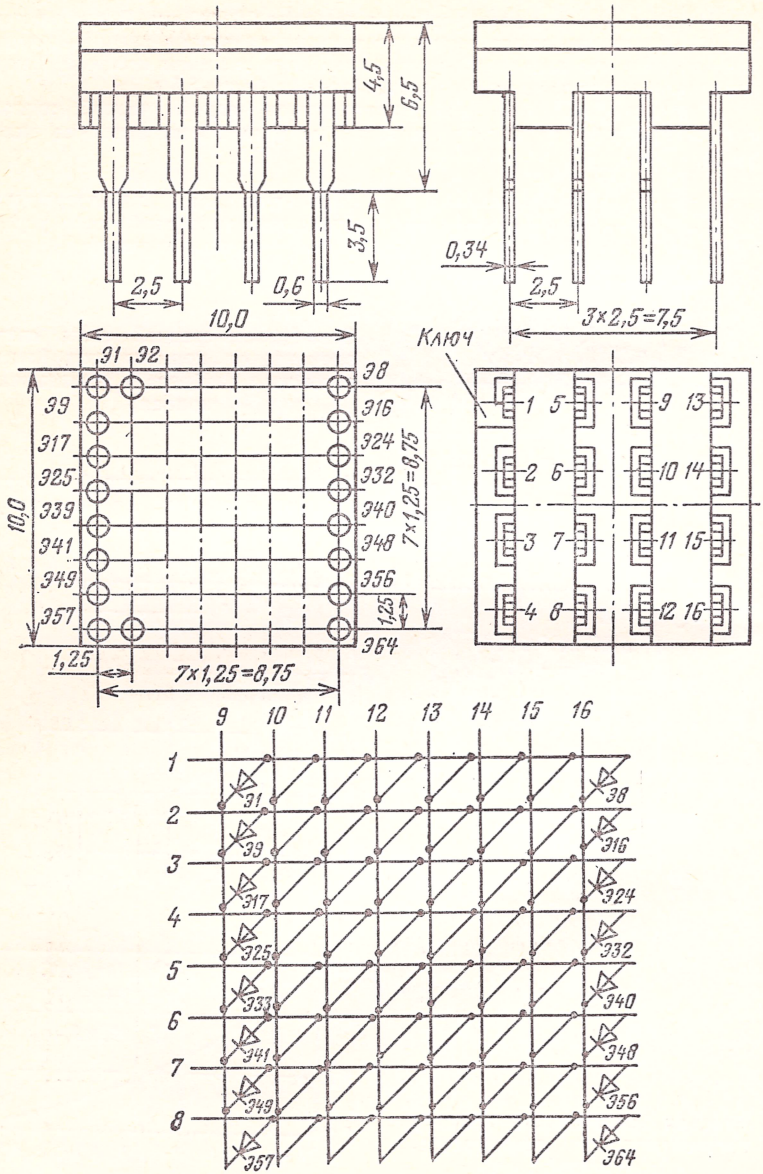
Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды







Типовая зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды


4,5
6,5
3,5
2,5
0,6
10,0
0,34
2,5
3×2,5=7,5
Ключ
1 5 9 13
2 6 10 14
3 7 11 15
4 8 12 16
31 32 38
39 316
317 324
325 332
333 340
341 348
349 356
357 364
10,0
7×1,25=8,75
1,25
7×1,25=8,75
9 10 11 12 13 14 15 16
1 2 3 4 5 6 7 8
31 38
39 316
317 324
325 332
333 340
341 348
349 356
357 364

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Сила света одного элемента при $I_{пр}=10$ мА, не менее . 0,35 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более 2,5 В
Разброс значений силы света элементов в одном модуле, не более . . . . . 4 раза

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток через один элемент:
при $T_{окр}\leqslant 35$ °С . . . . . 11 мА
при $T_{окр}=70$°С . . . . . 3 мА
Импульсный прямой ток через один элемент при $\tau_{п}\leqslant 20$ мс, $Q=1200$:
при $T_{окр}\leqslant 35$ °С . . . . . 180 мА
при $T_{окр}=70$°С . . . . . 65 мА
Мощность рассеяния модуля:
при $T_{окр}\leqslant 35$ °С . . . . . 440 мВт
при $T_{окр}=70$°С . . . . . 120 мВт
Постоянное обратное напряжение . . . . . 2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . $-60\div+70$ °С

5.3. МИКРОСХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОДУЛЯМИ ЭКРАНА

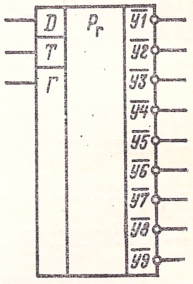
514ИР2А, 514ИР2Б

Регистры-формирователи импульсов управления светодиодной матрицей 8×8. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. При эксплуатации крепятся к радиатору с тепловым сопротивлением не более 20 °С/Вт.

Предназначены для управления модулями экрана на основе светоизлучающих диодных структур.

Графическое обозначение микросхемы приведено ниже.

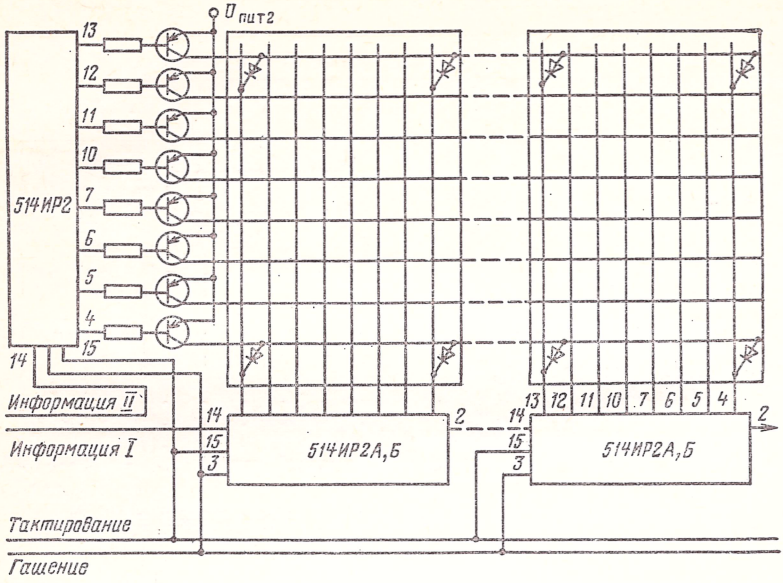
Назначение выводов: *D* — информационный вход; *T* — тактовый вход; *Г* — вход гашения; $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ — управляющие выходы, подключаемые к строкам или столбцам матрицы; $\overline{У9}$ — выход передачи информации в последующий регистр; вывод *16* — $U_{пит1}$ (напряжение питания по цепи регистра); вывод *1* — $U_{пит2}$ (напряжение питания по цепи формирователей); выводы *8* и *9* — общая шина.



Графическое обозначение микросхем 514ИР2А, 514ИР2Б

Запись информации в регистр, поступающей на вход *D*, а также одновременный сдвиг ранее записанной информации происходят по срезу импульса тактирования при условии высокого логического уровня на входе «гашение». При этом импульс записи должен перекрывать импульс тактирования.

Восемь тактирующих импульсов заполняют информацией весь регистр, девятый тактовый импульс формирует логический сигнал (на выходе $\overline{У9}$) для передачи в последующий регистр.



Структурная схема подключения модулей экрана к микросхемам 514ИР2А, 514ИР2Б

При установлении на входе гашения состояния логического 0 все управляющие выходы микросхемы переводятся в запертое состояние (на $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ устанавливаются уровни логических единиц); при этом ранее записанная информация в регистре сохраняется.

Приведем характерные входные (на входах *Т*, *D*, *Г*) и выходные ($\overline{У1}$, $\overline{У2}$, $\overline{У3}$, $\overline{У4}$, $\overline{У5}$, $\overline{У6}$, $\overline{У7}$, $\overline{У8}$, $\overline{У9}$) состояния микросхемы при условии подачи на вход *Т* непрерывной последовательности импульсов тактирования:

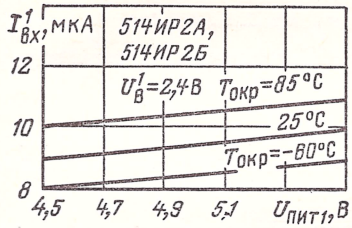
111 — 111111111, 011 — 011111111, 111 — 011111111, 011 —001111111,

111 — 001111111, 011 — 000111111, 111 — 000111111, 011 — 000011111,

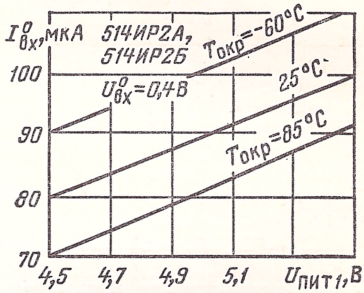
111 — 110011111, 011 — 000001111, 101 — 000001111, 001 — 100000111,

101 — 100000111, 001 — 110000011, 111 — 110000011, 011 — 011000001,

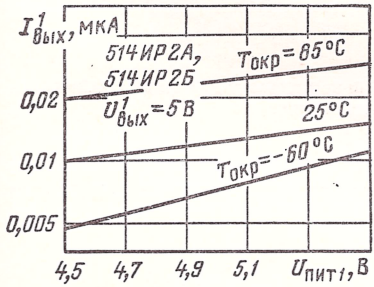
111 — 011000001, 011 — 001100000, 101 — 111111110, 011 — 000110000.



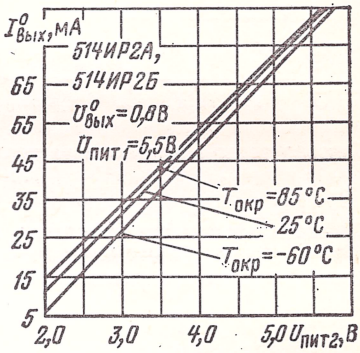
Типовые зависимости входного тока в состоянии высокого логического уровня от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды



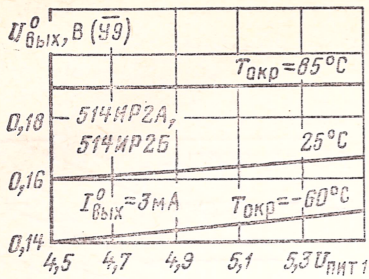
Типовые зависимости входного тока в состоянии низкого логического уровня от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды

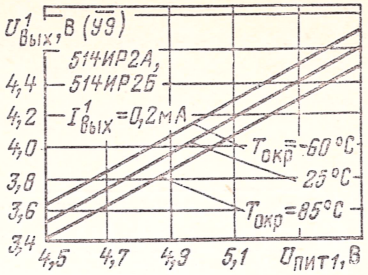


Типовые зависимости выходного тока в состоянии высокого логического уровня от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды



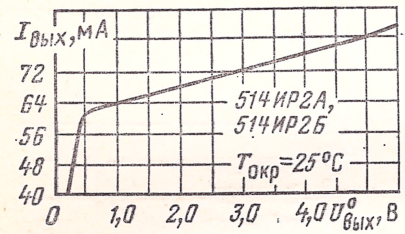
Типовые зависимости выходного тока в состоянии низкого логического уровня от напряжения питания по цепи формирователей при различных значениях температуры окружающей среды

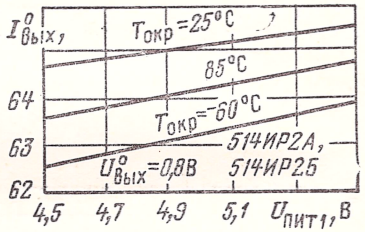




Типовые зависимости выходного напряжения в состоянии низкого логического уровня (по выходу *У9*) от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды

Типовые зависимости выходного напряжения в состоянии высокого логического уровня (по выходу *У9*) от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды





Типовая вольт-амперная характеристика в состоянии низкого логического уровня

Типовые зависимости выходного тока в состоянии низкого логического уровня (по управляющим выходам *VI—V8*) от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды

Электрические параметры при $T_{окр}$=25 °С

Входной ток в состоянии логического 0 (втекающий), при $U_{вх}$=0,4 В, не более . . . . . 1,0 мА

Входной ток в состоянии логической 1 (вытекающий) при $U_{вх}$=2,4 В, не более . . . . . 40 мкА

Выходное напряжение в состоянии логического 0 на выходе $\overline{У9}$ при $I^0_{вых}$=3 мА, не более . . . . . 0,4 В

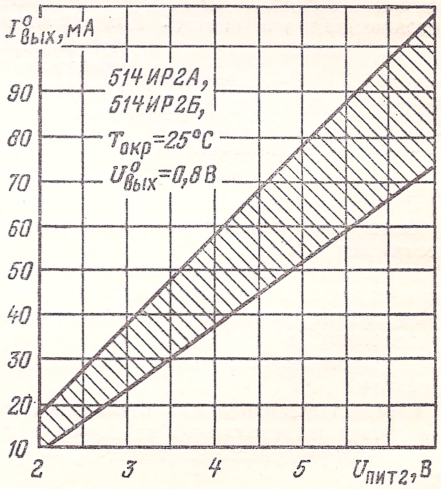
Выходное напряжение в состоянии логической 1 на выходе $\overline{У9}$ при $I^1_{вых}$=0,2 мА, не менее . . . . . 2,4 В

Выходной ток в состоянии логического 0 на выходах $\overline{У1}$—

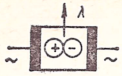
$\overline{У8}$ при $U^0_{вых}$=0,8 В, не менее	50 мА
Выходной ток в состоянии логической 1 на выходах $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ при $U^1_{вых}$=5 В, не более	100 мкА
Ток потребления по цепи регистра при $U_{п1}$=5,5 В, не более	55 мА
Ток потребления по цепи управления формирователей при $U_{п2}$=5 В, не более	60 мА

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания по цепи регистра	(5±0,5) В
Напряжение питания формирователей	2—6 В
Входное напряжение	—0,3÷ +5,5 В
Выходное напряжение на выходах $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ . . .	2—6 В
Выходное напряжение на выходах $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ в состоянии логического 0 (пороговое напряжение низкого уровня)	0,8 В
Суммарный выходной ток на выходах $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ . .	250 мА
Минимальная длительность импульса тактирования и записи информации:	
514ИР2А	125 нс
514ИР2Б	200 нс
Минимальный интервал между срезами входных импульсов тактирования и записи информации . .	30 нс
Максимальная частота тактирования и следования импульсов записи:	
514ИР2А	4 МГц
514ИР2Б	2,5 МГц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷ +85 °С



Типовая зависимость выходного тока в состоянии низкого логического уровня от напряжения питания по цепи формирователей (показана зона разброса)



Раздел 6
ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

6.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Электролюминесцентный индикатор (рис. 6.1) представляет собой плоский конденсатор, одной из обкладок которого является сплошной прозрачный электрод, а другой — электрически разделенные металлические площадки (мозаичный электрод).

Между электродами размещается тонкопленочная структура из люминесцентного порошка, приготовленного на основе сульфида цинка, легированного специальными активаторами. При приложении к электродам индикатора переменного напряжения в слое люминесцентного порошка возникает световое излучение. В зависимости от примененного активатора получают различные цвета свечения: зеленый, желтый, голубой, красный. Технологически для получения индикатора используют стеклянную подложку, на которую методом электронно-лучевого испарения в вакууме наносится рабочая пленка люминесцентного порошка, заключенная между двумя изолирующими слоями, например пленками оксида иттрия.

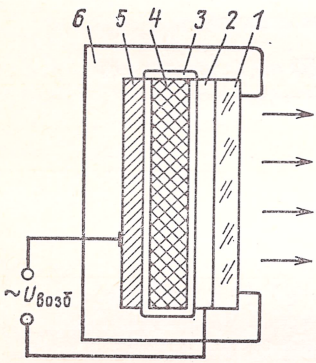


Рис. 6.1. Устройство электролюминесцентного индикатора:

1 — стекло; *2* — прозрачный электрод; *3* — изолирующая пленка; *4* — слой люминофора; *5* — металлический электрод; *6* — пластмассовый корпус

Передний электрод делается прозрачным, задний — из непрозрачной алюминиевой пленки заданной конфигурации.

Напыление алюминиевых сегментов и контактных площадок выполняется испарением металла в вакууме с помощью специального трафарета. Для создания сложных рисунков используется метод фотолитографии. Возбуждение электролюминесцентных индикаторов осуществляется переменным напряжением синусоидальной или прямоугольной формы с эффективным значением до 250 В частотой от 400 Гц до 5 кГц.

Основными параметрами электролюминесцентных индикаторов являются следующие:

яркость L — отношение силы света к площади излучающей поверхности индикатора при заданных напряжении и частоте возбуждения;

неравномерность свечения $H_{св}$ отдельных элементов индикатора, определяемая (в процентах) по формуле $H_{св}=(L_{эл}-L_{ср})/L_{ср}$, где $L_{эл}$ — яркость любого из пяти элементов; $L_{ср}$ — средняя яркость этих элементов;

контраст возбужденных элементов K по отношению к невозбужденным (фону), определяемый по формуле $K=(L_{возб}+L_{ф})/L_{ф}$, где $L_{возб}$ — яркость возбужденного элемента; $L_{ф}$ — яркость невозбужденных элементов (фона);

напряжение возбуждения $U_{возб}$ — номинальное значение эффективного переменного напряжения заданной частоты, приложенного к элементам индикатора.

Для конкретных типов индикаторов в справочных данных указываются также минимальное напряжение возбуждения $U_{возб\,min}$, при котором гарантируется заданная яркость, и максимальное напряжение возбуждения $U_{возб\,max}$, при котором обеспечивается надежная работа индикатора в течение установленного времени.

Основной характеристикой индикатора является зависимость яркости от напряжения возбуждения. Яркость растет с повышением напряжения и частоты. Напряжение выше 250 В считается опасным для приборов. Яркость индикаторов заметно снижается в процессе эксплуатации. За 1000—5000 ч яркость может снизиться в 2—3 раза по сравнению с первоначальной.

Однако в последние годы проведены работы, показывающие, что темп деградации яркости может быть во много раз уменьшен, а срок службы индикаторов соответственно повышен.

Изготавливаются эти приборы в пластмассовых корпусах с выводами на задней панели под распайку или под разъем.

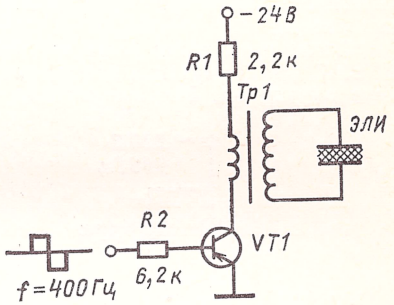


Рис. 6.2. Трансформаторная схема коммутации индикатора

Электролюминесцентные индикаторы могут применяться как информационные табло, информационные надписи и световые указатели (особенно больших форматов), плоские источники рассеянного света. Их несомненные преимущества: низкая потребляемая мощность, получение всех цветов свечения, низкая себестоимость.

Имеются перспективы создания электролюминесцентного телевизионного экрана. В отличие от электронно-лучевой трубки электролюминесцентный экран имеет плоскую конструкцию и более простое управление, не требует высокого напряжения, а также обладает полным набором цветового спектра.

В настоящее время наиболее оправдано применение электролюминесцентных индикаторов в крупногабаритных многоцветных системах отображения информации группового пользования. Например, индикатор типа ЗЭЛ2 предназначен для применения в виде отдельных панелей в сборных многоцветных крупноформатных мнемосхемах, используемых для отображения состояния сложных систем.

Индикатор ЗЭЛ1 предназначен для отображения информации, в том числе для индикации положения объекта на рабочем поле из 133 светящихся строк.

Особенностью применения электролюминесцентных индикаторов (ЭЛИ) является необходимость коммутировать переменное напряжение 220 В.

Ниже приведен ряд электрических схем включения ЭЛИ и описаны их особенности.

В схеме, изображенной на рис. 6.2, роль коммутирующего элемента выполняет транзистор. При отсутствии сигнала на базе транзистор *VT1* заперт, ток через первичную обмотку трансформатора не протекает, индикатор не возбужден. При подаче на базу транзистора сигнала с частотой 40 Гц на вторичной обмотке повышающего трансформатора появляется переменное напряжение с эффективным значением около 220 В.

На рис. 6.3 и 6.4 показаны бестрансформаторные схемы коммутации электролюминесцентных индикаторов. В схеме на рис. 6.3 при поступлении положительного сигнала на управляющий электрод коммутационный тиристор переходит в проводящее состояние. Особенностью тиристора данного типа является его двунаправленная проводимость. После того как тиристор открылся, все рабочее напряжение внешнего питающего генератора прикладывается к соответствующему сегменту индикатора.

Схема применения более мощного симметричного тиристора типа КУ208Г для коммутации электролюминесцентного индикатора представлена на рис. 6.4. Входной сигнал, поступающий на базу транзистора

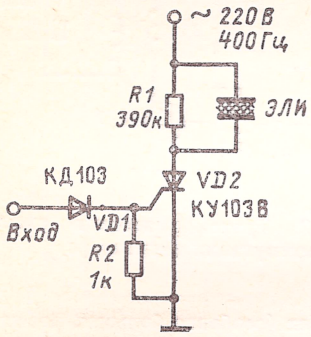


Рис. 6.3. Бестрансформаторная схема коммутации индикатора

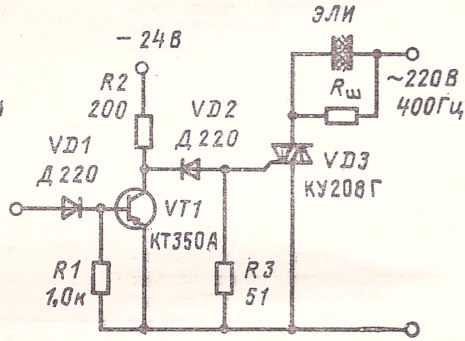


Рис. 6.4. Схема коммутации сегмента с большой светящейся площадью

VT1, формирует на коллекторе отрицательный импульс, который, проходя через диод на управляющий электрод симметричного тиристора *VD3*, открывает его. При этом загорается соответствующий сегмент или знак индикатора. Для устранения засветки индикатора от токов утечки симметричного тиристора параллельно сегментам включается шунтирующий резистор. Перспективным прибором для коммутации электролюминесцентного индикатора является резисторный оптрон, который обладает высокой надежностью, простотой управления, практически исключает паразитную засветку сегментов индикатора.

Управление электролюминесцентными матричными индикаторами с построчной адресацией имеет свои особенности. Структурная схема управления для индикатора с организацией семь строк на пять столбцов показана на рис. 6.5.

Все сегменты матрицы связаны с источником питания: построчно через управляющие элементы *УЭ1—УЭ7*, а по столбцам через *УЭ1—УЭ5*. Схема содержит коммутатор строк и два регистра, связанных со столбцами индикатора. Входная информация, соответствующая состоянию

первой строки, в виде двоичного 5-разрядного числа поступает во входной регистр. Затем на регистры и коммутатор подаются два установочных импульса, первый из которых приводит выходной регистр в исходное состояние (обнуляет), а второй дает команду передачи информации из входного регистра в выходной и одновременно выдает сигнал коммутатору на включение управляющего элемента первой строки матрицы. В это время во входной регистр вводится новый двоичный код, соответствующий состоянию возбуждения второй строки, и процесс повторяется. Работая в таком режиме, индикатор может отображать непрерывно меняющуюся информацию.

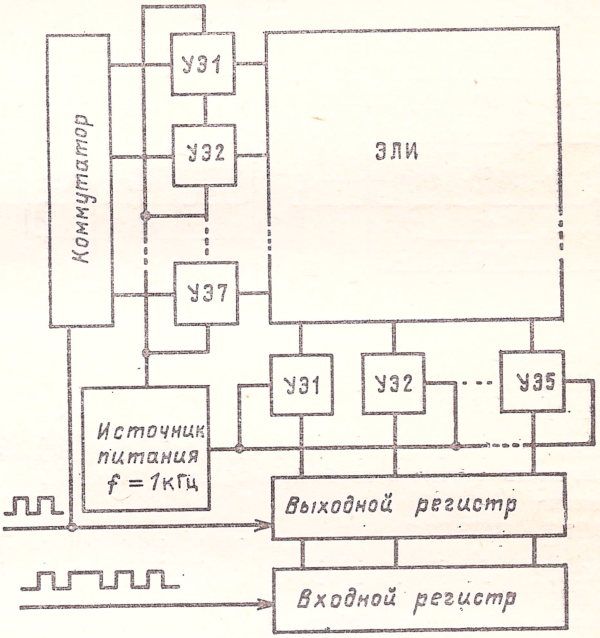


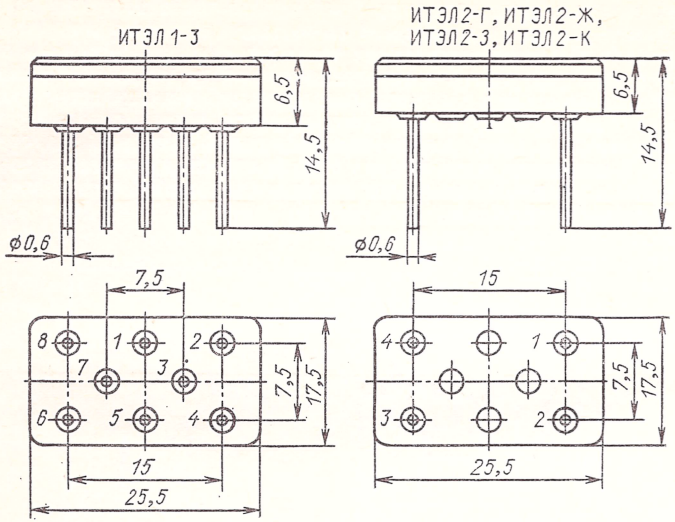
Рис. 6.5. Структурная схема управления матричным электролюминесцентным индикатором

6.2. ОДНОЭЛЕМЕНТНЫЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИТЭЛ1-3, ИТЭЛ(2-Г, 2-Ж, 2-З, 2-К)

Электролюминесцентные индикаторы со сплошным полем свечения (у ИТЭЛ1-3 7-сегментное поле). Изготавливаются в цельностеклянном корпусе. Масса не более 6 г.

Предназначены для использования в крупногабаритных пультах, экранах и табло.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость, не менее:

ИТЭЛ1-З	15 кд/м²
ИТЭЛ2-Г, ИТЭЛ2-Ж	20 кд/м²
ИТЭЛ2-З	30 кд/м²
ИТЭЛ2-К	10 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	10 %

Цвет свечения:

ИТЭЛ1-З, ИТЭЛ2-З	Зеленый
ИТЭЛ2-Г	Голубой
ИТЭЛ2-Ж	Желтый
ИТЭЛ-К	Красный
Напряжение возбуждения эффективное	220 В

Рабочая частота напряжения возбуждения:

ИТЭЛ2-З, ИТЭЛ2-Ж, ИТЭЛ2-Г	400 Гц
ИТЭЛ2-К	3 кГц

Минимальная наработка, не менее:

ИТЭ1-З	1000 ч
ИТЭЛ1-Ж, ИТЭЛ2-З, ИТЭЛ2-К, ИТЭЛ2-Г	1500 ч

Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	245 В
Минимальное напряжение возбуждения	195 В

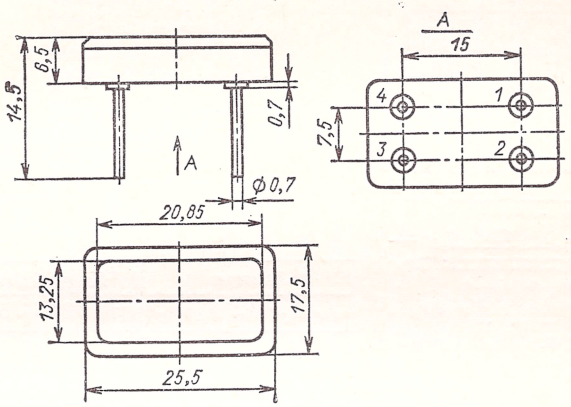
Диапазон рабочей частоты возбуждения:

ИТЭЛ2-З, ИТЭЛ2-Ж, ИТЭЛ2-Г	380—420 Гц
ИТЭЛ2-К	2850—3150 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷ +70 °С

ИТЭЛ3-Ж-1, ИТЭЛ3-Ж-2, ИТЭЛ3-З-1, ИТЭЛ3-З-2, ИТЭЛ3-К-1, ИТЭЛ3-К-2

Электролюминесцентные индикаторы со сложным полем свечения. Изготавливаются в цельностеклянном корпусе. Масса не более 6,5 г.

Предназначены для использования в крупногабаритных панелях систем отображения информации.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость, не менее:	
ИТЭЛ3-Ж-1, ИТЭЛ3-З-1, ИТЭЛ3-К-2	50 кд/м²
ИТЭЛ3-Ж-2, ИТЭЛ3-З-2	100 кд/м²
ИТЭЛ3-К-1	15 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	10 %
Цвет свечения:	
ИТЭЛ3-Ж-1, ИТЭЛ3-Ж-2	Желтый
ИТЭЛ3-З-1, ИТЭЛ3-З-2	Зеленый
ИТЭЛ3-К-1, ИТЭЛ3-К-2	Красный
Напряжение возбуждения эффективное	200 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	2,5 кГц
Минимальная наработка, не менее	2000 ч

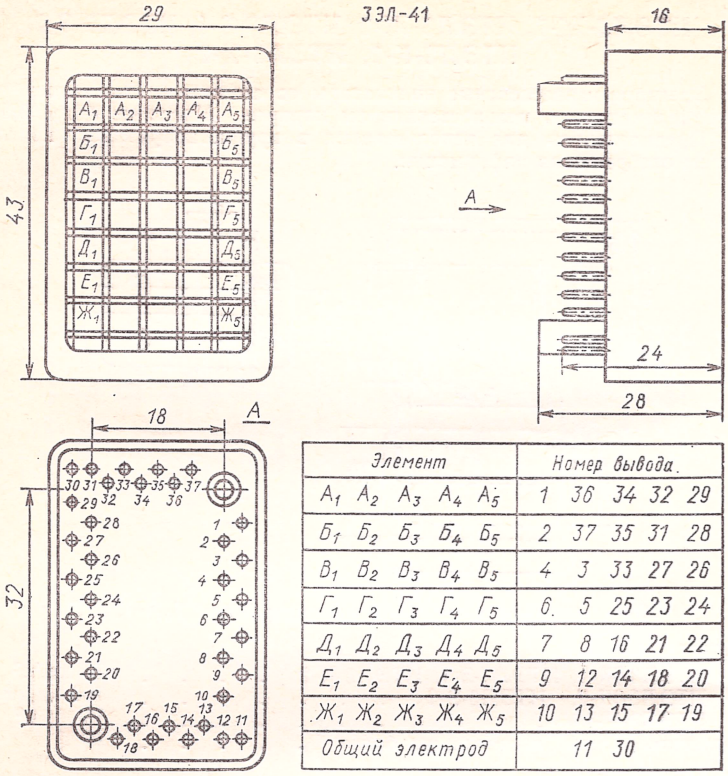
Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	240 В
Минимальное напряжение возбуждения	160 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	2000—3000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷ +70 °С

6.3. МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ЗЭЛ-41, ЗЭЛ-42

Электролюминесцентные индикаторы с зеленым цветом свечения многоэлементные. Число элементов 35. Размер светящегося элемента



Элемент	Номер вывода
$А_1$ $А_2$ $А_3$ $А_4$ $А_5$	1 36 34 32 29
$Б_1$ $Б_2$ $Б_3$ $Б_4$ $Б_5$	2 37 35 31 28
$В_1$ $В_2$ $В_3$ $В_4$ $В_5$	4 3 33 27 26
$Г_1$ $Г_2$ $Г_3$ $Г_4$ $Г_5$	6 5 25 23 24
$Д_1$ $Д_2$ $Д_3$ $Д_4$ $Д_5$	7 8 16 21 22
$Е_1$ $Е_2$ $Е_3$ $Е_4$ $Е_5$	9 12 14 18 20
$Ж_1$ $Ж_2$ $Ж_3$ $Ж_4$ $Ж_5$	10 13 15 17 19
Общий электрод	11 30

3,6×3,6 мм; размер рабочего поля 31,2×22 мм. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 25 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость, не менее . . . . . 20 кд/м²

Неравномерность свечения, не более . . . . . 16 %

Контраст в относительных единицах 3ЭЛ-42, не менее . 6

Напряжение возбуждения:

3ЭЛ-41, эффективное . . . . . 220 В

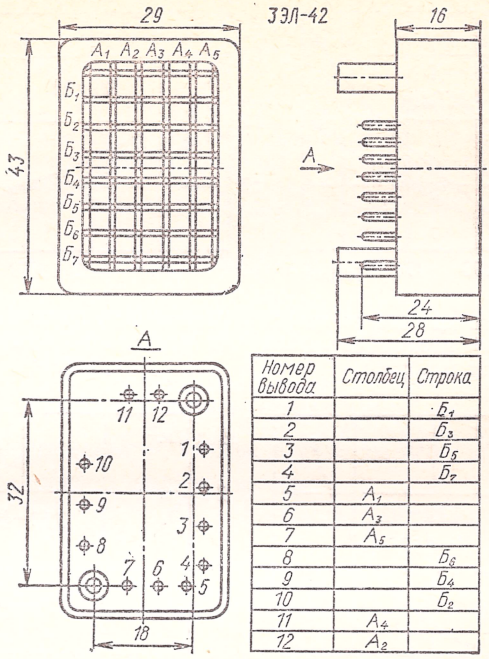
3ЭЛ-42 при амплитуде компенсирующих импульсов 105 В и частоте 2000 Гц амплитудное . . . . 210 В

Рабочая частота напряжения возбуждения . . . . 400 Гц

Минимальная наработка, не менее:

3ЭЛ-41 . . . . . 2000 ч

3ЭЛ-42 . . . . . 1000 ч



Номер вывода	Столбец	Строка
1		$Б_1$
2		$Б_3$
3		$Б_5$
4		$Б_7$
5	A_1	
6	A_3	
7	A_5	
8		$Б_6$
9		$Б_4$
10		$Б_2$
11	A_4	
12	A_2	

Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения:

ЗЭЛ-41 эффективное . . . . . 245 В

ЗЭЛ-42 амплитудное . . . . . 210 В

Минимальное напряжение возбуждения:

ЗЭЛ-41 эффективное . . . . . 198 В

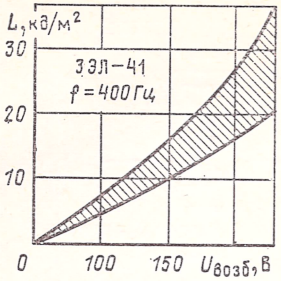
ЗЭЛ-42 амплитудное . . . . . 200 В

Диапазон рабочей частоты возбуждения:

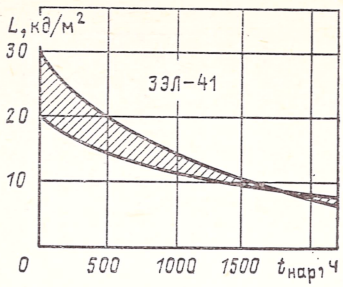
ЗЭЛ-41 . . . . . 380—500 Гц

ЗЭЛ-42 . . . . . 380—420 Гц

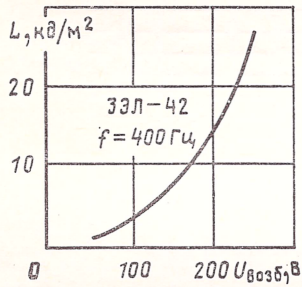
Диапазон рабочей температуры окружающей среды —40÷ +70 °С



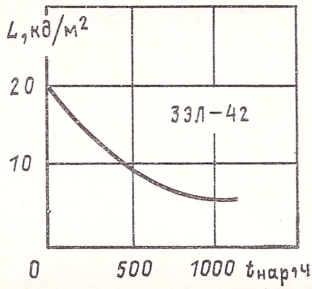
Зависимость яркости от напряжения возбуждения (показана зона разброса)



Зависимость яркости от времени наработки (показана зона разброса)

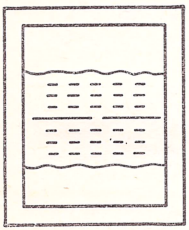


Зависимость яркости от напряжения возбуждения



Зависимость яркости от времени наработки

ЭЭЛ-1



Электролюминесцентные индикаторы с зеленым цветом свечения многоэлементные. Число элементов в виде светящихся полосок 133. Размер светящегося элемента 4×0,7 мм; размер рабочего поля 127×50 мм. Габаритные размеры корпуса 171×89×29 мм. Выпускаются в пластмассовых корпусах.

Вид рабочего поля электролюминесцентного индикатора типа ЭЭЛ-1

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость, не менее	25 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	10 %
Контраст в относительных единицах, не менее	5

Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	1 кГц
Минимальная наработка, не менее	1000 ч

Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	250 В
Минимальное напряжение возбуждения	220 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	400—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷ +70 °С

ЗЭЛ-2

Электролюминесцентные индикаторы многоэлементные мозаичные. Число элементов 59. Размер рабочего поля 285×285 мм. Габаритные размеры 301×301×45 мм.

Выпускаются в пластмассовом корпусе с различным цветом свечения элементов: красным, желтым, зеленым, синим.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость элемента цвета свечения, не менее:	
красного	4 кд/м²
желтого и зеленого	20 кд/м²
синего	15 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения элементов цвета свечения:	
красного	1000 Гц
желтого, зеленого и синего	400 Гц
Минимальная наработка, не менее	500 ч

Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	250 В
Минимальное напряжение возбуждения	220 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	400—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—55 °С

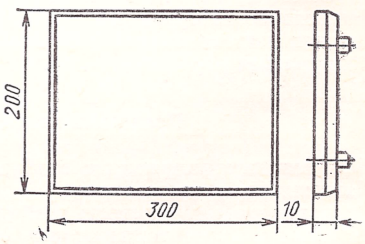
6.4. МНЕМОНИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЭМ1-160М

Электролюминесцентные мнемонические индикаторы. Выпускаются в пластмассовом корпусе с разъемами. Масса не более 1100 г.

Предназначены для отображения информации на мнемосхемах и пультах.

Изготавливаются различного цвета свечения.



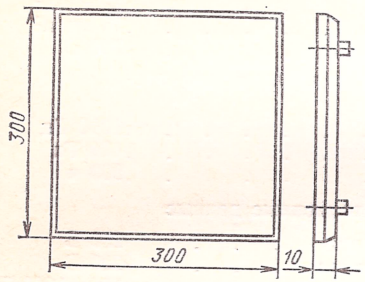
Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость свечения элементов, не менее:	
желтого и зеленого цвета	25 кд/м²
красного цвета	10 кд/м²
синего цвета	15 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	1,2 кГц
Минимальная наработка	1000 ч

Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	240 В
Минимальное напряжение возбуждения	200 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	1080—1320 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—40÷ +55 °С

ИЭМ1-200М



Электролюминесцентные мнемонические индикаторы. Выпускаются в пластмассовом корпусе с разъемами. Масса не более 1600 г.

Предназначены для отображения информации на мнемосхемах и пультах. Изготавливаются различного цвета свечения.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость свечения элементов, не менее:	
желтого и зеленого цветов	25 кд/м²
красного цвета	10 кд/м²
синего цвета	15 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	1,2 кГц
Минимальная наработка	1000 ч

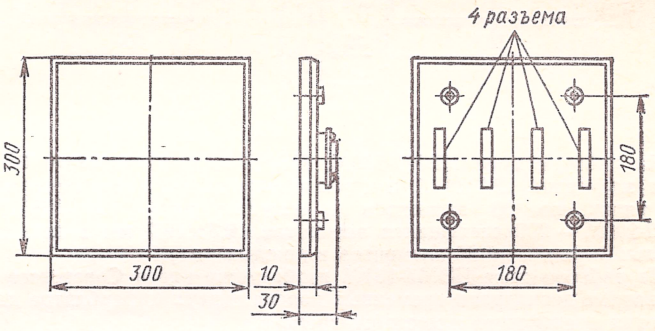
Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	240 В
Минимальное напряжение возбуждения	200 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	1080—1320 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—40÷ +55 °С

ИЭМ2-200М, ИЭМ5-131М, ИЭМ6-192М, ИЭМ8-192М, ИЭМ9-197М, ИЭМ14-198М

Электролюминесцентные мнемонические индикаторы. Выпускаются в пластмассовом корпусе с разъемами. Масса не более 1800 г.

Предназначены для отображения информации на мнемосхемах и пультах. Изготавливаются различного цвета свечения.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость свечения элементов, не менее:	
желтого и зеленого цветов	25 кд/м²
красного цвета	10 кд/м²
синего цвета	15 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	1,2 кГц
Минимальная наработка	1000 ч

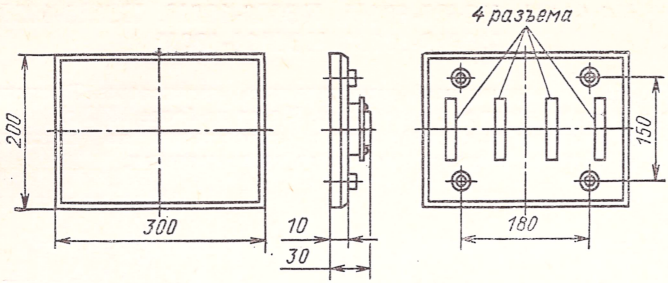
Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	240 В
Минимальное напряжение возбуждения	200 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	1080—1320 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—40÷ +55 °С

ИЭМ2-160М, ИЭМ1-148М, ИЭМ7-159М, ИЭМ10-120М, ИЭМ11-149М, ИЭМ12-138М, ИЭМ13-156М, ИЭМ15-90М, ИЭМ16-116М

Электролюминесцентные мнемонические индикаторы. Выпускаются в пластмассовом корпусе с разъемами. Масса не более 1300 г. Предназначены для отображения информации на мнемосхемах и пультах. Изготавливаются различного цвета свечения.

Рабочее поле ИЭМ1-160М, ИЭМ2-160М, ИЭМ1-148М, ИЭМ7-159М, ИЭМ10-120М, ИЭМ11-149М, ИЭМ12-138М, ИЭМ13-156М, ИЭМ15-90М, ИЭМ16-116М представляет собой прямоугольник размером 300×200 мм, а ИЭМ1-200М, ИЭМ2-200М, ИЭМ5-131М, ИЭМ6-192М, ИЭМ8-192М, ИЭМ9-197М, ИЭМ14-198М — квадрат 300×300 мм.



На рабочем поле ИЭМ1-160М, ИЭМ2-160М размещены 160 светящихся элементов 12,3×10,7 мм, расположенных в восьми горизонтальных рядах по 20 элементов в каждом ряду. У ИЭМ1-200М, ИЭМ2-200М — 200 светящихся элементов 12,3×10,7 мм в десяти горизонтальных рядах по 20 элементов в каждом ряду.

На рабочем поле ИЭМ5-131М изображена карта Советского Союза с указанием двенадцати временных поясов и двух циферблатов для отображения московского и местного времени.

Рабочее поле ИЭМ6-192М состоит из 192 светящихся элементов, имеющих вид прямоугольников, ромбов, кругов и других более сложных фигур.

Рабочее поле ИЭМ8-192М состоит из 192 элементов в виде прямоугольников и сегментов колец.

Рабочее поле ИЭМ9-192М состоит из 192 элементов в виде квадратов, прямоугольников, кругов и ромбов.

Рабочее поле ИЭМ14-198М состоит из 198 светящихся элементов, расположенных в девять рядов.

Индикаторы ИЭМ1-148М состоят из 148 элементов в виде прямоугольников, кружков, стрелок, ромбов.

В рабочем поле ИЭМ7-159М расположены 159 элементов прямоугольной и квадратной формы.

Рабочее поле ИЭМ10-120М разделено на шесть горизонтальных строк по 20 элементов в каждой строке. Элементы имеют вид прямоугольников, треугольников, ромбов, квадратов и других фигур более сложной формы.

В верхней части рабочего поля ИЭМ11-149М расположены три схематических изображения телефонных аппаратов. Под ними 142 элемента прямоугольной формы, расположенных в девять рядов.

Рабочее поле ИЭМ12-138М состоит из 125 элементов прямоугольной формы и 13 элементов квадратной формы.

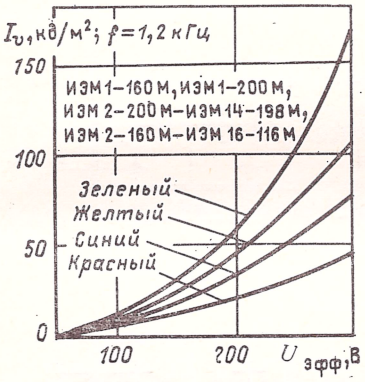
Рабочее поле индикаторов ИЭМ13-156М аналогично рабочему полю предыдущего типа, но состоит из 156 элементов.

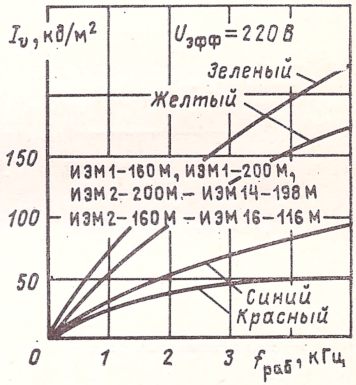
В верхней части рабочего поля ИЭМ15-90М — семь светящихся схематических изображений телефонных аппаратов. На остальной части 83 элемента прямоугольной формы.

Рабочее поле ИЭМ16-116М состоит из 73 элементов прямоугольной формы и 15 сегментов, изображающих полукольца.

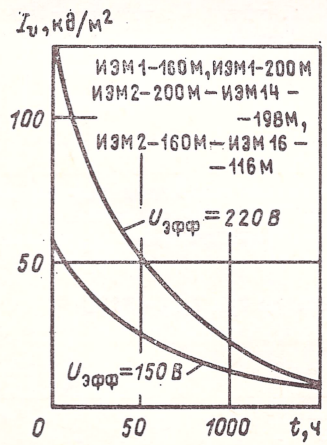
Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость свечения элементов, не менее:	
желтого и зеленого цветов	25 кд/м²
красного цвета	10 кд/м²
синего цвета	15 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	1200 Гц
Минимальная наработка	1000 ч





Зависимость яркости от напряжения возбуждения



Зависимость яркости от рабочей частоты

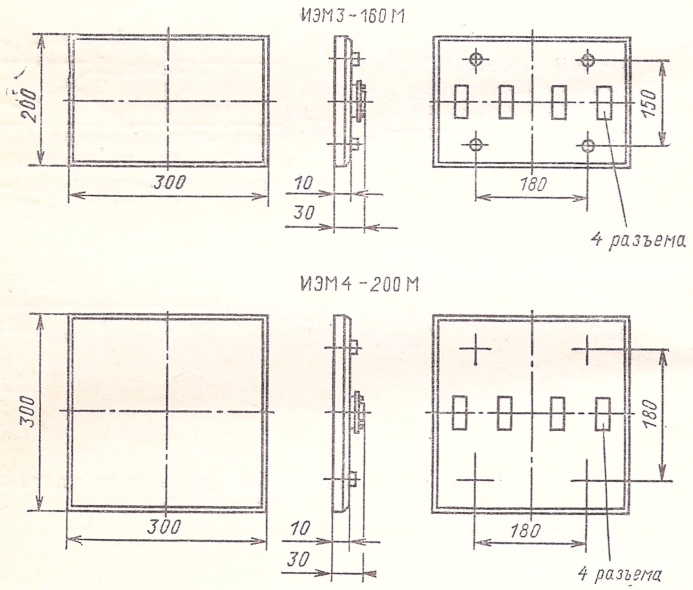
Зависимость яркости от времени наработки

Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	240 В
Минимальное напряжение возбуждения	200 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	1080—1320 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—40÷ +55 °С

ИЭМ3-160М, ИЭМ4-200М

Электролюминесцентные знаковые мнемонические индикаторы. Выпускаются в пластмассовом корпусе с разъемом. Для крепления индикатора на пульте имеются четыре крепежных втулки. Масса, не более: ИЭМ3-160М — 1300 г; ИЭМ3-200М — 1800 г.



Предназначены для различных средств отображения информации в виде мнемосхем с числом элементов до 200. Форма, расположение и цвет элементов определяются схемой информационного поля заказчика.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость свечения элементов, не менее:	
красного цвета	15 кд/м²
желтого и зеленого цветов	35 кд/м²
синего цвета	18 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В

Рабочая частота напряжения возбуждения:

красного цвета свечения	1000 Гц
зеленого, желтого и синего цветов свечения	400 Гц
Минимальная наработка	3000 ч

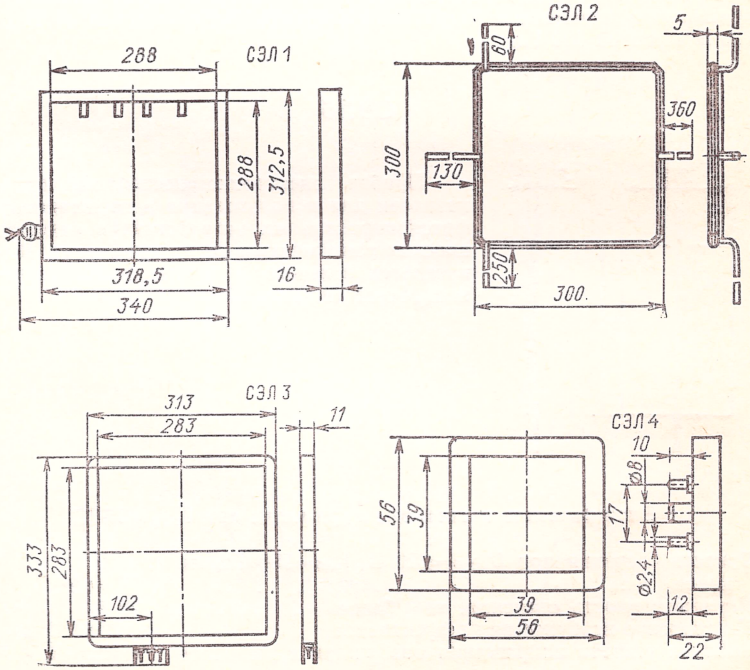
Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	242 В
Минимальное напряжение возбуждения	198 В
Диапазон рабочей частоты напряжения возбуждения:	
красного цвета	850—1150 Гц
зеленого, желтого и синего цветов	340—460 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—25÷ +55 °С

6.5. ПЛОСКИЕ РАВНОМЕРНЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

СЭЛ1, СЭЛ2, СЭЛ3, СЭЛ4

Плоские электролюминесцентные источники света. Поставляются с индивидуальным источником питания, изготовленным в отдельном корпусе.



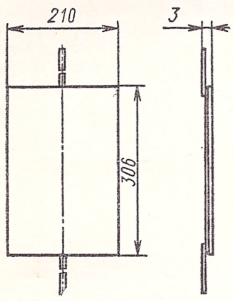
Приборы предназначены для использования в медицине в качестве негатоскопов при просмотре рентгеновских снимков (СЭЛ1), «световых досок» при индивидуальном (СЭЛ3) и групповом (СЭЛ2) обучении чтению и письму лиц с ослабленным зрением и тест-объектов к аппарату определения остроты зрения (СЭЛ4). Масса приборов не более: СЭЛ1 — 2400 г, СЭЛ2 — 1700 г, СЭЛ3 — 2620 г, СЭЛ4 — 40 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость, не менее:	
СЭЛ1, СЭЛ2, СЭЛ3 при $U_{возб}=350$ В	100 кд/м²
СЭЛ4 при $U_{возб}=200$ В	60 кд/м²
Цвет свечения:	
СЭЛ1, СЭЛ2, СЭЛ3	Зеленый
СЭЛ4	Белый
Неравномерность свечения по площади светящегося поля, не более	10 %
Рабочая частота напряжения возбуждения, не более	1 кГц
Минимальная наработка, не менее:	
СЭЛ1, СЭЛ2, СЭЛ3	180 ч
СЭЛ4	20 ч

Источник питания представляет собой преобразователь сетевого напряжения в переменное напряжение регулируемого значения от 200 до 320 В частотой 800 Гц.

СЭЛ5



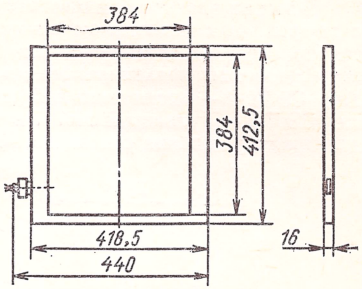
Прибор электролюминесцентный, предназначен для использования в нормативных фотокопировальных устройствах в качестве плоских равномерных источников света. Выпускается зеленого и синего цветов свечения. Масса не более 375 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость свечения при $U_{возб}=220$ В, $f_{раб}=850$ Гц, не менее	35 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	20 %
Напряжение возбуждения эффективное	(220±22) В
Рабочая частота напряжения возбуждения, не более	(850±42,5) Гц

СЭЛ-6

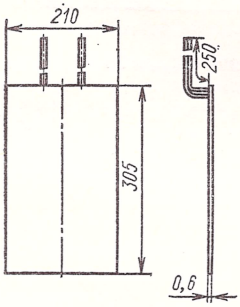
Электролюминесцентный текстоскоп. Предназначен для просмотра рентгеновских и фотографических снимков. Цвет свечения зеленый. Масса не более 4,1 кг.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость при $U_{возб}=350$ В, $f_{раб}=1$ кГц, не менее	100 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное, не более	350 В
Рабочая частота напряжения возбуждения, не более	1 кГц
Неравномерность свечения, не более	10 %
Минимальная наработка	400 ч

СЭЛ-8



Светильник электролюминесцентный зеленого цвета свечения. Масса не более 80 г.

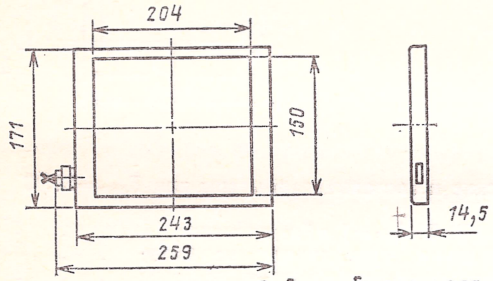
Предназначен для использования в портативных фотокопировальных устройствах.

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

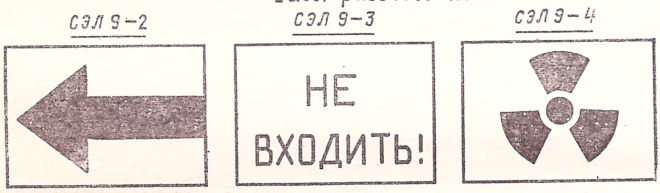
Яркость при $U_{возб}=220$ В, $f_{раб}=850$ Гц, не менее	25 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	15 %
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	800—1000 Гц
Минимальная наработка	25 000 экспозиций

СЭЛ9-1, СЭЛ9-2, СЭЛ9-3, СЭЛ9-4

Плоские электролюминесцентные источники света. Поставляются с портативным источником питания, изготовленным в отдельном корпусе. Приборы предназначены для рентгеновских кабинетов: СЭЛ9-1 — светильник для неактиничного освещения при появлении рентгеноснимков; СЭЛ9-2 — адаптационный светильник для ориентирования пациента; СЭЛ-3 — пульсирующий сигнальный светильник; СЭЛ9-4 — плакат для предупреждения опасности. Масса приборов не более 1 кг.



Виды рабочего поля



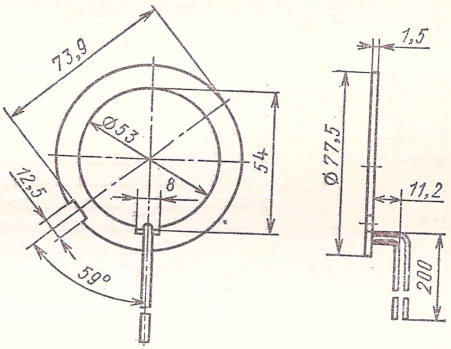
Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость, не менее:	
СЭЛ9-1 при $U_{возб}=280$ В	5 кд/м²
СЭЛ9-2 при $U_{возб}=150$ В	20 кд/м²
СЭЛ9-3 при $U_{возб}=300$ В	30 кд/м²
СЭЛ9-4 при $U_{возб}=350$ В:	
знака	10 кд/м²
фона	60 кд/м²
Цвет свечения:	
СЭЛ9-1	Красный
СЭЛ9-2	Зеленый
СЭЛ9-3	Желтый
СЭЛ9-4:	
знака	Красный
фона	Зеленый
Напряжение возбуждения эффективное, не более:	
СЭЛ9-1, СЭЛ9-3	300 В
СЭЛ9-2	150 В
СЭЛ9-4	350 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	1 кГц

Неравномерность свечения СЭЛ9, не более 20%
Минимальная наработка:
СЭЛ9-1, СЭЛ9-3, СЭЛ9-4 . . . . . 400 ч
СЭЛ9-2 . . . . . 1000 ч

Портативный источник питания используется в полевых условиях, работает от аккумулятора напряжением 12 В и рассчитан на возбуждение одного электролюминесцентного прибора.

СЭЛ-10



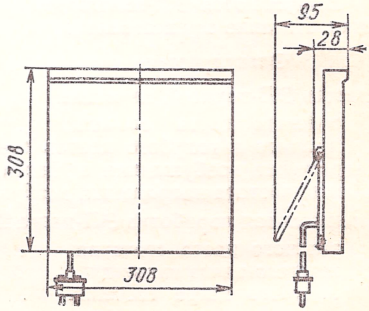
Электролюминесцентный элемент предназначен для подсветки номеронабирателя телефонного аппарата, позволяет набирать нужный номер абонента в условиях малой освещенности или в темноте. Цвет свечения зеленый. Масса не более 20 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость свечения при $U_{возб}=100$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее . 1,0 кд/м
Неравномерность свечения, не более . . . . . 20 %
Потребляемый ток, не более . . . . . 1,0 мА
Напряжение возбуждения эффективное . . . . . 100 В
Рабочая частота напряжения возбуждения . . . . 50 Гц
Минимальная наработка, не менее . . . . . 3000 ч

СЭЛ-11

Электролюминесцентный индикатор зеленого цвета свечения. Предназначен для использования в качестве плоского равномерного источника света при просмотре рентгеновских снимков. Масса не более 1,5 кг.

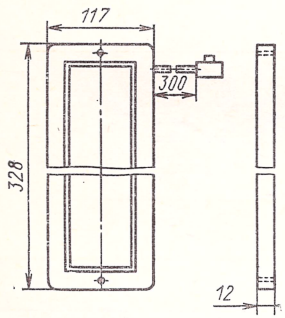


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость, не менее	200 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	15 %
Напряжение возбуждения эффективное	350 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	(20±0,5) кГц
Наработка, не менее	300 ч

6.6. ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ

ЭЛ-СВЕТИЛЬНИК



Электролюминесцентные светильники с зеленым цветом свечения. Содержат на световом поле различную информацию в виде цифр, букв, надписей, символов и цветовых полей.

Используются в качестве светящихся указателей в помещениях с низкой освещенностью или полностью затемненных.

Выпускаются в пластмассовых корпусах. Питание светильника осуществляется от электросети. Масса не более 400 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Напряжение возбуждения	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	50 Гц
Потребляемая мощность	100 мВт
Минимальная наработка, не менее	5000 ч

ЭЛ-ПАНЕЛЬ

Электролюминесцентные панели являются исходными плоскими рамками для изготовления изделий культурно-бытового назначения. На их основе изготавливаются сувениры, панно, светильники, эстампы и т. д.

Выпускаются ЭЛ-панели зеленого, желтого и голубого цветов свечения. Питание осуществляется от электросети.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Яркость ЭЛ-панелей, не менее:	
зеленого цвета свечения	3,6 кд/м²
желтого и голубого цветов свечения	3 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	50 Гц
Минимальная наработка ЭЛ-панелей, не менее:	
зеленого цвета свечения	1500 ч
желтого цвета свечения	1000 ч
голубого цвета свечения	500 ч

6.7. ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДАТЧИКИ

ДЭЛ-21

Люминесцентная панель, излучающая свет желтого цвета при механическом возбуждении. Предназначена для регистрации энергии механических частиц.

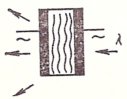
Работает на принципе преобразования кинетической энергии (ударов твердых частиц) в электромагнитное излучение (световую вспышку).

Люминесцентные панели используются в качестве датчиков при контроле гранулометрического состава промышленных порошков металлов и запыленных газов. Выпускаются на стеклянной подложке в виде круглых дисков диаметром 100 мм (вес не более 60 г) и диаметром 150 мм (вес не более 250 г) с нанесенным на них слоем поликристаллического люминофора и защитным покрытием из медной фольги толщиной 20—50 мкм.

Рабочие параметры при $T_{окр}=25$ °С

Чувствительность панелей к ударному возбуждению с защитным покрытием из медной фольги, не менее	70 отн. ед.
Неравномерность чувствительности по рабочей поверхности панели, не более	15 %
Длительность нарастания свечения	50—150 мкс
Длительность спада свечения (послесвечение), не более	1,25 мс
Долговечность	10 000 ч

При измерении чувствительности панелей используется метод ударного воздействия стального шарика диаметром 2,4 мм, сброшенного на образец с высоты 100 мм, с последующей регистрацией световой вспышки фотоэлектронным умножителем при подаче на него рабочего напряжения 1500—1750 В и фиксацией результата в условных (относительных) единицах на экране электронно-лучевой трубки осциллографа.



Раздел 7

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ЦИФРО-ЗНАКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

7.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Жидкие кристаллы — это вещества, проявляющие в определенном температурном интервале свойства как жидкости, так и кристаллов. Они способны в жидком состоянии сохранять упорядоченность молекул (подобно кристаллам). Для создания жидкокристаллических индикаторов используются так называемые нематические жидкие кристаллы, которые являются структурной разновидностью данного класса веществ. Материалом для них служат смеси органических соединений, молекулы которых формируются в упорядоченные решетки.

Тонкий слой жидкокристаллического вещества (десятки микрон), помещенный, например, между двумя стеклянными пластинами, довольно хорошо пропускает свет. Однако толстые слои жидкости кристаллов (несколько миллиметров) практически непрозрачны. Это связано с заметными тепловыми беспорядочными колебаниями больших групп молекул, что приводит к изменениям показателя преломления и в конечном счете сильному рассеянию света в жидкокристаллической среде. Особенный интерес представляет изменение оптических характеристик жидких кристаллов под действием внешнего электромагнитного поля. Именно это свойство используется для построения элементов индикации на основе тонких прозрачных слоев жидкокристаллических веществ.

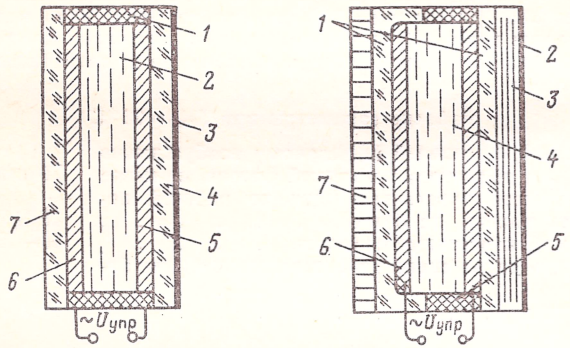


Рис. 7.1. Жидкокристаллический индикатор на эффекте динамического расстояния:

1 — прокладка; *2* — жидкие кристаллы; *3* — отражающее покрытие; *4* — заднее стекло; *5* — общий электрод; *6* — прозрачные электроды сегментов; *7* — переднее стекло

Рис. 7.2. Жидкокристаллический индикатор, основанный на эффекте вращения плоскости поляризации слоем жидких кристаллов, исчезающем под действием электрического поля (твист-эффект):

1 — стеклянная ячейка; *2* — отражающее покрытие; *3* — поляроидная пластина с вертикальной плоскостью поляризации; *4* — жидкие кристаллы; *5* — прокладка; *6* — прозрачные электроды; *7* — поляроидная пластина с горизонтальной плоскостью поляризации

Существуют два принципа (эффекта) работы жидкокристаллических индикаторов. Первый из них состоит в том, что при приложении электрического поля к тонкому слою жидкокристаллического вещества, заключенному между двумя стеклянными пластинками, происходит разрушение упорядоченной структуры жидких кристаллов, что вызывает диффузное рассеяние света в этой области (эффект динамического рассеяния). В результате прозрачный жидкокристаллический слой становится мутным и при внешнем освещении возникает контраст между возбужденным участком жидкости кристаллов и невозбужденным (фоном). При снятии внешнего электрического поля первоначальная структура жидких кристаллов восстанавливается и указанный контраст исчезает.

Как показано на рис. 7.1, принципиально жидкокристаллические индикаторы состоят из двух плоскопараллельных стеклянных пластин, между которыми находится слой жидких кристаллов толщиной 12—20 мкм. На одной из стеклянных пластин прозрачным токопроводящим покрытием нанесен рисунок цифры, который представляет собой конфигурацию в виде сегментов, с помощью которых можно воспроизвести цифры от 0 до 9. На другой пластине прозрачным токопроводящим покрытием нанесен электрод, являющийся общим для цифр. Обе пластины покрытыми поверхностями обращены друг к другу.

Существуют индикаторы, работающие в отраженном («на отражение») и проходящем («на просвет») свете. В первом случае на заднее стекло индикатора наносится отражающий слой, во втором — за индикатором должен быть использован дополнительный источник света.

При подаче управляющего напряжения жидкие кристаллы в зоне действия электрического поля теряют прозрачность, и если задняя отражающая поверхность белая, то наблюдатель видит темную цифру на светлом фоне. Если задний отражатель имеет черный цвет и внутренние поверхности корпуса индикатора также зачернены, то матово-светлое изображение цифры будет хорошо заметно на черном фоне.

При работе индикатора на просвет изображение цифры более темное, чем фон. Если при этом мощность установленного источника света составляет 0,5 Вт, то яркость жидкокристаллического индикатора становится сравнимой с яркостью газоразрядного или светодиодного индикатора, используемого в условиях обычной освещенности.

Выводы от сегментов выполнены в виде износостойких токопроводящих дорожек на стекле. Соединение выводов индикатора с элементами схемы управления осуществляется с помощью разъема.

Другим принципом, используемым для создания жидкокристаллических индикаторов, является эффект вращения плоскости поляризации поляризованного света слоем жидких кристаллов, исчезающий под действием электрического поля (твист-эффект). Индикаторы, работающие на этом принципе, получают, помещая капельку жидких кристаллов между двумя скрещенными поляроидными пластинами, которая растекается между ними в виде тонкой пленки. Сами скрещенные поляроиды имеют взаимно перпендикулярные плоскости поляризации света и поэтому являются совершенно непрозрачными. Но если между этими пластинами имеется слой неметаллических жидких кристаллов, которые в результате технологической обработки приобрели свойство вращения плоскости поляризации проходящего света на 90°, то вся эта оптическая система получается прозрачной (рис. 7.2).

При приложении электрического поля все молекулы жидких кристаллов ориентируются вдоль поля и эффект вращения плоскости поляризации исчезает. В результате через систему, показанную на рис. 7.2, пропускание света прекращается. Если возбуждается не весь слой жидких кристаллов, а определенные участки в виде символа или цифры, то изображение данного символа (цифры) будет темным в проходящем свете по сравнению с невозбужденной областью (фоном). Этот принцип получения индикации является более прогрессивным, так как дает значительный выигрыш в мощности потребления и позволяет получать более высокий контраст. В большинстве серийно выпускаемых типов жидкокристаллических индикаторов использован данный принцип.

Возбуждение жидкокристаллического слоя в индикаторах осуществляется переменным напряжением синусоидальной формы или формы типа меандр, с эффективным значением (в зависимости от типа) от 2,7 до 30 В и частотой 30—1000 Гц. Постоянная составляющая напряжения

не допускается из-за появления электролитического эффекта, что ведет к резкому сокращению срока службы индикатора. Основным параметром жидкокристаллического индикатора, отражающим качество его работы, является контраст знака по отношению к фону K, который определяется как отношение интенсивностей света, выходящего из жидкокристаллического индикатора, в исходном (невозбужденном) и возбужденном состояниях. Контраст измеряется с помощью специальной оптической системы на основе микроскопа с встроенным фотоэлектронным умножителем на выходе. Для устранения внешней засветки объектив микроскопа защищен зачерненным конусом, который направлен на измеряемый индикатор. Плоскость индикатора расположена перпендикулярно оптической оси микроскопа и освещается специальной лампой подсветки, поток которой через конденсатор направлен к измеряемому образцу под углом 45°. С помощью микроамперметра фиксируют два значения тока ФЭУ: при неработающем индикаторе и при приложенном к сегментам управляющем напряжении.

Контраст, %, вычисляется по формуле

$$K = (I_ф - I_з)\ 100/I_ф,$$

где $I_ф$ — ток фона — фототок фотоэлектронного умножителя при неработающем индикаторе; $I_з$ — ток знака — фототок фотоэлектронного умножителя при приложенном к сегментам номинальном управляющем напряжении (изображение знака темнее фона). Значение K современных серийных индикаторов составляет 83—90 %. Реже контраст выражают в относительных единицах (отн. ед.): $K = I_ф/I_з$.

Чем выше внешняя освещенность, тем ярче изображение на индикаторе. Контраст от освещенности практически не зависит.

Основными параметрами жидкокристаллических цифро-знаковых индикаторов являются:

контраст знака по отношению к фону K — отношение разности коэффициента яркости фона и знака индикатора к коэффициенту яркости фона, выраженное в процентах;

ток потребления $I_{пот}$ — среднее значение переменного тока, протекающего через индикатор (сегмент) при приложении к нему номинального напряжения управления рабочей частоты;

напряжение управления $U_{упр}$ — номинальное значение эффективного переменного напряжения, приложенного к сегментам индикатора;

рабочая частота напряжения управления $f_{раб}$;

минимальное напряжение управления $U_{упрmin}$ — минимальное значение эффективного переменного напряжения, приложенного к сегментам индикатора, при котором обеспечивается заданный контраст знака по отношению к фону;

максимально допустимое напряжение управления $U_{упрmax}$ — максимальное значение эффективного переменного напряжения, приложенного к сегментам индикатора, при котором обеспечивается заданная надежность индикатора при длительной работе;

время реакции $t_{реак}$ — интервал времени при включении, в течение которого ток потребления увеличивается до 0,8 максимального значения;

время релаксации $t_{рел}$ — интервал времени при выключении, в течение которого ток потребления снижается до 0,2 максимального значения.

Важнейшей характеристикой цифро-знакового жидкокристаллического индикатора как прибора отображения информации является зависимость контраста знака от напряжения управления. С увеличением на-

пряжения контраст круто растет до порогового значения, после чего увеличение контраста с увеличением $U_{упр}$ практически не происходит. Значение $U_{упр\,min}$ выбирается на пологом участке кривой вблизи порога. Отметим, что контраст знака индикатора является функцией эффективного значения $U_{упр}$ и практически не зависит от его формы.

Жидкокристаллический индикатор как элемент электрической цепи эквивалентен конденсатору. Вследствие этого вольт-амперная характеристика $I_{пот}=f(U_{упр})$ при номинальной частоте управляющего напряжения близка к линейной, а частотная характеристика $I_{потр}=\varphi(f_{раб})$ имеет вид монотонно возрастающей кривой. Постоянная составляющая управляющего напряжения не должна превышать 1 % эффективного значения $U_{упр}$.

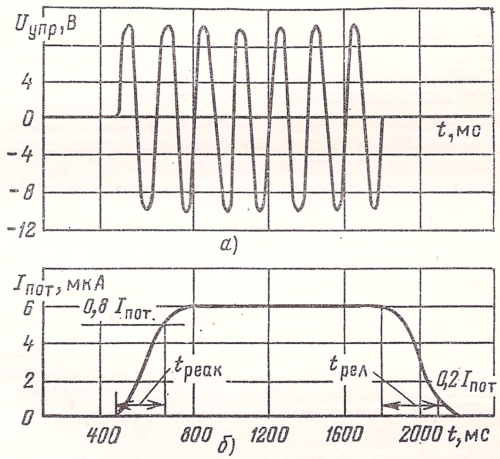


Рис. 7.3. Временна́я диаграмма нарастания и спада тока потребления жидкокристаллического индикатора (*б*) при подаче управляющего переменного напряжения (*а*)

Важной особенностью жидкокристаллического индикатора является низкий ток потребления — единицы или сотни микроампер (в зависимости от принципа работы). В интервале рабочих температур ток потребления несколько увеличивается с ростом температуры. Жидкокристаллический индикатор имеет низкое быстродействие, связанное с инерционными процессами перестройки структур органических кристаллов. Быстродействие существенно зависит от температуры. В зоне температур, близких к нижнему пределу, быстродействие резко падает. Измерения временны́х параметров $t_{реак}$ и $t_{рел}$, приводимых в таблицах, производятся на уровне соответственно 0,8 и 0,2 установившегося значения, как показано на рис. 7.3. Проверку времени реакции и релаксации серийных приборов производят визуально по появлению и исчезновению (при прямом наблюдении) знаков при подаче на них прерывистого напряжения управления с длительностью воздействия 800 мс и длительностью паузы 800 мс. Жидкокристаллические индикаторы работают в весьма

узком интервале температур. Подавляющее большинство жидкокристаллических индикаторов не работает при окружающей температуре ниже +1 °С, так как в этих условиях материал переходит в состояние полутвердого кристалла. При приближении к нижнему температурному пределу индикатор реагирует на приложение напряжения все медленнее и в конце концов полностью теряет работоспособность. Индикаторы восстанавливают свои характеристики после возвращения их из среды с низкой температурой в среду с температурой, соответствующей температуре рабочего диапазона. В связи с этим хранение индикаторов разрешается при температуре до —40 °С.

По числу разрядов в одном корпусе цифро-знаковые индикаторы делятся на 1-разрядные, 4-разрядные, 6-разрядные, 9-разрядные. Нумерация разрядов принята возрастающей слева направо.

Существуют также жидкокристаллические индикаторы, отображающие различные символы, специальные знаки и надписи.

Цифро-знаковые жидкокристаллические индикаторы изготавливаются в пластмассовых корпусах или из стекла с компаундным упрочнением по периметру с выводами под распайку или под разъем.

В процессе эксплуатации следует избегать попадания на контактную площадку влаги и пыли, вызывающих межэлектродные замыкания. Очищать поверхность индикатора рекомендуется чистым батистом, слегка смоченным этиловым спиртом.

Система обозначений жидкокристаллических индикаторов содержит несколько букв и цифр. Сочетание ИЖК означает: индикатор жидкокристаллический. Четвертый элемент обозначения: буква Ц означает — цифровой, а С — символьный. Пятый элемент — цифра, указывающая номер разработки. Цифра после дефиса указывает число разрядов индикатора, а число через косую дробную черту соответствует высоте в миллиметрах цифры (символа) в разряде.

Приборы, разработанные до введения описанной системы, обозначены иначе. Например, наименование ЦИЖ-5 расшифровывается следующим образом: цифровой индикатор жидкокристаллический, номер разработки 5, а ИЖК-2 — индикатор жидкокристаллический, номер разработки 2.

Использование жидкокристаллических индикаторов в радиоэлектронной аппаратуре стимулируется рядом факторов: низкими токами потребления и напряжениями управления, совместимостью работы с интегральными микросхемами, низкой стоимостью.

Возможными областями их применения являются: индикаторные устройства измерительной аппаратуры, электронные часы и микрокалькуляторы, информационные панели и указатели. Весьма сложным аспектом применения жидкокристаллических приборов являются средства управления (особенно это относится к многоразрядным индикаторам). На рис. 7.4 показана схема возбуждения сегментов сигналом переменного напряжения. Устройство состоит из двух логических схем И с двумя входами *DD2*, *DD3*, инвертора *DD1* и ключа-формирователя на транзисторе *VT*. На коллектор транзистора подается напряжение, равное двойной амплитуде номинального переменного напряжения возбуждения данного жидкокристаллического индикатора.

С транзистора *VT* на сегмент индикатора снимается однополярное переменное напряжение прямоугольной формы амплитудой 40 В. Для уничтожения постоянной составляющей импульсного питающего напряжения (она недопустима из физических условий работы жидких кристаллов) к общему электроду прикладывается постоянное напряжение 20 В.

На вход *DD2* подается напряжение возбуждения с частотой $f_в = 30 \div 50$ Гц, а на вход *DD3* — напряжение гашения с частотой $f_г = 10 \div 40$ кГц. При низком логическом уровне управляющего сигнала открывается *DD2* и транзистор работает в импульсном режиме с частотой, соответствующей частоте возбуждения жидкокристаллического сегмента. Управляющий сигнал с высоким логическим уровнем, поступающий с дешифратора на управляющий вход, открывает *DD3*. В результате устройство формирует напряжение повышенной частоты, на которую жидкокристаллический сегмент не реагирует. С учетом того, что устройство управления должно быть соизмеримо по потребляемой мощности с жидкокристаллическим индикатором, все логические схемы выполнены на основе КМОП-структур.

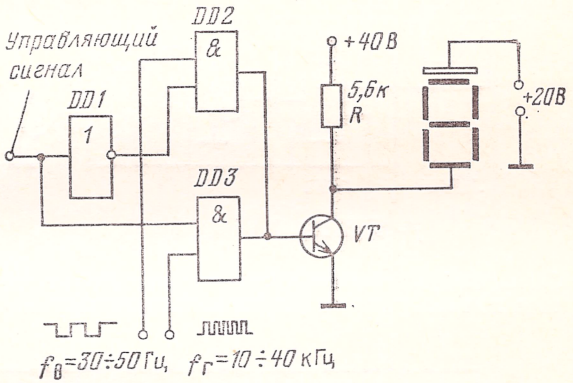


Рис. 7.4. Схема возбуждения сегментов жидкокристаллического индикатора переменным напряжением различной частоты

Кроме описанного используется также другой тип устройства возбуждения жидкокристаллических индикаторов. Его схема показана на рис. 7.5. На входы логических схем И *DD2* и *DD3* от внешнего генератора подаются импульсные напряжения с частотой $f = 15 \div 25$ Гц, сдвинутые по фазе относительно друг друга на 180°. В зависимости от уровня управляющего сигнала на сегмент индикатора через ключ-формирователь (транзистор *VT1*) прикладывается напряжение прямоугольной формы, прямое либо сдвинутое по фазе. На общий электрод индикатора через другой ключ-формирователь (транзистор *VT2*) постоянно подается сигнал одной фазы.

При совпадении фаз на электродах сегмента последний не возбуждается; при различии фаз происходит возбуждение сегмента. Отметим, что фазовый способ управления позволяет уменьшить напряжение питания индикатора в 2 раза.

При использовании многоразрядных индикаторов требуется большое число внешних соединений, необходимых для управления сегментов. Это заставляет прибегать к созданию мультиплексного управления. На рис. 7.6 показан принцип управления 4-разрядным цифровым индикатором с разделенными общими электродами для каждого разряда, который заключается в объединении идентичных сегментов по всем разрядам

и последовательной адресации данных в соответствующие разряды. Процесс отображения 4-разрядного числа осуществляется по тактам. В каждом такте переменное управляющее напряжение прикладывается к шине управления сегментов и к линии общего электрода того разряда, который возбуждается в данном такте. Благодаря большому времени релаксации жидких кристаллов цифры разрядов в период между так-

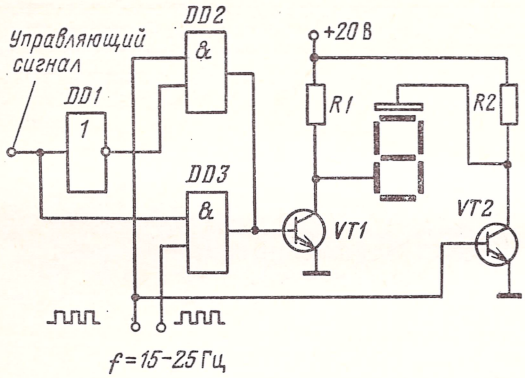


Рис. 7.5. Схема возбуждения сегментов жидкокристаллического индикатора по методу сдвига фаз управляющего напряжения

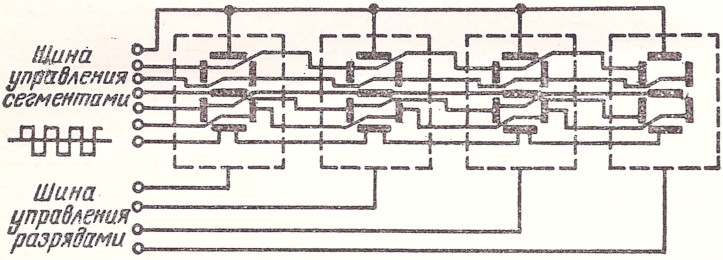


Рис. 7.6. Схема соединений сегментов при мультиплексном управлении многоразрядным цифровым жидкокристаллическим индикатором

тами возбуждения продолжают читаться без приложения напряжения.

В качестве примера использования жидкокристаллического индикатора приведем схему электрических часов с отображением информации на 4-разрядном цифровом индикаторе с единым общим электродом для всех разрядов ИЖКЦ2-4/24 (рис. 7.7). Часы состоят из задающего генератора с делителем частоты до 1 Гц, выполненным на микросхеме *D1*. Секундные импульсы поступают на делитель частоты с коэффициентом пересчета 60 (микросхемы *D2*, *D3*), на выходе которого получается один импульс в минуту. Минутные импульсы подаются на счетчик ми-

нут, состоящий из микросхем *D4* и *D5*. С выхода «деление на 6» микросхемы *D5* импульсы проходят на счетчик часов (микросхемы *D6*, *D7*). Пересчет часов на сутки с коэффициентом деления частоты 24 обеспечивают микросхемы *D8.1* и *D8.2*. Счетчик суток одной недели организован на микросхеме *D9*. При переключении этой микросхемы из состояния 7

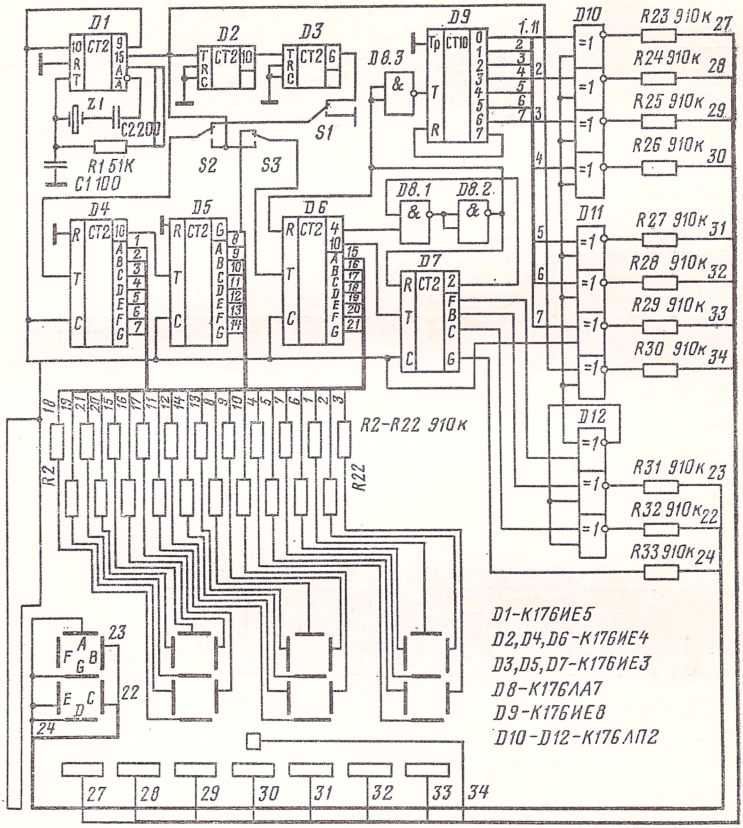


Рис. 7.7. Принципиальная электрическая схема часов с жидкокристаллическим индикатором

в состояние *8* счетчик суток сбрасывается в нуль. Для установки текущего времени предусмотрены переключатели *S2*, *S3*. Для остановки и пуска часов служит *S1*.

Для управления жидкокристаллическим индикатором в данной схеме использован фазовый способ, основанный, как указывалось выше, на подключении к сегментам и общему электроду переменного возбуждающего напряжения одной частоты (от одного источника). Если импульсы

напряжения поступают в одной фазе, то жидкие кристаллы не испытывают действия электрического поля и сегменты не возбуждены. Если импульсы поступают в противофазе, то через жидкокристаллический слой протекает переменный ток и сегменты возбуждаются.

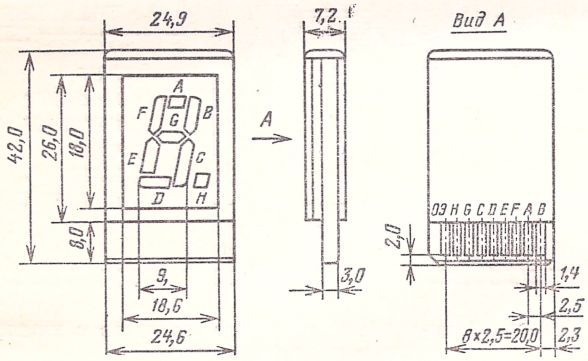
Возбуждающее напряжение с частотой 64 Гц в схеме электронных часов снимается с делителя частоты *D1* и подается на общий электрод индикатора и на синхровходы счетчиков-дешифраторов, подключаемых к сегментам. Благодаря этому к жидкокристаллическому индикатору всегда приложено переменное напряжение. Те сегменты, на электродах которых напряжение находится в противофазе, возбуждены; остальные сегменты погашены, так как приложенное к их электродам напряжение синфазно. Для управления разрядом десятков часов, в котором сегменты *A*, *D*, *E*, *G* объединены, используется микросхема с тремя логическими элементами — исключающее ИЛИ (элемент *D12*), с помощью которой в этом разряде можно устанавливать три состояния: возбуждение двух цифр (1 и 2) и гашение. Для обеспечения фазового управления указателем дня недели и точкой, индицирующей секундные импульсы, используется узел на микросхемах *D10*, *D11*.

7.2. ОДНОРАЗРЯДНЫЕ ЦИФРО-ЗНАКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЖКЦ1-1/18

Одноразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 18 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Корпус из стекла и компаунда с выводами под разъем. Масса не более 20 г.

Основное назначение — отображение цифровой информации в устройствах пневмоавтоматики.

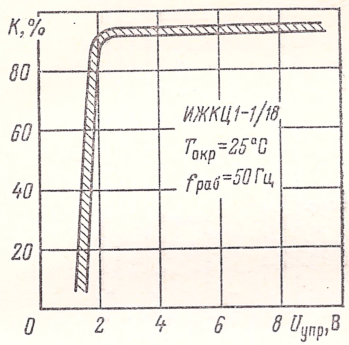


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25°$ С

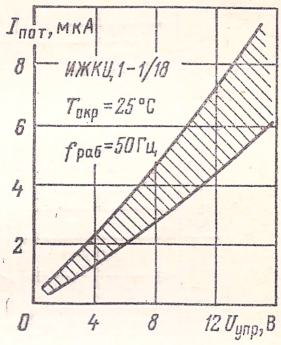
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=7$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	83,3 %
Ток потребления, не более	8 мкА
Напряжение управления эффективное	7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и время релаксации, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

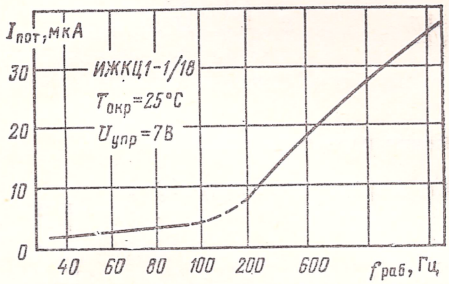
Минимальное напряжение управления эффективное	4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10÷ +55 °С



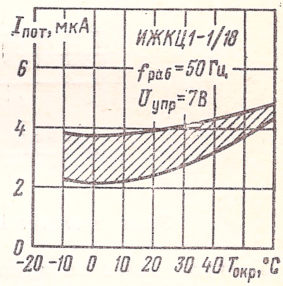
Зависимость контраста от напряжения управления (показана зона разброса)



Вольт-амперная характеристика (показана зона разброса)



Типовая зависимость тока потребления от частоты управляющего напряжения



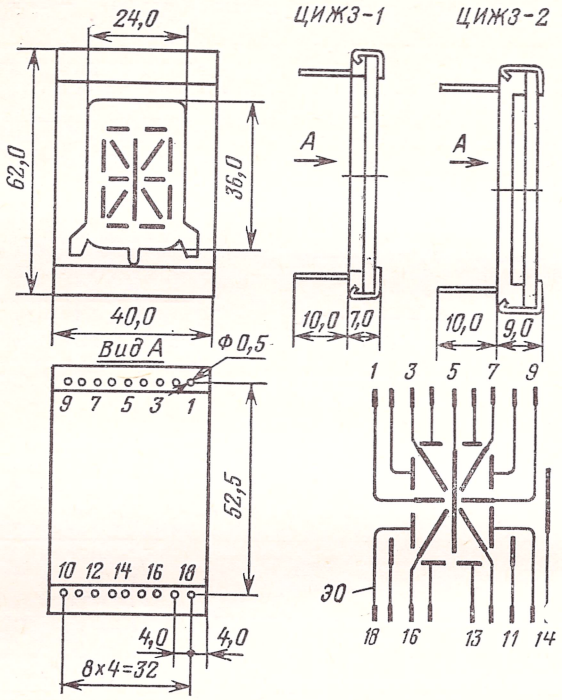
Зависимость тока потребления от температуры окружающей среды (показана зона разброса)

ЦИЖ3-1, ЦИЖ3-2

Одноразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 35 мм. Работа основана на эффекте динамического рассеяния в жидких кристаллах. Индикатор ЦИЖ3-1 работает на просвет, а ЦИЖ3-2 — на

отражение. Корпус выполнен из стекла и компаунда с выводами под распайку. Общий электрод ЦИЖЗ-1 прозрачный, а ЦИЖЗ-2 — из слоя алюминия.

Масса, не более: ЦИЖЗ-1 — 40 г; ЦИЖЗ-2 — 45 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25°$ С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=20$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	90 %
Ток потребления, не более	200 мкА
Напряжение управления эффективное	20 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Время реакции, не более	80 мс
Время релаксации, не более	1500 мс

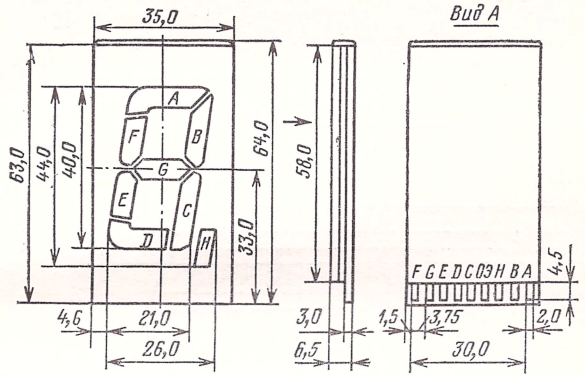
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	15 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—60 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10÷ +50 °С

ЦИЖ-8

Одноразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 40 мм. Работа основана на эффекте динамического рассеяния в жидких кристаллах. Корпус выполнен из стекла и компаунда с выводами под разъем. Масса не более 35 г.

Основное назначение — отображение информации на табло группового пользования.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=24$ В, $f_{раб}=$ $f_{раб}=64$ Гц, не менее	90 %
Ток потребления, не более	1500 мкА
Напряжение управления эффективное	24 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Время реакции, не более	50 мс
Время релаксации, не более	800 мс

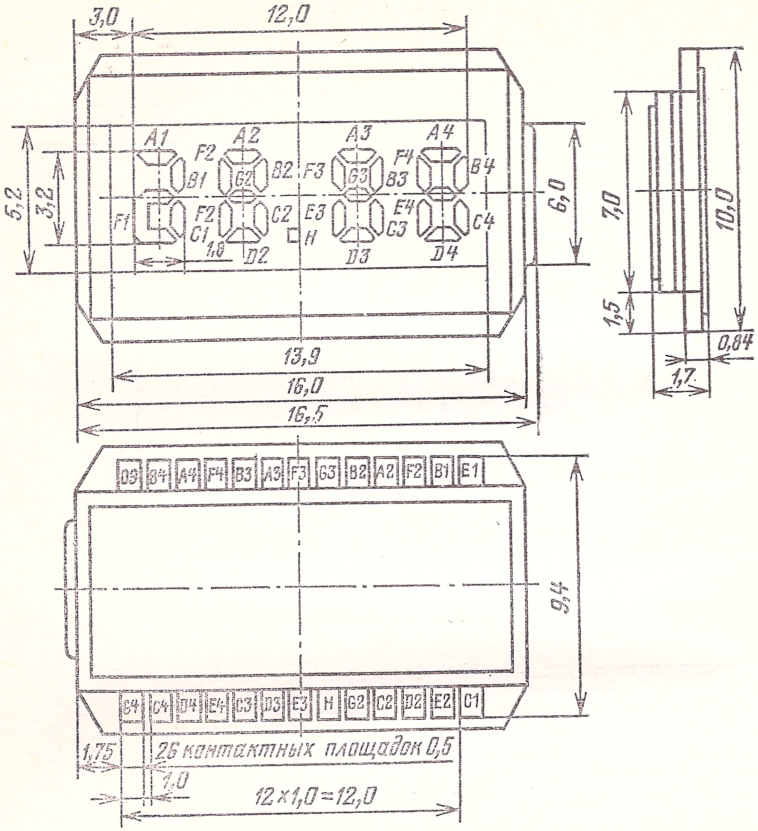
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	15 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

7.3. ЧЕТЫРЕХРАЗРЯДНЫЕ ЦИФРО-ЗНАКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЖКЦ2-4/3

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 3,2 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Выпускаются индикаторы, работающие и на отражение, и на просвет. Масса не более 1,7 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

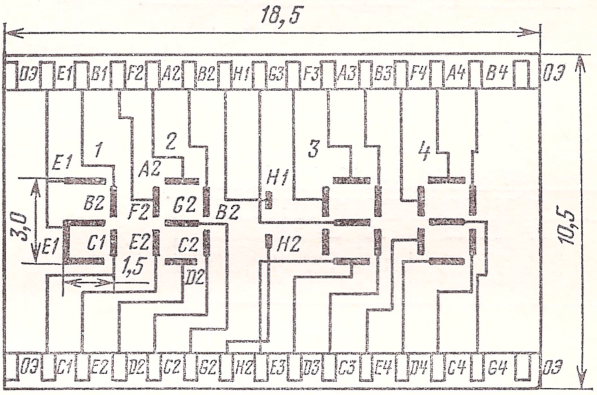
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=2,7$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее	83,3 %
Ток потребления, не более	0,8 мкА
Напряжение управления эффективное	2,7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	400 мс
Время релаксации, не более	400 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	2,4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	6 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

ЦИЖ-6

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 3 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Выпускаются в стеклянном корпусе с выводами из износостойких токопроводящих контактов на стекле под специальный разъем-розетку. Масса не более 2 г. Основное назначение — отображение цифровой информации в малогабаритных приборах точного времени.



Толщина индикатора 1 мм

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону $U_{упр}=4{,}5$ В и $f_{раб}=50$ Гц, не менее	83,3 %
Ток потребления, не более	1 мкА
Напряжение управления эффективное	4,5 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	400 мс
Время релаксации, не более	400 мс

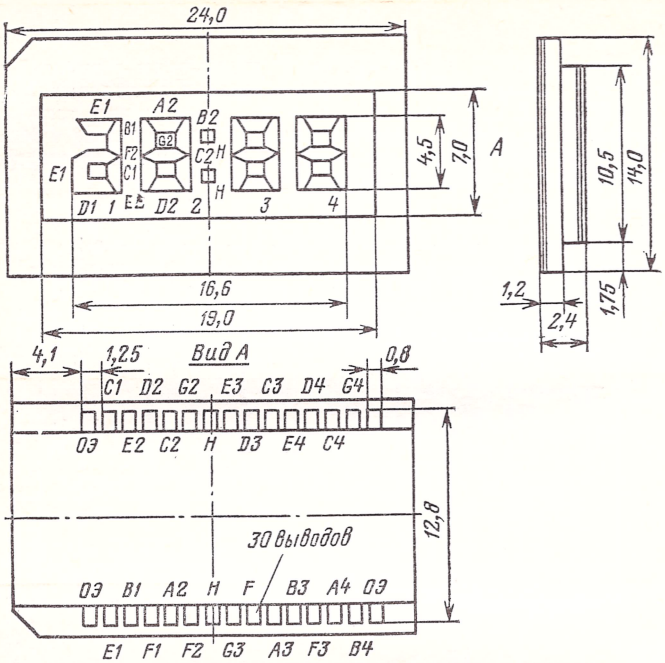
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	6 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

ЦИЖ-2

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 4,5 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Способ индикации — на отражение света. Корпус стеклянный. Масса не более 2 г.

Предназначены для малогабаритных электронных приборов точного времени и других устройств с цифровой информацией.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

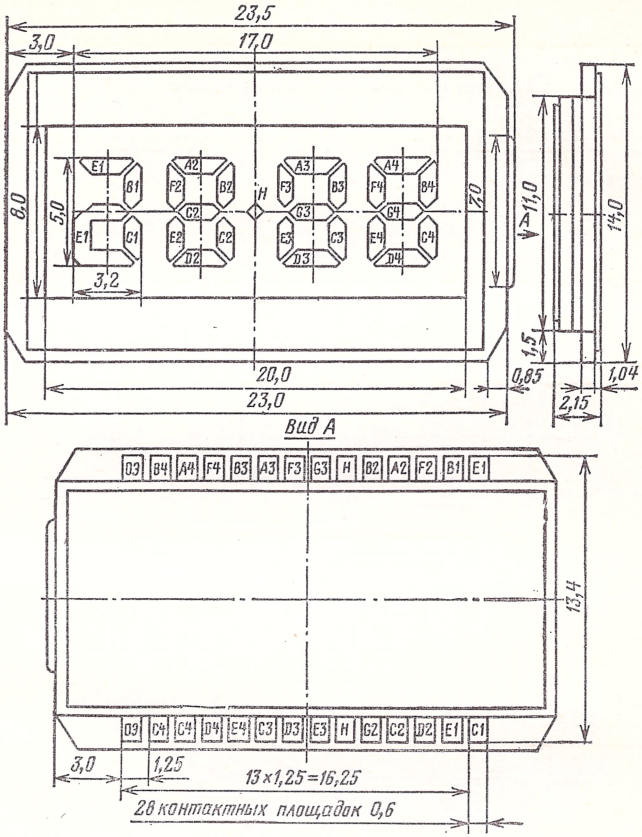
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=4{,}5$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее	83,3 %
Ток потребления, не более	1,5 мкА
Напряжение управления эффективное	4,5 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	4 В
Минимальное напряжение управления эффективное	6 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

ИЖКЦ2-4/5

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 5 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Выпускаются индикаторы, работающие и на отражение, и на просвет. Корпус выполнен из стекла с герметизацией компаундом по всему периметру с выводами из износостойких токопроводящих контактов на стекле под специальный разъем-розетку. Масса не более 2 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}$=25 °С

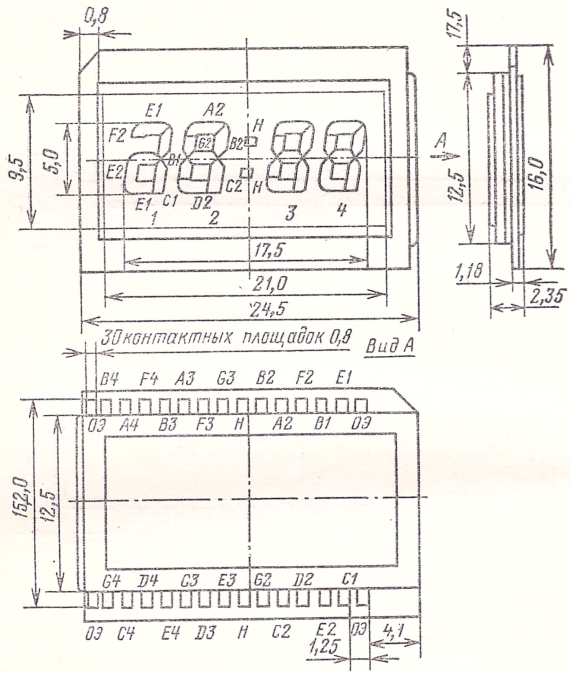
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}$=2,7 В, $f_{раб}$=64 Гц, не менее	83,3 %
Ток потребления, не более	1 мкА
Напряжение управления эффективное	2,7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	400 мс
Время релаксации, не более	400 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	2,4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	6 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

ИЖКЦ3-4/5

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 5 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Выпускаются индикаторы, работающие и на отражение, и на просвет. Корпус выполнен из стекла с герметизацией компаундом по всему периметру с выводами из износостойких токопроводящих контактов на стекле под специальный разъем-розетку. Масса не более 2 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=2{,}7$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее	83,3 %
Ток потребления, не более	1 мкА
Напряжение управления эффективное	2,7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	400 мс
Время релаксации, не более	400 мс

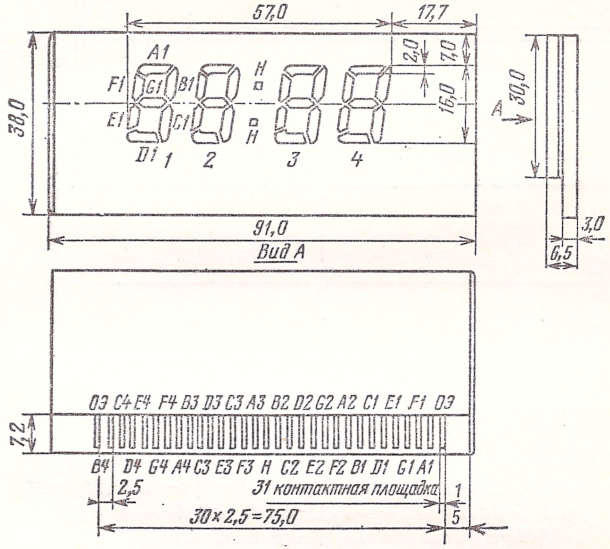
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	2,4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	6 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

ИЖКЦ1-4/16

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 16 мм. Работа основана на эффекте динамического рассеяния в жидких кристаллах. Корпус стеклянный с выводами под разъем. Масса не более 55 г.

Предназначены для отображения цифровой информации в настольных электронных часах и измерительных приборах.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

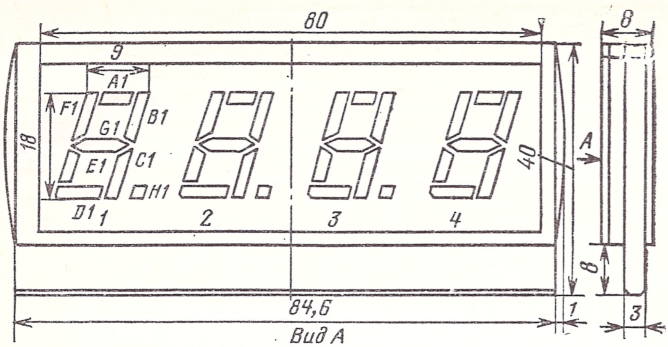
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=24$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	90 %
Ток потребления, не более	2 мА
Напряжение управления эффективное	24 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Время реакции, не более	600 мс
Время релаксации, не более	800 мс

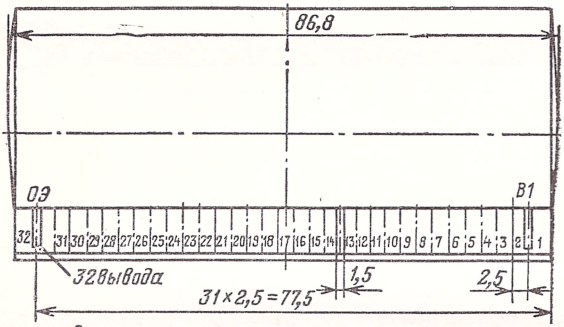
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	15 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—500 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

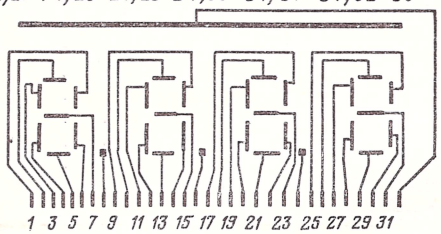
ИЖКЦ1-4/18

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 18 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Выпускаются в корпусе из стекла и компаунда с выводами под разъем. Масса 60 г.





Вывод 1-элемент B1, 2-A1, 3-F1, 4-E1, 5-D1, 6-C1, 7-G1, 8-H1, 9-B2, 10-A2, 11-F2, 12-E2, 13-D2, 14-C2, 15-G2, 16-H2, 17-B3, 18-A3, 19-F3, 20-F3, 21-D3, 22-C3, 23-G3, 24-H3, 25-B4, 26-A4, 27-F4, 28-E4, 29-D4, 30-C4, 31-G4, 32-ОЭ



Предназначены для медицинской электронной аппаратуры и других устройств с отображением цифровой информации.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону $U_{упр}=7$ В, $f_{раб}=$ 50 Гц, не менее	87,5 %
Ток потребления, не более	100 мкА
Напряжение управления эффективное	7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и релаксации, не более	800 мс

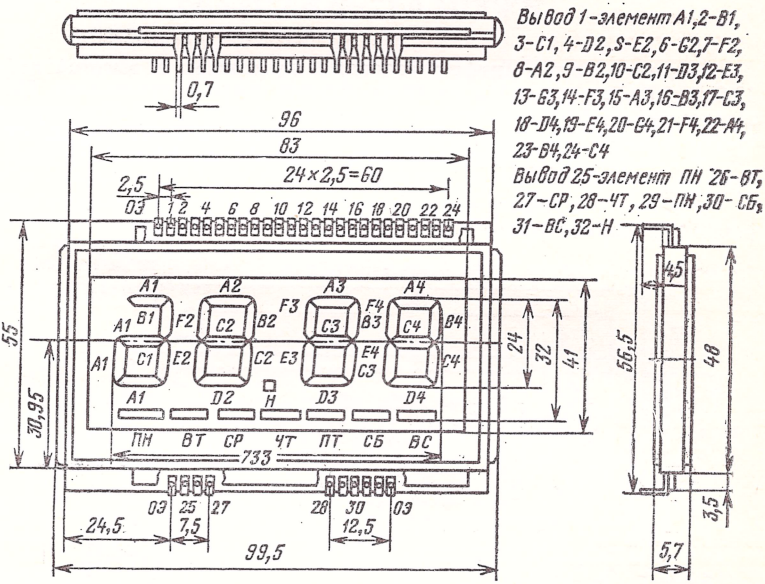
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	5 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

ИЖКЦ1-4/24(А, Б, В), ИЖКЦ2-4/24(А, Б, В)

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 24 мм. Работа индикатора основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Способ индикации — на отражение света. Корпус выполнен из стекла с герметизацией эпоксидным компаундом по всему периметру. Масса не более 100 г.

Основное назначение — отображение цифровой информации в электронных настольных часах. Семь сегментов — черточек, расположенных под цифровыми разрядами, предназначены для индикации дней недели.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=3$ В, $f_{раб}=32$ Гц, не менее	80 %
Ток потребления, не более:	
ИЖКЦ1-4/24А, ИЖКЦ2-4/24А	9,5 мкА
ИЖКЦ1-4/24Б, ИЖКЦ2-4/24Б	15 мкА
ИЖКЦ1-4/24В, ИЖКЦ2-4/24В	25 мкА
Напряжение управления эффективное	3 В

Рабочая частота управляющего напряжения . . .	32—50 Гц
Время реакции, не более	750 мс
Время релаксации, не более	750 мс

Предельные эксплуатационные данные

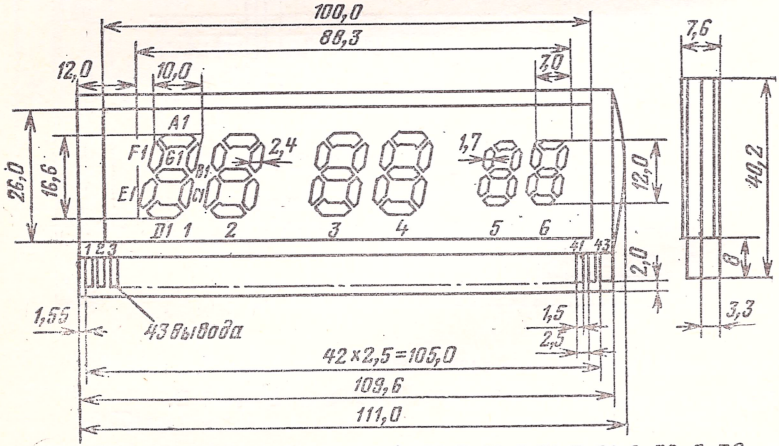
Минимальное напряжение управления эффективное	2,4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—100 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

7.4. ШЕСТИРАЗРЯДНЫЕ ЦИФРО-ЗНАКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЖКЦ1-6/17, ИЖКЦ2-6/17

Шестиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 16,6 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Индикаторы ИЖКЦ1-6/17 работают на просвет, а ИЖКЦ2-6/17 — на отражение. Корпус выполнен из стекла с наклеенными поляроидами; выводы из износостойких токопроводящих дорожек на стекле под разъем. Масса не более 60 г.

Основное назначение — отображение цифровой информации в электронных приборах точного времени.



Вывод 1-элемент B1, 2-A1, 3-F1, 4-G1, 5-E1, 6-D1, 7-C1, 8-E2, 9-D2, 10-C2, 11-G2, 12-B2, 13-A2, 14-F2, 15-B3, 16-A3, 17-F3, 18-G3, 19-E3, 20-D3, 21-C3, 22-E4, 23-D4, 24-C4, 25-G4, 26-B4, 27-A4, 28-F4, 29-B5, 30-A5, 31-F5, 32-G5, 33-E5, 34-D5, 35-C5, 36-E6, 37-D6, 38-C6, 39-G6, 40-B6, 41-A6, 42-F6, 43-ОЭ

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=6$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее:	
ИЖКЦ1-6/17	90 %
ИЖКЦ2-6/17	87,5 %
Ток потребления, не более	45 мкА
Напряжение управления эффективное	6 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	400 мс
Время релаксации, не более	400 мс

Предельные эксплуатационные данные

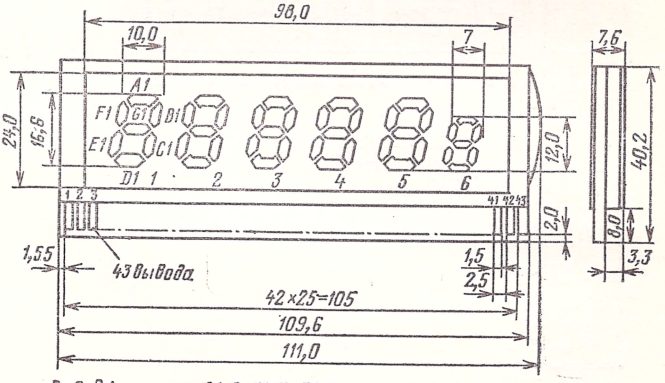
Минимальное напряжение управления эффективное	4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—300 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—55 °С

ИЖКЦ3-6/17, ИЖКЦ4-6/17

Шестиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 16,6 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Индикаторы ИЖКЦ3-6/17 работают на просвет, а ИЖКЦ4-6/17 — на отражение.

Корпус выполнен из стекла и пластмассы с выводами под разъем. Масса не более 60 г.

Предназначены для отображения цифровой информации в радиоприемных устройствах.



Вывод 1-элемент A1, 2-F1, 3-E1, 4-D1, 5-C1, 6-G1, 7-B1, 8-A2, 9-F2, 10-E2, 11-D2, 12-C2, 13-G2, 14-B2, 15-A3, 16-F3, 17-E3, 18-D3, 19-C3, 20-C3, 21-B3, 22-A4, 23-F4, 24-E4, 25-D4, 26-C4, 27-G4, 28-B4, 29-A5, 30-F5, 31-E5, 32-D5, 33-C5, 34-G5, 35-B5, 36-A6, 37-F6, 38-E6, 39-D6, 40-C6, 41-G6, 42-B6, 43-D3

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=9$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее:	
ИЖКЦ3-6/17	90 %
ИЖКЦ4-6/17	87,5 %
Ток потребления, не более	70 мкА
Напряжение управления эффективное	9 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	300 мс
Время релаксации, не более	300 мс

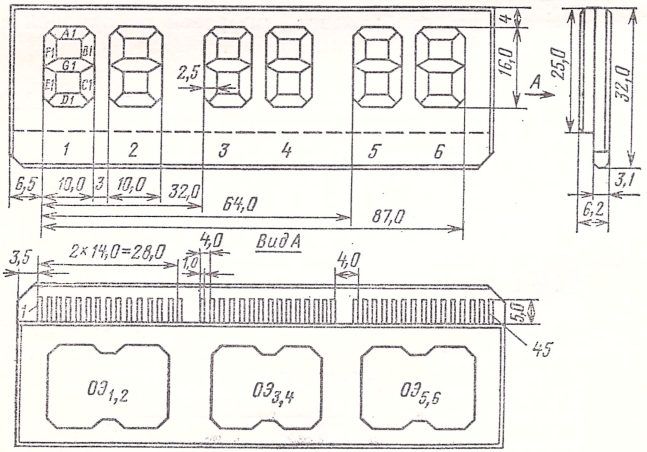
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—300 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10÷ +55 °С

ЦИЖ-5

Шестиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 16 мм. Работа основана на эффекте динамического рассеяния в жидких кристаллах. Способ индикации — на отражение света. Корпус выполнен из стекла и пластмассы с выводами из износостойких дорожек на стекле под специальный разъем-розетку. Масса не более 45 г.

Основное назначение — отображение цифровой информации в электронных приборах точного времени.



Вывод 1-элемент B1, 2-A1, 3-F1, 4-G1, 5-E1, 6-D1, 7-C1, 8-ОЭ1,2, 9-D2, 10-C2, 12-G2, 13-B2, 14-A2, 15-F2, 16-B3, 17-A3, 18-F3, 19-G3, 20-E3, 21-D3, 22-C3, 23-ОЭ3,4, 24-E4, 25-D4, 26-C4, 27-G4, 28-B4, 29-A4, 30-F4, 31-B5, 32-A5, 33-F5, 34-G5, 35-E5, 36-D5, 37-C5, 38-ОЭ5,6, 39-E6, 40-D6, 41-C6, 42-G6, 43-B6, 44-A6, 45-F6

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

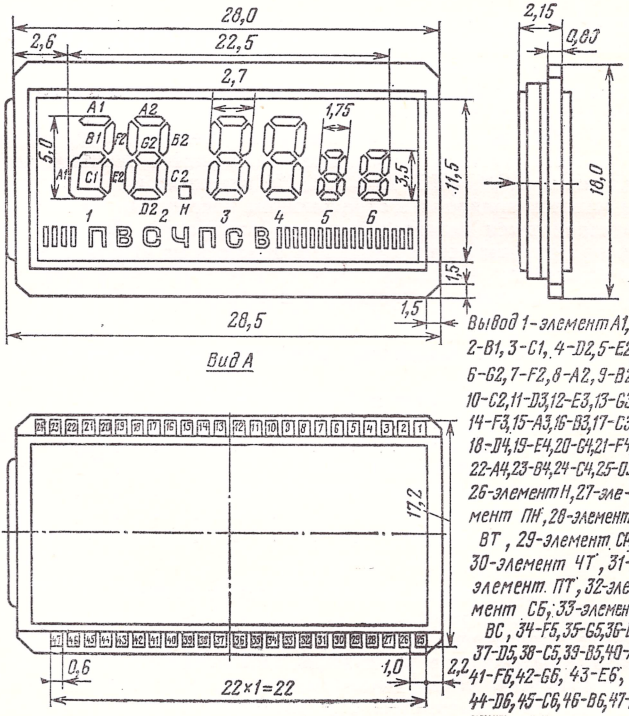
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=15$ В, $f_{раб}=32$ Гц, не менее	20 отн. ед.
Ток потребления, не более	60 мкА
Напряжение управления эффективное	15 В
Рабочая частота управляющего напряжения	32 Гц

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	15 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—50 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	5 —50 °С

ЦИЖ-9

Шестиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 5 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Корпус стеклянный с выводами из износостойких дорожек на стекле, предназначенными под специальный разъем. Масса не более 3 г. Основное назначение — отображение информации в малогабаритных приборах точного времени.



Вывод 1-элемент A1, 2-B1, 3-C1, 4-D2, 5-E2, 6-G2, 7-F2, 8-A2, 9-B2, 10-C2, 11-D3, 12-E3, 13-G3, 14-F3, 15-A3, 16-B3, 17-C3, 18-D4, 19-E4, 20-G4, 21-F4, 22-A4, 23-B4, 24-C4, 25-D3, 26-элемент Н, 27-элемент ПН, 28-элемент ВТ, 29-элемент СР, 30-элемент ЧТ, 31-элемент ПТ, 32-элемент СБ, 33-элемент ВС, 34-F5, 35-G5, 36-E5, 37-D5, 38-C5, 39-B5, 40-A5, 41-F6, 42-G6, 43-E6, 44-D6, 45-C6, 46-B6, 47-A6

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=2{,}7$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее	83 %
Ток потребления, не более	2 мкА
Напряжение управления эффективное	2,7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	400 мс
Время релаксации, не более	400 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	2,4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	6 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

7.5. ДЕВЯТИРАЗРЯДНЫЕ ЦИФРО-ЗНАКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЖКЦ1-8/5

Девятиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 5 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Способ индикации — на отражение света. Корпус стеклянный. На одной стеклянной пластине токопроводящим прозрачным покрытием нанесен рисунок восьми цифровых разрядов и одного служебного, при этом сегменты *AGC*, *BH* и *DEF* всех разрядов соединены между собой. На другой пластине нанесен рисунок электродов, являющихся общими для трех групп сегментов: *CDH*, *BEG*, *AFKNM*. На внешнюю поверхность задней пластины наклеен поляроид с отражающим покрытием. Передний поляроид устанавливается непосредственно в аппаратуре. Выводы изготовлены из износостойких токопроводящих дорожек на стекле. Масса индикатора не более 9 г.

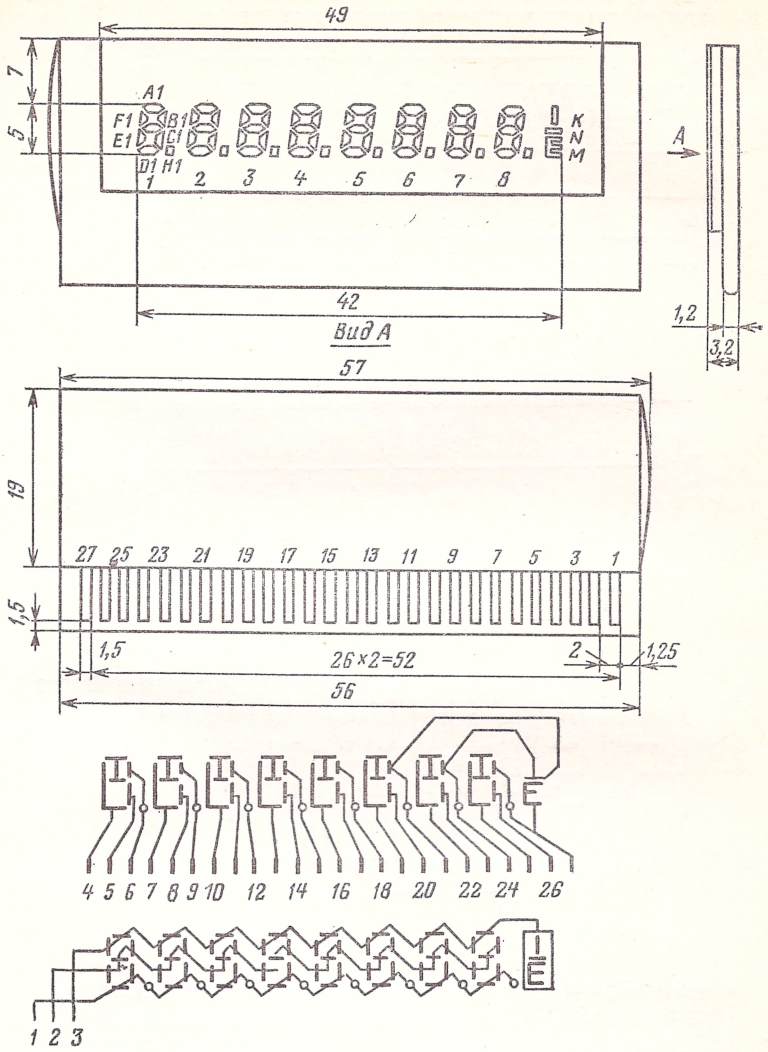
Основное назначение — индикация в микрокалькуляторах.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=6$ В, $f_{раб}=120$ Гц, не менее	83,5 %
Ток потребления, не более	8 мкА
Напряжение управления амплитудное	6 В
Рабочая частота управляющего напряжения	120 Гц
Время реакции, не более	350 мс
Время релаксации, не более	350 мс

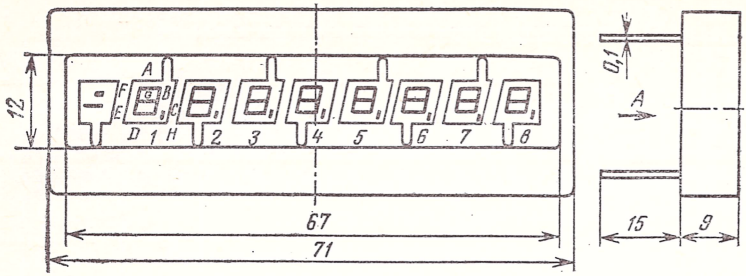
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления амплитудное	5,4 В
Максимальное напряжение управления амплитудное	6,3 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	60—180 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—40 °С



ЦИЖ-4

Девятиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 6 мм. Работа основана на эффекте динамического рассеяния в жидких кристаллах. Изготавливаются в корпусе из стекла, залитого компаундом, с ленточными выводами под распайку. Способ индикации — на отражение света. Масса не более 40 г.



Вид А

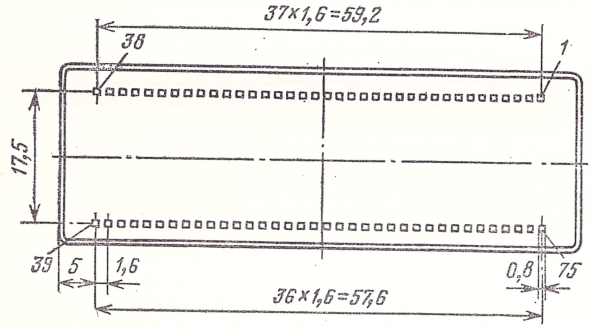
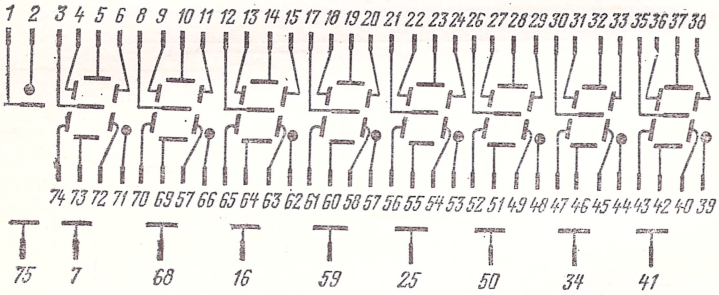


Схема соединения электродов с выводами



Вывод 1 - знак минус, 2 - точка над знаком, 3-G1, 4-F1, 5-A1, 6-B1, 7-D3, 8-G2, 9-F2, 10-A2, 11-B2, 12-G3, 13-F3, 14-A3, 15-B3, 16-D3, 17-G4, 18-F4, 19-A4, 20-B4, 21-G5, 22-F5, 23-A5, 24-B5, 25-D3, 26-G6, 27-F6, 28-A6, 29-B6, 30-G7, 31-F7, 32-A7, 33-B7, 34-D3, 35-G8, 36-F8, 37-A8, 38-B8, 39-H8, 40-C8, 41-D3, 42-D8, 43-E8, 44-H7, 45-C7, 46-D7, 47-E7, 48-H6, 49-C6, 50-D3, 51-D6, 52-E6, 53-H5, 54-C5, 55-D5, 56-E5, 57-H4, 58-C4, 59-D3, 60-D4, 61-E4, 62-H3, 63-C3, 64-D3, 65-E3, 66-H2, 67-C2, 68-D3, 69-D2, 70-E2, 71-H1, 72-C1, 73-D1, 74-E1, 75-D3

Каждый разряд индикатора имеет отдельный общий электрод.

Основное назначение — отображение цифровой информации в приборах с автономным питанием.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону $U_{упр}=20$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	90 %
Ток потребления, не более	100 мкВ
Напряжение управления эффективное	20 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и релаксации, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	10 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—70 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10÷+50 °С

ЦИЖ4-1

Девятиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 6 мм. Работа основана на эффекте динамического рассеяния в жидких кристаллах. Изготавливаются в корпусе из стекла, залитого компаундом, с выводами в виде износостойких токопроводящих покрытий на стекле под разъем. Способ индикации — на отражение света. Масса не более 35 г.

Каждый разряд индикатора имеет отдельный общий электрод.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=20$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	90 %
Ток потребления, не более	100 мкА
Напряжение управления эффективное	20 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и релаксации, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	10 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—70 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10÷+50° С

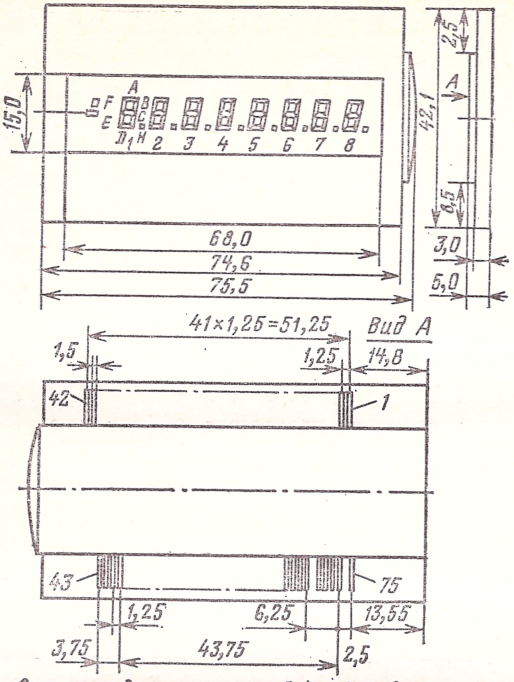
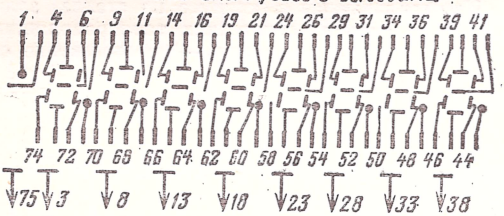


Схема соединения электродов с выводами



Вывод 1-точка над знаком, 2-знак минус, 3-ОЭ, 4-F1, 5-A1, 6-B1, 7-G1, 8-ОЭ, 9-F2, 10-A2, 11-B2, 12-G2, 13-ОЭ, 14-F3, 15-A3, 16-B3, 17-G3, 18-ОЭ, 19-F4, 20-A4, 21-B4, 22-G4, 23-ОЭ, 24-F5, 25-A5, 26-B5, 27-G5, 28-ОЭ, 29-F6, 30-A6, 31-B6, 32-G6, 33-ОЭ, 34-F7, 35-A7, 36-B7, 37-G7, 38-ОЭ, 39-F8, 40-A8, 41-B8, 42-G8, 43-H8, 44-C8, 45-D8, 46-E8, 47-H7, 48-C7, 49-D7, 50-E7, 51-H6, 52-C6, 53-D6, 54-E6, 55-H5, 56-C5, 57-D5, 58-E5, 59-H4, 60-C4, 61-D4, 62-E4, 63-H3, 64-C3, 65-D3, 66-E3, 67-H2, 68-C2, 69-D2, 70-E2, 71-H1, 72-C1, 73-D1, 74-E1, 75-ОЭ

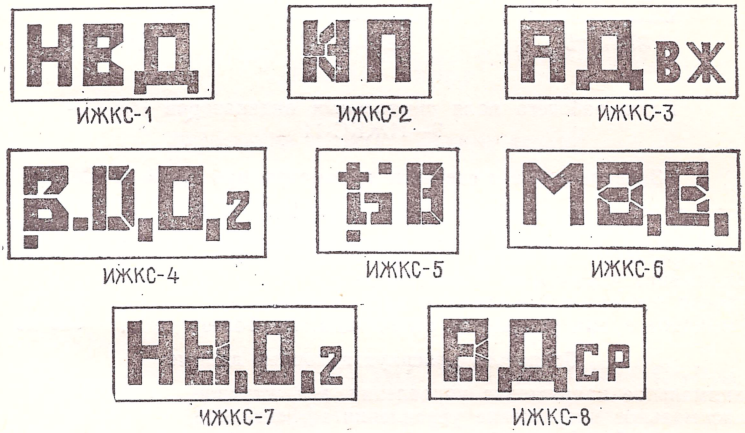
7.6. СИМВОЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЖКС1, ИЖКС2, ИЖКС3, ИЖКС4, ИЖКС5, ИЖКС6, ИЖКС7, ИЖКС8

Символьные индикаторы с высотой символа 14 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Способ индикации — на отражение света.

Габаритные размеры корпуса 84,6×40×8 мм.

Предназначены для использования в медицинской электронной аппаратуре.



Виды рабочего поля символьных индикаторов ИЖКС-1 — ИЖКС-8

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=7$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее:	
ИЖКС1, ИЖКС2	87,6 %
ИЖКС3, ИЖКС4, ИЖКС5, ИЖКС6, ИЖКС7, ИЖКС8	87,5 %
Ток потребления, не более	70 мкА
Напряжение управления эффективное	7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и релаксации, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

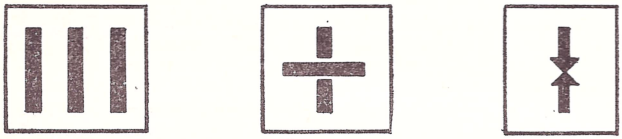
Минимальное напряжение управления эффективное	5 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

ИЖКС9, ИЖКС10, ИЖКС11

Символьные индикаторы с высотой символа: ИЖКС9—12 мм, ИЖКС10—15 мм, ИЖКС11—13 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов.

Габаритные размеры корпуса 42×24,6×7,2 мм.

Предназначены для использования в аппаратуре электронной автоматики.



Виды рабочего поля символьных индикаторов ИЖКС-9—ИЖКС-11

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=7$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	83,3%
Ток потребления, не более	8 мкА
Напряжение управления эффективное	7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и релаксации, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−10÷+ +55 °С

ИЖК-1, ИЖК-2, ИЖК-3, ИЖК-4

Символьные индикаторы с высотой символа 10,5 мм.

Габаритные размеры корпуса 24,5×20,5×5 мм.

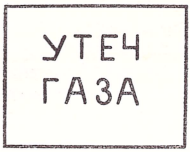
Предназначены для использования в средствах отображения информации аппаратуры автоматики и промышленной электроники.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=21$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	90%
Ток потребления, не более:	
ИЖК-1, ИЖК-2, ИЖК-3	50 мкА
ИЖК-4	100 мкА
Напряжение управления эффективное	21 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Время реакции, не более	300 мс
Время релаксации, не более	300 мс

ИЖК-1

ИЖК-2



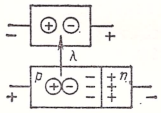
ИЖК-3

ИЖК-4

Виды рабочего поля символьных индикаторов ИЖК-1 — ИЖК-4

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	15 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—60 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—5÷+55 °С



Раздел 8

РЕЗИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ

8.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, УСТРОЙСТВО, ПАРАМЕТРЫ, ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Оптопарой называется оптоэлектронный полупроводниковый прибор, состоящий из излучающего и фотоприемного элементов, между которыми имеется оптическая связь и обеспечена электрическая изоляция. В резисторной оптопаре в качестве фотоприемного элемента используется фоторезистор — полупроводниковый резистор, сопротивление которого уменьшается при воздействии видимых световых или невидимых инфракрасных лучей (конструкция показана на рис. 8.1). Уменьшение сопротивления фоторезистора происходит за счет генерации светом пар свободных носителей заряда — электронов и дырок, увеличивающих электропроводность полупроводника.

Излучателем в резисторной оптопаре может служить светоизлучающий диод, ИК-излучающий диод или сверхминиатюрная лампочка накаливания.

Фоторезисторы оптопар чаще изготавливаются на основе селенида кадмия. Общим требованием является согласованность излучателя и приемника по спектральным характеристикам.

Темновой ток фоторезистора при отсутствии воздействия света от излучателя обычно составляет единицы микроампер. При облучении проводимость фоторезистора значительно возрастает, иногда в сотни и тысячи раз. Проводимость пропорциональна силе света излучателя. Поэтому путем изменения тока через излучатель можно управлять проводимостью фоторезистора. Свойства фоторезисторов не зависят от полярности приложенного напряжения, что позволяет включать их в цепь переменного тока.

Фоторезистор и излучатель объединены внутри корпуса оптопары оптически прозрачной средой (клеем) с большим сопротивлением изоляции. Поэтому цепь излучателя надежно изолирована от выходной цепи оптопары-фотоприемника. Параметры оптопар зависят от температуры. Повышение температуры фоторезистора приводит к увеличению

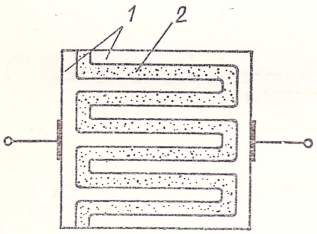


Рис. 8.1. Конструкция фоторезистора в резисторной оптопаре:

1 — металлические электроды; *2* — слой фоторезистора

его светового сопротивления и снижению фототока. При повышении температуры темновой ток увеличивается, темновое сопротивление уменьшается. Отрицательным свойством резисторных оптопар является их низкое быстродействие.

Важнейшим параметром модуляторного резисторного оптрона ОЭП-16 является динамическая кратность, которая выражается отношением

$$\alpha_{\text{дин}} = R_{\text{вых.посл}}/R_{\text{вых.пар}}.$$

Выходные сопротивления измеряются в заданном режиме питания светодиодов при попеременной подаче прямоугольных импульсов с частотой 250 Гц и скважностью 2. Указанный режим является также и оптимальным эксплуатационным режимом, так как позволяет получать наилучшую модуляцию.

Для многоэлементного оптрона ЗОР125А разброс, %, выходных световых сопротивлений двух ближайших по значению (маркированных) фоторезисторных элементов определяется по формуле

$$\alpha_{\min} = (R_{ci} - R_{ck})\ 100/R_{ci},$$

где R_{ci} и R_{ck} — выходные световые сопротивления маркированных фоторезисторных элементов. В формуле должно соблюдаться условие $R_{ci} > R_{ck}$.

Отношение выходных световых сопротивлений между первым и любым другим фоторезисторным элементом производят по формуле $\alpha = R_{ci}/R_{ck}$, где R_{ci} и R_{ck} — выходные световые сопротивления первого и любого другого элемента.

Все оптопары имеют входные параметры, описывающие работу входной цепи, и выходные, относящиеся к нагрузочной цепи. Кроме них

оптопары характеризуются также рядом параметров, отражающих взаимосвязь входной и выходной цепей. Эти параметры называются передаточными или проходными.

Основными параметрами резисторных оптопар являются следующие:

входное напряжение $U_{вх}$ — значение постоянного или эффективного напряжения на входе оптопары при заданном входном токе;

максимальный входной ток $I_{вх\ max}$ — максимальное значение постоянного или среднего входного тока;

выходной коммутируемый ток $I_{вых.ком}$ — номинальное значение среднего выходного тока коммутационной резисторной оптопары;

максимальный выходной коммутируемый ток $I_{вых.ком\ max}$ — максимальное значение среднего выходного тока;

максимальный выходной ток $I_{вых\ max}$ — максимальное значение выходного тока, при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

максимальное выходное коммутируемое напряжение $U_{вых.ком\ max}$ — максимальное эффективное значение выходного напряжения;

максимальная мощность рассеяния $P_{вых.max}$ — мощность на выходе резисторной оптопары, при которой обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

выходное темновое сопротивление $R_{вых.т}$ — сопротивление фоторезистора при отсутствии входного тока;

выходное световое сопротивление $R_{вых.с}$ — сопротивление фоторезистора при заданном входном токе;

выходное сопротивление при последовательно соединенных фоторезисторах $R_{вых.посл}$ — сопротивление модуляторных оптопар при их попеременном освещении световыми сигналами прямоугольной формы частотой 240 Гц и скважностью, равной 2;

выходное сопротивление при параллельно соединенных фоторезисторах $R_{вых.пар}$ — сопротивление выхода модуляторных оптопар при их попеременном освещении;

динамическая кратность выходного сопротивления $\alpha_{дин}$ — отношение выходного сопротивления при последовательно соединенных фоторезисторах к выходному сопротивлению при параллельно соединенных фоторезисторах модуляторных резисторных оптопар;

рабочая частота модуляции $f_{мод}$ — оптимальная частота модуляции резисторных оптопар, при которой достигается наиболее эффективное усиление сигналов;

выходное напряжение смещения $U_{вых.см}$ — паразитная ЭДС, возникающая на выходе модуляторной резисторной оптопары;

время выключения $t_{выкл}$ — интервал времени между моментами снятия входного сигнала и спада выходного сигнала до уровня 0,5 максимального значения;

сопротивление изоляции $R_{из}$ — сопротивление между входной и выходной цепями резисторной оптопары;

проходная емкость $C_{пр}$ — емкость между входом и выходом оптопары;

максимальное напряжение изоляции $U_{из\ max}$ — напряжение, которое может быть приложено между входом и выходом, при котором сохраняется электрическая прочность оптопары.

Важнейшими характеристиками резисторной оптопары являются входная вольт-амперная характеристика, выходная температурная и передаточная характеристики — зависимость выходного сопротивления от входного тока.

Все резисторные оптопары изготавливаются в металлических кор-

пусах. Корпус прибора ОЭП-16 имеет плоский медный радиатор для поддержания стабильного теплового режима фоторезистора при импульсной работе.

Резисторные оптопары применяются преимущественно для бесконтактной коммутации и управления в цепях переменного тока в широком диапазоне частот.

Резисторные оптопары являются почти идеальными устройствами управления электролюминесцентными индикаторами. На рис. 8.2 приведена схема управления электролюминесцентным символьным индикатором. Входная цепь оптопары получает управляющий сигнал от логических устройств с небольшим напряжением питания. За счет высокого сопротивления изоляции выходная высоковольтная цепь надежно изолирована от схем управления.

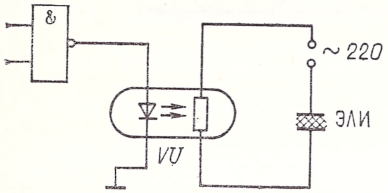


Рис. 8.2. Схема коммутации электролюминесцентного индикатора

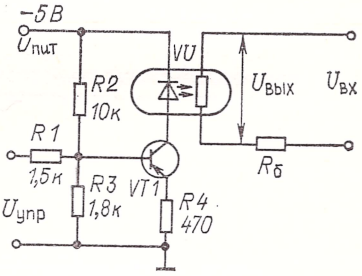


Рис. 8.3. Схема управляемого делителя напряжения

На рис. 8.3 показана схема управляемого делителя напряжения на резисторной оптопаре. От источника питания через светодиод задается некоторый начальный ток, вследствие чего рабочая точка выводится на линейный участок.

Выходная цепь управляемого делителя напряжения состоит из последовательно соединенных резистора и фоторезистора.

При изменении светового потока изменяется сопротивление фоторезистора и, следовательно, коэффициент передачи делителя.

Управляемый бесконтактный делитель на оптопаре обладает достаточным быстродействием, надежной гальванической развязкой между управляющей и входной цепями, способен управлять как постоянным (однополярным), так и переменным напряжением.

Резисторная оптопара применяется в ряде устройств автоматической регулировки усиления. Схема, изображенная на рис. 8.4, используется в телефонных системах связи для поддержания оптимального уровня выходного сигнала при изменении его в широком диапазоне (до 50 дБ и более).

Основой схемы является операционный усилитель, охваченный обратной связью. В качестве сопротивления обратной связи используется фоторезистор оптопары. Когда выходное напряжение операционного усилителя превышает значение начального порогового напряжения светодиода, через входную цепь оптопары протекает ток, что вызывает уменьшение сопротивления обратной связи.

При малом входном сигнале роль сопротивления обратной связи выполняет резистор *R3*. После включения оптрона сопротивление параллельно включенных резистора *R3* и фоторезистора уменьшается и коэффициент усиления операционного усилителя также уменьшается.

На рис. 8.5 показана схема двухкаскадного транзисторного усилителя с оптоэлектрической связью. Оптопара осуществляет преобразование коллекторного тока транзистора *VT1* в световой сигнал, управляющий сопротивлением фоторезистора, включенного в цепь базы транзистора *VT2*. Таким образом обеспечивается прямая передача аналогового сигнала при практически полном отсутствии обратной передачи с выхода на вход оптопары.

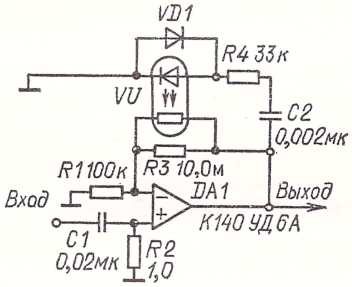


Рис. 8.4. Схема автоматической регулировки усиления

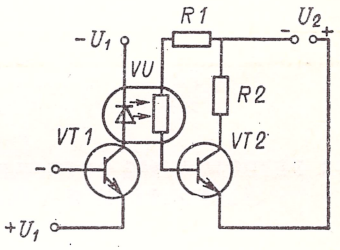


Рис. 8.5. Схема межкаскадной связи

Применение резисторной оптопары для формирования синусоидального сигнала показано на рис. 8.6. На вход подаются симметричные прямоугольные импульсы. Лампочка накаливания оптопары обладает инерционностью при включении и выключении; кроме того, нарастание яркости происходит нелинейно во времени. В результате на выходе получается сигнал, близкий к синусоиде. Изменение частоты осуществляется путем изменения частоты входного сигнала. Амплитуда может изменяться переменным резистором *R2*.

Модуляцию постоянных или медленно изменяющихся напряжений с целью последующего усиления сигнала осуществляют обычно с помощью электромеханических или транзисторных модуляторов.

Оптоэлектронный модулятор на основе резисторной оптопары ОЭП-16 представлен на рис. 8.7.

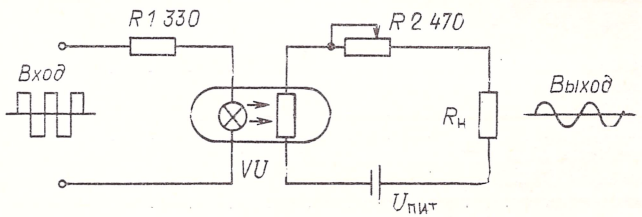


Рис. 8.6. Схема генератора синусоидальных колебаний

Фоторезисторы оптопары соединены последовательно. На светодиоды от внешнего источника подается сигнал модуляции. С одного из фоторезисторов снимается промодулированный микровольтный сигнал. Оптоэлектронный модулятор отличается от других типов простотой устройства, высоким быстродействием, низким потреблением мощности.

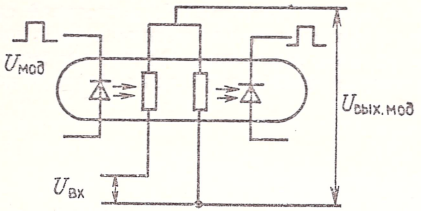
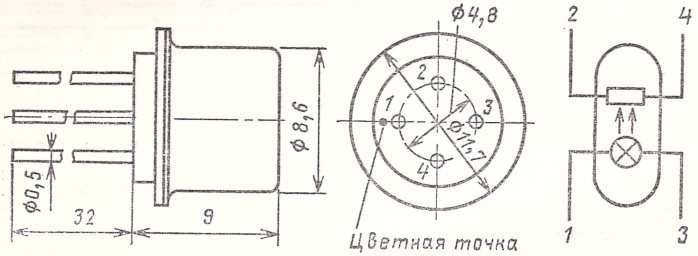


Рис. 8.7. Схема модулятора постоянного напряжения

8.2. РЕЗИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ, ВЫПОЛНЯЮЩИЕ ФУНКЦИИ КЛЮЧЕВЫХ И АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ОЭП-1, ОЭП-2

Оптопары резисторные коммутационные. Излучатель оптопары представляет собой лампу накаливания, приемник — фоторезистор на основе селенистого кадмия. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 2,4 г.



Электрические параметры

Входное напряжение при $I_{вх}=16$ мА . . . . . 3,8—5,5 В
Выходной коммутируемый ток при $T_{окр} \leqslant 40$ °С:
ОЭП-1 . . . . . 3,5 мА
ОЭП-2 . . . . . 7 мА
Выходное темновое сопротивление, не менее:
при $T_{окр}=20$ °С:
ОЭП-1 . . . . . $3 \cdot 10^8$ Ом
ОЭП-2 . . . . . $3 \cdot 10^7$ Ом
при $T_{окр}=-60$ °С и $T_{окр}=40$ °С:

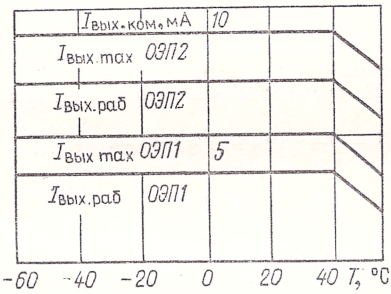
ОЭП-1 . . . . . $5 \cdot 10^7$ Ом
ОЭП-2 . . . . . 10^7 Ом

Выходное световое сопротивление, не более:

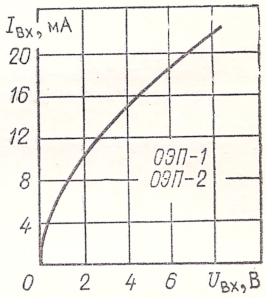
при $T_{окр} \leqslant 40$ °С:
ОЭП-1 . . . . . $4 \cdot 10^3$ Ом
ОЭП-2 . . . . . 500 Ом

при $T_{окр} = 55$ °С:
ОЭП-1 . . . . . $6 \cdot 10^3$ Ом
ОЭП-2 . . . . . 600 Ом

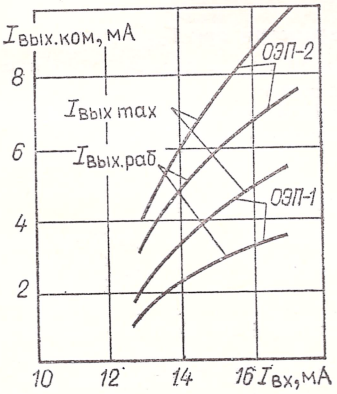
Время включения, не более:
при $T_{окр} = 20 \div 55$ °С . . . . . 200 мс
при $T_{окр} = -60$ °С . . . . . 4000 мс



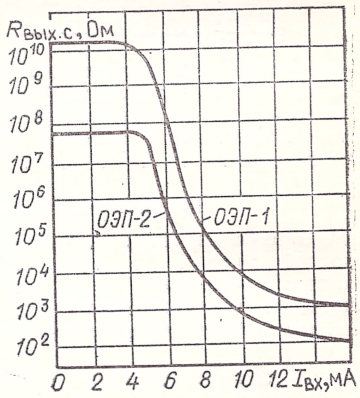
Зависимость коммутируемого тока от температуры



Входная характеристика



Зависимость коммутируемого тока от входного тока



Зависимость выходного светового сопротивления от входного тока

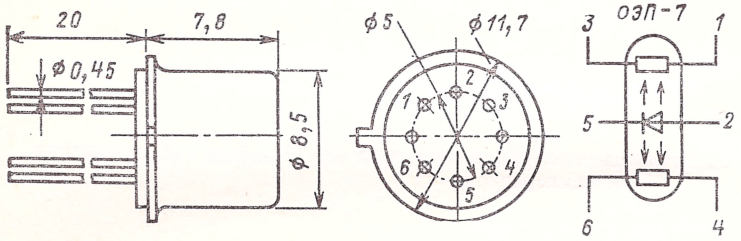
Предельные эксплуатационные данные

Входной средний ток	18 мА
Выходной средний коммутируемый ток:	
при $T_{окр} \leqslant 40$ °С:	
ОЭП-1	5 мА
ОЭП-2	9 мА
при $T_{окр} = 55$ °С:	
ОЭП-1	3,5 мА
ОЭП-2	7 мА
Выходное коммутируемое эффективное напряжение	250 В
Напряжение изоляции	500 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷+55 °С

ОЭП-7

Оптопары резисторные. Излучатель оптопары — светодиодная структура на основе галлий—алюминий—мышьяк; приемник — фоторезистор на основе селенистого кадмия. Выпускаются в металлостеклянном корпусе.

Предназначен для ключевых и аналоговых устройств.



Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25$ °С

Входное напряжение при входном токе 10 мА, не более	3,8 В
Выходное темновое сопротивление, не менее	10^6 Ом
Выходное световое сопротивление при $I_{вх} = 10$ мА, не более	$2 \cdot 10^3$ Ом
Время включения при выходном сопротивлении $2 \cdot 10^5$ Ом, не более	120 мс

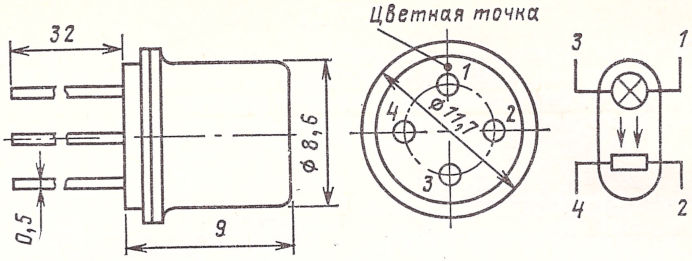
Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный ток	10 мА
Выходной ток	0,2 мА
Выходное напряжение	35 В
Выходная мощность рассеяния	10 мВт
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷+55 °С

ОЭП-9, ОЭП-10, ОЭП-11, ОЭП-12, ОЭП-13

Оптопары резисторные. Излучатель оптопары представляет собой лампу накаливания, приемник — фоторезистор на основе селенистого кадмия. Выпускаются в металлостеклянном корпусе.

Предназначен для ключевых и аналоговых устройств.



Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входное напряжение при $I_{вх}=16$ мА, не более	5,8 В
Выходное темновое сопротивление, не менее:	
ОЭП-9	10^9 Ом
ОЭП-10	10^{11} Ом
ОЭП-11	10^7 Ом
ОЭП-12	$1{,}5\cdot10^7$ Ом
ОЭП-13	$1{,}5\cdot10^8$ Ом
Выходное световое сопротивление, не более:	
при $I_{вх}=16$ мА:	
ОЭП-9	10^4 Ом
ОЭП-10	10^6 Ом
ОЭП-11	$1{,}5\cdot10^2 \div 10^3$ Ом
ОЭП-12	400 Ом
ОЭП-13	$3\cdot10^3$ Ом
при $I_{вх}=10$ мА:	
ОЭП-11	$1{,}5\cdot10^3 \div 10^4$ Ом
Время выключения, не более:	
на уровне выходного сопротивления:	
$2\cdot10^7$ Ом ОЭП-9	100 мс
$2\cdot10^8$ Ом ОЭП-10	100 мс
10^5 Ом ОЭП-11	200 мс
10^5 Ом ОЭП-12	200 мс
$4\cdot10^6$ Ом ОЭП-13	200 мс
Сопротивление изоляции, не менее:	
ОЭП-9, ОЭП-10	10^{11} Ом
ОЭП-11, ОЭП-12, ОЭП-13	$5\cdot10^8$ Ом

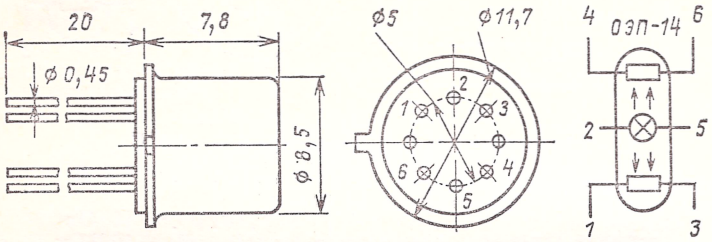
Предельные эксплуатационные данные

Входной средний ток	20 мА
Выходной ток	
ОЭП-9, ОЭП-10	0,2 мА
ОЭП-11	1 мА
ОЭП-12, ОЭП-13	2 мА
Выходное напряжение:	
ОЭП-9, ОЭП-10	20 В
ОЭП-11	10 В
ОЭП-12, ОЭП-13	250 В
Выходная мощность рассеивания	25 мВт
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷+55 °С

ОЭП-14

Оптопары резисторные. Излучатель оптопары представляет собой лампу накаливания, приемник — фоторезистор на основе селенистого кадмия. Выпускаются в металлостеклянном корпусе.

Предназначены для ключевых и аналоговых устройств.



Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входное напряжение при входном токе 10 мА, не более	5,8 В
Выходное темновое сопротивление, не менее	10^7 Ом
Выходное световое сопротивление:	
при $I_{вх}=10$ мА	$1{,}5\cdot10^3 \div 10^4$ Ом
при $I_{вх}=16$ мА	$150—10^3$ Ом
Время выключения на уровне выходного сопротивления 10^5 Ом, не более	200 мс
Сопротивление изоляции, не менее	$5\cdot10^8$ Ом

Предельные эксплуатационные данные

Входной средний ток	20 мА
Выходной ток	1 мА
Выходное напряжение	10 В
Выходная мощность рассеяния	15 мВт
Напряжение изоляции	10 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷+55 °С

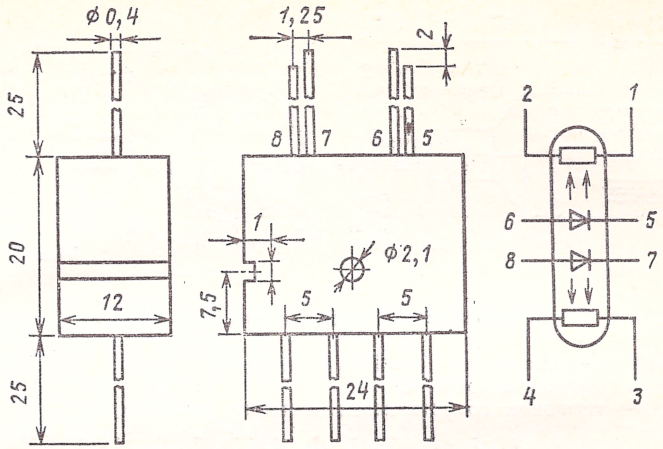
8.3. МОДУЛЯТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ

ОЭП-16

Оптопары резисторные модуляторные. Излучатель оптопары арсенидогаллиевый ИК-диод, приемник — фоторезистор на основе соединения ртуть—кадмий—селен. Выпускаются в металлостеклянном корпусе.

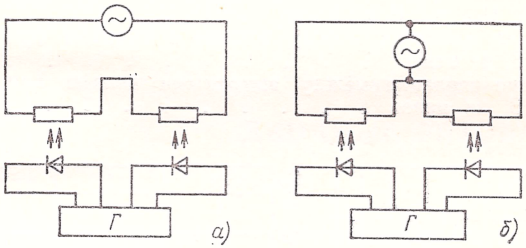
Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входное напряжение $I_{вх}=10$ мА, не более	2,5 В
Выходное сопротивление при последовательно соединенных фоторезисторах, не более	100 кОм
Выходное сопротивление при параллельно соединенных фоторезисторах, не более	30 кОм
Динамическая кратность выходного сопротивления, не менее	15
Рабочая частота модуляции, не более	250 Гц
Проходная емкость, не более	0,05 пФ
Выходное напряжение смещения, не более	0,7 мкВ



Предельные эксплуатационные данные (для каждой оптопары)

Входной постоянный ток	20 мА
Выходное напряжение	5 В
Выходная мощность рассеяния	5 мВт
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—55 °С



Схемы измерения выходных сопротивлений оптопар типа ОЭП-16:

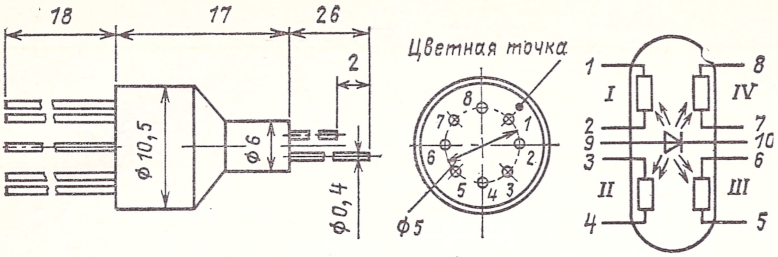
а — измерение $R_{\text{вых.посл}}$; *б* — измерение $R_{\text{вых.пар}}$

8.4. МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЕ ОПТОПАРЫ

3ОР125А

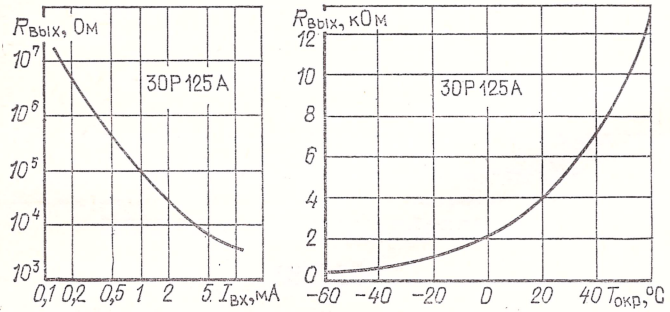
Оптопары резисторные. Излучатель — арсенидогаллиевый излучающий диод инфракрасного спектра, приемник — четырехэлементный планарный фоторезистор на основе соединения селен—кадмий—ртуть. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 4 г.

Маркировка: вывод 1 — белая точка; нечетные выводы выходных элементов с максимально близким R_c обозначены цветными точками.



Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более	2 В
Выходное рабочее напряжение	1 В
Выходное темновое сопротивление каждого элемента, не менее	10^7 Ом
Выходное световое сопротивление каждого элемента при $I_{вх}=10$ мА, не более	10 кОм
Разброс выходных световых сопротивлений двух ближайших по значению (маркированных) фоторезисторных элементов при $I_{вх}=10$ мА, не более	20%
Отношение выходных световых сопротивлений между первым и любым другим фоторезисторным элементом при $I_{вх}=10$ мА, не более	3
Время нарастания (спада) импульса выходного тока при $I_{вх}=10$ мА, $U_{вых}=1$ В, не более	1 мс
Сопротивление изоляции между входом и выходом при $U_{из}=100$ В, не менее	10^9 Ом
Сопротивление изоляции между выходными цепями при $U_{из}=100$ В, не менее	$5\cdot10^8$ Ом

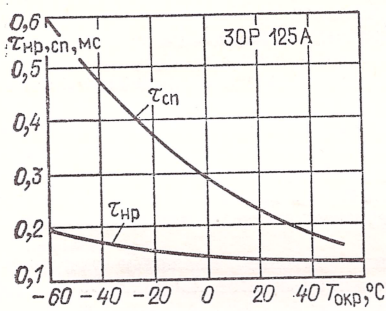


Зависимость выходного сопротивления одного элемента оптопары от входного тока

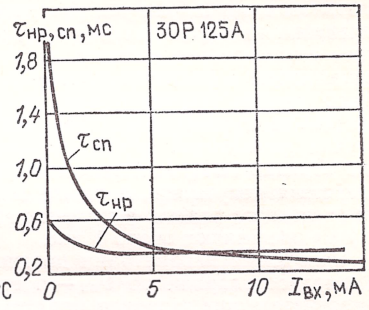
Зависимость выходного светового сопротивления одного элемента от температуры

Предельные эксплуатационные данные

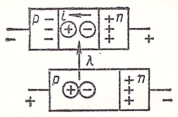
Входной постоянный ток	20 мА
Входное обратное импульсное напряжение при $\tau_и$=50 мс	6 В
Выходное постоянное напряжение (время воздействия ограничено до 1 ч)	6 В
Напряжение изоляции	1500 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	—60÷+60 °С



Зависимость времени нарастания и спада выходного сигнала от температуры



Зависимость времени нарастания и спада выходного сигнала от входного тока



Раздел 9
ДИОДНЫЕ ОПТОПАРЫ

9.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

В диодной оптопаре в качестве фотоприемного элемента используется фотодиод на основе кремния, а излучателем служит инфракрасный излучающий диод. Максимум спектральной характеристики излучения диода приходится на длину волны около 1 мкм. При облучении оптронного фотодиода светом такой длины волны в нем возникает генерация пар носителей заряда — электронов и дырок. Интенсивность генерации пропорциональна силе света, а следовательно, входному току. Свободные электроны и дырки разделяются электрическим полем перехода фотодиода и заряжают *p*-область положительно, а *n*-область отрицательно. Таким образом, на выходных выводах оптопары появляется фото-ЭДС. В реальных приборах она не превышает 0,7—0,8 В. Описанная физическая картина относится к работе оптопары в генераторном режиме.

Если к фотодиоду оптопары приложено обратное напряжение более 0,5 В, то электроны и дырки, генерированные излучением, увеличивают обратный ток фотодиода. Это фотодиодный режим работы приемного элемента. Диодные оптопары могут работать как в генераторном, так и в фотодиодном режиме. Значение обратного фототока практически линейно возрастает с увеличением силы света излучающего диода.

Для повышения быстродействия фотодиоды создаются со структурой *p-i-n*, где *i* обозначает слой кремния собственной проводимости (полуизолирующий) между легированными областями *p*- и *n*-типа. Технологически данная структура выполняется путем эпитаксиального выращивания на противоположных плоскостях тонкой (40—50 мкм) пластины высокоомного кремния, низкоомных слоев *p*- и *n*-проводимости. Возникающее в *i*-области сильное электрическое поле приводит к сокращению времени пролета носителей заряда через эту область и быстрому нарастанию и спаду фототока. Время нарастания и спада фототока в таких фотодиодах может составлять единицы и даже доли наносекунд. Однако быстродействие оптопары в целом зависит еще и от быстродействия излучателя, а также омической выходной нагрузки. С учетом сказанного реальные значения времени задержки сигнала в диодном оптроне составляют около 1 мкс.

Основными параметрами диодных оптопар являются следующие:

входное напряжение $U_{вх}$ — постоянное прямое напряжение на диоде-излучателе при заданном входном токе;

максимальный входной ток или максимальный импульсный входной ток $I_{вх.max}$, $I_{вх.имax}$ — максимальные значения постоянного входного тока или амплитуды входного импульса, проходящего через входную цепь оптопары, при которых обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

максимальное входное обратное напряжение $U_{вх.обр.max}$ — максимальное значение постоянного напряжения, приложенного ко входу диодного оптрона в обратном направлении, при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

максимальное выходное обратное постоянное и импульсное напряжения $U_{вых.обр.max}$ и $U_{вых.обр.имax}$, определяющие максимальные напряжения в выходной цепи оптопары, при которых обеспечивается ее надежная работа;

выходной обратный ток (темновой) $I_{вых.обр.т}$ — ток, протекающий в выходной цепи диодной оптопары при отсутствии входного тока и заданном напряжении на выходе;

время нарастания выходного сигнала $t_{нр}$ — интервал времени, в течение которого выходной сигнал оптопары изменяется от 0,1 до 0,5 максимального значения;

время спада выходного сигнала $t_{сп}$ — интервал времени, в течение которого выходной сигнал изменяется от 0,9 до 0,5 максимального значения;

статистический коэффициент передачи тока K_I — отношение разности выходного и выходного темнового токов к входному, выраженное в процентах. Коэффициент передачи тока в диодных оптопарах составляет единицы процентов и примерно равен значению квантового выхода светодиода. Так как темновой выходной ток обычно значительно меньше светового, коэффициент передачи тока выражают как

$$K_I \approx I_{вых}/I_{вх};$$

сопротивление изоляции $R_{из}$ и проходная емкость $C_{пр}$ — соответ-

ственно активное сопротивление и емкость между входной и выходной цепями оптопары;

максимальное напряжение изоляции $U_{изmax}$ или максимальное пиковое напряжение изоляции $U_{из.пикmax}$ — максимальное постоянное или пиковое напряжение изоляции, приложенное между входом и выходом оптопары, при котором сохраняется ее электрическая прочность.

Для многоканальных диодных оптопар указывается $C_{пр.к}$ — емкость между информационными каналами;

максимальное напряжение изоляции между каналами $U_{из.кmax}$ — максимальное напряжение, которое может быть приложено между информационными каналами и которое не приводит к потере электрической прочности оптопары.

Многоканальные диодные оптопары типов АОД109 и ЗОД109 содержат три изолированных друг от друга оптоэлектронных канала.

Для характеристики работы диодных дифференциальных оптопар служат три специфических параметра:

коэффициенты передачи по току основной и вспомогательной оптопары K_{IO}, K_{IB} — величины, равные отношению приращения выходного тока основной оптопары (вспомогательной оптопары) к вызвавшему его входному току;

коэффициент неидентичности δ — усредненное относительное расхождение на границах рабочего диапазона передаточных характеристик основной и вспомогательной оптопар после совмещения этих характеристик в рабочей точке.

Диодные дифференциальные оптопары типов КОД301А, ОД301А, КОД302А-В состоят из основной и вспомогательной оптопар. Основная оптопара, образованная излучателем и одним фотоприемником, служит для передачи информационного сигнала и выполняет функцию гальванической развязки. Вспомогательная оптопара образована излучателем и другим фотоприемником и служит для управления электрическим режимом излучателя.

В основе схем гальванической развязки аналоговых сигналов с помощью диодных дифференциальных оптопар лежит компенсационный метод стабилизации и линеаризации передаточной характеристики основной оптопары за счет введения глубокой отрицательной обратной связи через вспомогательную оптопару. Точность передачи аналоговых сигналов определяется подобием передаточных характеристик основной и вспомогательной оптопар, качественным критерием которого является коэффициент неидентичности

$$\delta = (\Delta K_{IO}/K_{IB})_{ср}.$$

Коэффициент неидентичности выражает усредненную разность отношений коэффициентов передачи по току основной и вспомогательной оптопар. Постоянство отношения K_{OI}/K_{IB} в пределах рабочего диапазона определяет линейность передаточной характеристики диодной дифференциальной оптопары.

Для описания свойств диодных оптопар обычно используются входные и выходные вольт-амперные характеристики, передаточные характеристики в фотогенераторном и фотодиодном режимах.

Выходная характеристика оптопары аналогична обратной ветви вольт-амперной характеристики диода. Обратный ток практически не зависит от напряжения. При большом напряжении возникает электрический пробой фотодиода.

Передаточная характеристика в фотодиодном режиме представляет

собой зависимость выходного тока от входного и практически линейна в широком диапазоне входного тока.

Передаточная характеристика в фотогенераторном режиме нелинейна. Фото-ЭДС при увеличении входного тока стремится к насыщению; она не может превышать контактной разности потенциалов на переходе фотодиода и составляет обычно 0,5—0,8 В.

Диодные оптопары типов АОД101А—АОД101Д, ЗОД101А—ЗОД101Г, АОД107А—АОД107В, ЗОД107А, ЗОД107Б могут быть использованы как в фотодиодном, так и в фотогенераторном режиме. Оптопары АОД112А-1 и ЗОД112А-1 используются в фотогенераторном режиме. Для остальных типов диодных оптопар техническими условиями оговаривается возможность использования их только в фотодиодном режиме.

При использовании диодных оптопар в схемах радиоэлектроники учитывается ряд свойств, присущих этому классу оптопар:

самое высокое быстродействие фотоприемников на *p-i-n*-структурах;

малые темновые токи в выходной цепи;

высокое сопротивление гальванической развязки.

Указанные свойства позволяют с успехом применять диодную оптопару в качестве оптоэлектронного импульсного трансформатора, элемента согласования периферийных линий с центральным процессором ЭВМ, а также низковольтного блока с высоковольтным; в схемах защиты от перегрузки.

Укажем ряд конкретных применений.

В современной аппаратуре импульсный трансформатор является распространенным компонентом. Обмен информацией между каналами управляющих вычислительных машин, связь между центральным процессором ЭВМ и внешними устройствами, решение ряда задач в телеметрии и телевизионной связи осуществляются с помощью импульсных трансформаторов.

Ввиду того что сами управляющие машины и измерительные комплексы выполняются в настоящее время на основе микросхем средней и высокой степеней интеграции, при изготовлении отдельных узлов из набора дискретных элементов, а особенно из моточных изделий, резко увеличиваются масса и габаритные размеры аппаратуры.

При слишком высокой частоте сигналов, проходящих через импульсный трансформатор, между первичной и вторичной обмотками появляется паразитная емкостная связь. Кроме того, следует отметить, что наличие обмоток является принципиальным препятствием для включения трансформаторов в интегральную микросхему, так как современная электронная промышленность не располагает технологическими средствами для реализации моточных изделий в микросхемном исполнении.

От перечисленных недостатков свободен оптоэлектронный трансформатор на основе диодного оптрона. Схема оптоэлектронного импульсного трансформатора приведена на рис. 9.1.

Положительный входной импульс открывает транзистор *VT1*, и диодная оптопара включается. Сигнал с выхода оптопары усиливается двумя транзисторами, вследствие чего коэффициент усиления всего устройства по току более 10.

Данная схема реализуется как на дискретных элементах, так и в микросхемном гибридном исполнении. Число выходов оптоэлектронного трансформатора равно числу оптических каналов и может быть большим. Для этого в коллекторную цепь транзистора *VT1* включается необходимое число входных диодов оптопар.

Эффективная передача цифровой информации от ЭВМ к периферий-

ным устройствам требует выполнения двух необходимых условий: достаточно высокой скорости передачи сигналов и изоляции выходного блока аппаратуры от высоковольтных выбросов и электромагнитных наводок со стороны периферийной аппаратуры. Для выполнения этих условий в линию передачи вводят оптическую связь.

В схеме, показанной на рис. 9.2, входной светодиод оптопары возбуждается от логической микросхемы. Сигнал от фотодиода поступает на вход транзисторного усилителя. Усилитель формирует уровни напряжений, согласованные с нагрузкой.

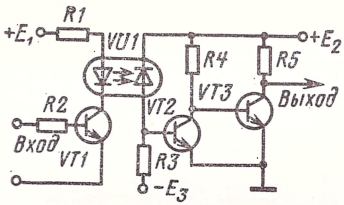


Рис. 9.1. Схема оптоэлектронного трансформатора

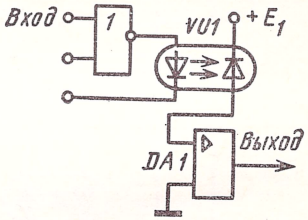


Рис. 9.2. Схема передачи сигналов

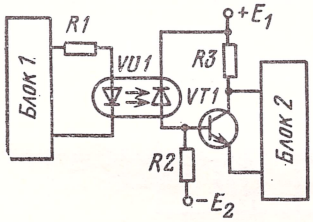


Рис. 9.3. Схема межблочной гальванической развязки

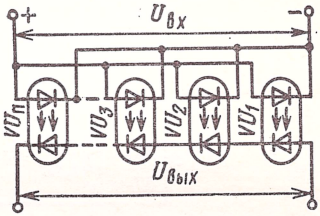


Рис. 9.4. Схема включения оптопар в фотогенераторном режиме

Диодные оптопары могут с успехом использоваться для гальванической развязки отдельных логических блоков в сложных комплексах аппаратуры. На рис. 9.3 приведена схема организации такой развязки. Из блока *1* в блок *2* сигналы проходят через диодную оптопару. На выходе оптопары включается транзисторный усилитель.

В настоящее время в логических устройствах все более широко используются интегральные микросхемы на основе комплементарных МДП (металл—диэлектрик—полупроводник) транзисторов. Особенностью этих микросхем является чрезмерно малый управляющий входной ток. Поэтому для управления микросхемами нет необходимости в усилении выходного тока оптопары. Оптопары используются при этом в фотогенераторном режиме. Для получения сигнала с требуемой амплитудой фотодиоды нескольких оптопар соединяются последовательно (рис. 9.4). Входные излучающие диоды могут соединяться либо параллельно, либо последовательно в зависимости от характеристик входного сигнала.

Пример использования диодной оптопары в бытовой радиоаппаратуре показан на рис. 9.5. Оптопары *VU1* и *VU2* обеспечивают защиту громкоговорителей от возможной перегрузки вследствие неисправности усилителя.

При появлении на выходе любого канала усилителя постоянного напряжения положительной или отрицательной полярности открывается транзистор *VT1* или *VT2* соответственно.

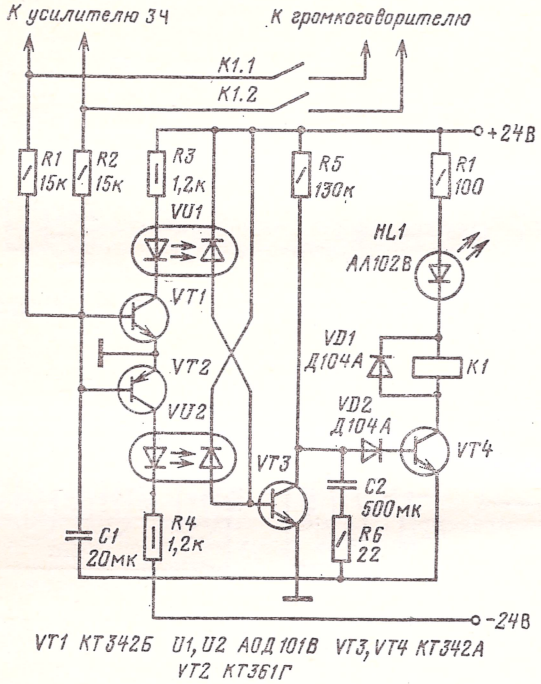


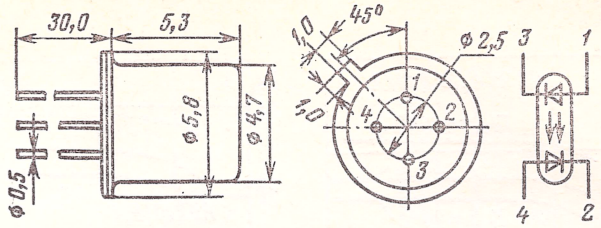
Рис. 9.5. Схема защиты громкоговорителей от перегрузки

В результате включается одна из двух оптопар: *VU1* или *VU2*, что приводит к отпиранию транзистора *VT3* и запиранию *VT4*. Реле *K1* обесточивается, и его контакты *K1.1* и *K1.2* размыкаются, разрывая тем самым цепь питания громкоговорителей.

9.2. ДИОДНЫЕ ОПТОПАРЫ В МЕТАЛЛОСТЕКЛЯННЫХ И ПЛАСТМАССОВЫХ КОРПУСАХ

АОД101(А, Б, В, Г, Д), ЗОД101(А, Б, В, Г)

Оптопары диодные. Излучатель — диод арсенидогаллиевый; приемник — кремниевый фотодиод (излучатель оптопары ЗОД101А на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк). Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 1,1 г.

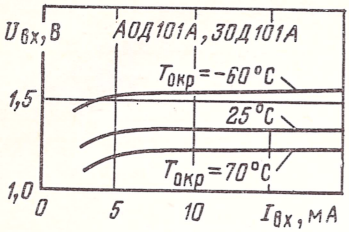


Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

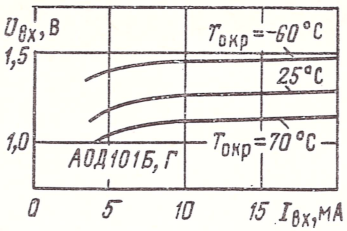
Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более:	
АОД101А, АОД101Б, АОД101В, АОД101Г, ЗОД101А, ЗОД101Б, ЗОД101В, ЗОД101Г	1,5 В
АОД101Д	1,8 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх}=10$ мА, не менее:	
АОД101А, АОД101Д, ЗОД101А	1%
АОД101Б, ЗОД101В, ЗОД101Г	1,5%
АОД101В, ЗОД101В	1,2%
АОД101Г	0,7%
Время нарастания и спада выходного импульса при $I_{вх}=20$ мА, не более:	
АОД101А, ЗОД101А	100 нс
АОД101Б, АОД101Г, ЗОД101Б, ЗОД101Г	500 нс
АОД101В, ЗОД101В	1000 нс
АО101Д	250 нс
Выходной обратный темновой ток, не более:	
АОД101А, АОД101В, ЗОД101А, ЗОД101В, ЗОД101Г	2 мкА
АОД101Б, ЗОД101Б	8 мкА
АОД101Г	10 мкА
АОД101Д	5 мкА
Сопротивление изоляции, не менее:	
АОД101А, АОД101Б, АОД101В, АОД101Д, ЗОД101А, АОД101Б, ЗОД101В, ЗОД101Г	10^9 Ом
АОД101Г	$5\cdot10^9$ Ом
Проходная емкость, не более	2 пФ

Предельные эксплуатационные данные

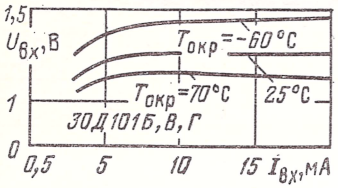
Входной постоянный ток	20 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и=100$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное обратное напряжение:	
АОД101А, АОД101В, АОД101Г, АОД101Д, ЗОД101А, ЗОД101В	15 В
АОД101Б, ЗОД101Б	100 В
ЗОД101Г	40 В
Выходное обратное импульсное напряжение при $\tau_и=100$ мс:	
ЗОД101А, ЗОД101В	20 В
ЗОД101Б	100 В
ЗОД101Г	60 В



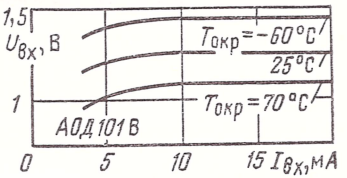
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



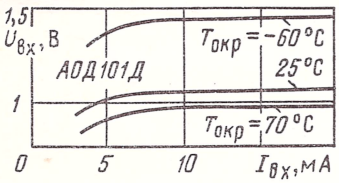
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



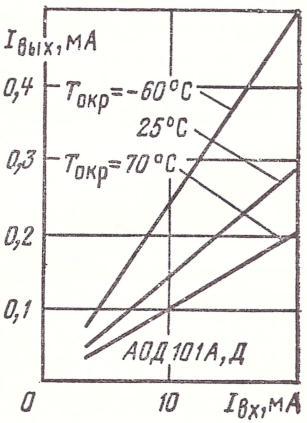
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



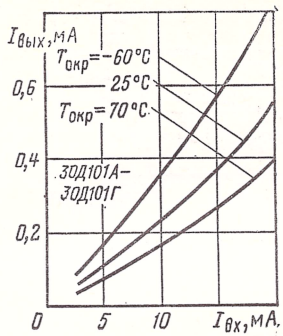
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



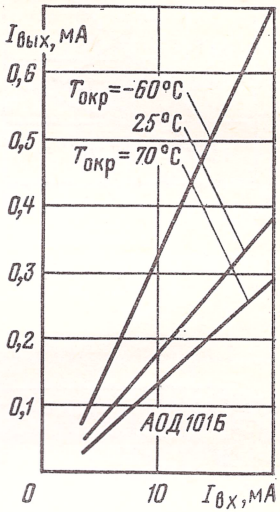
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



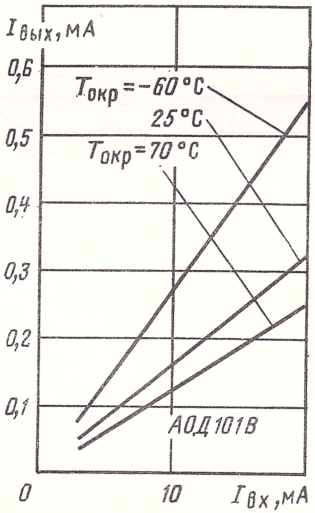
Передаточная характеристика



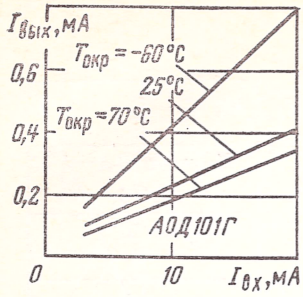
Передаточная характеристика



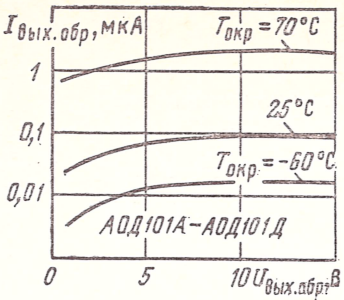
Передаточная характеристика



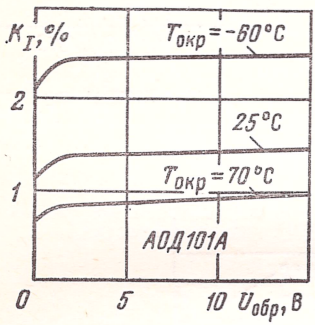
Передаточная характеристика



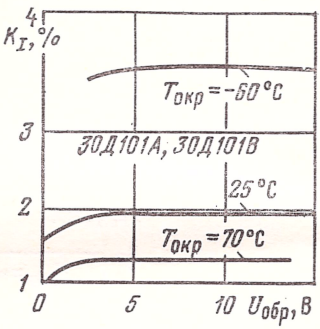
Передаточная характеристика



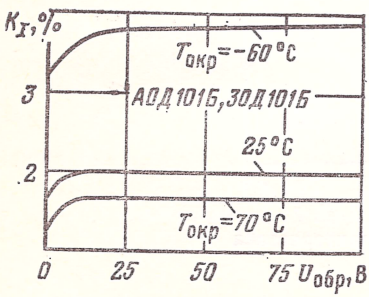
Зависимость выходного тока от обратного напряжения



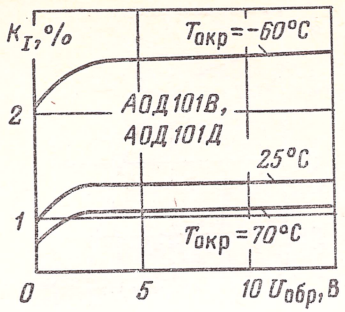
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения



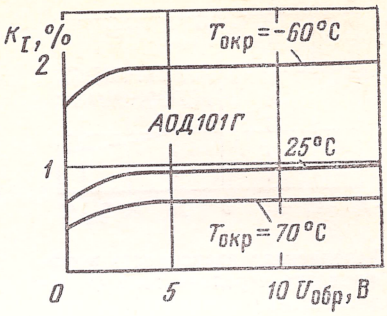
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения



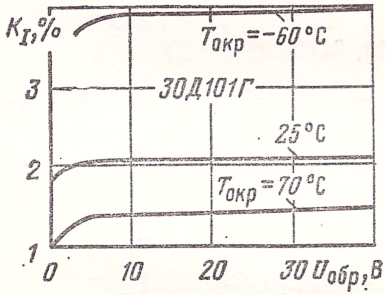
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения



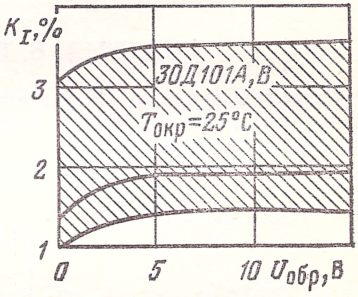
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения



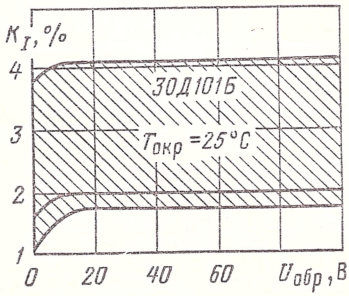
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения



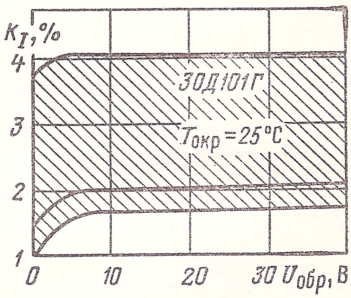
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения



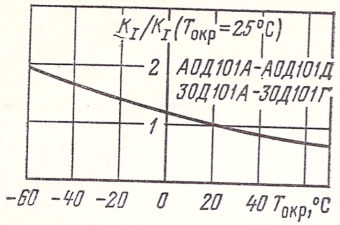
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



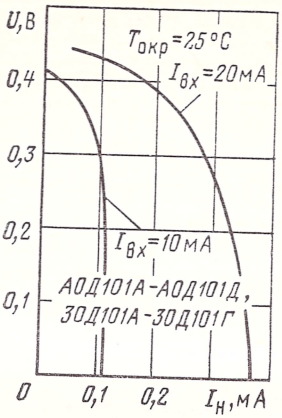
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



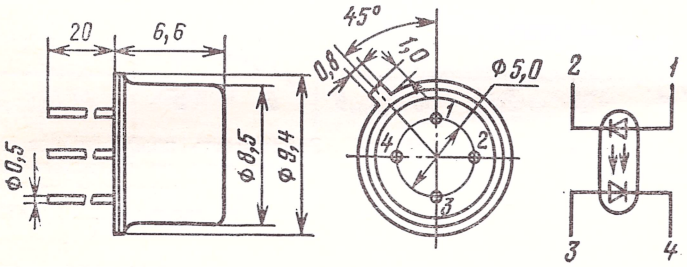
Усредненная зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от температуры

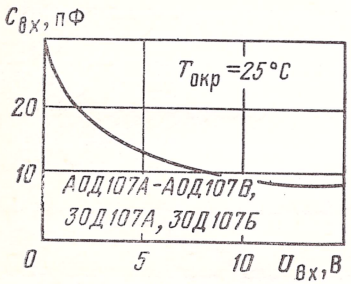


Типовая нагрузочная характеристика при работе фотодиода в вентильном режиме

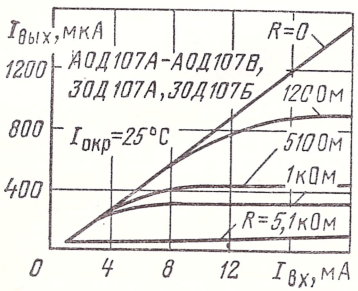
АОД107(А, Б, В), ЗОД107(А, Б)

Оптопары диодные. Излучатель — диод арсенидогаллиевый; приемник — кремниевый фотодиод. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 1,0 г.





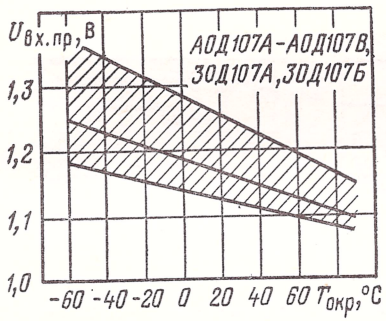
Типовая входная вольт-фарадная характеристика



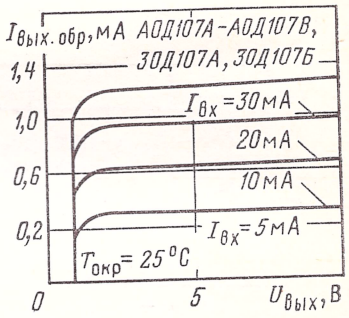
Нагрузочные характеристики в фотогенераторном режиме

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

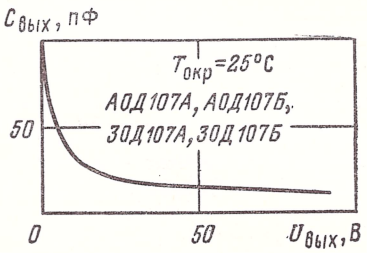
Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более . . . 1,5 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх}=10$ мА, не менее:
АОД107А, ЗОД107А 5%
АОД107Б, ЗОД107Б 3%
АОД107В 1%
Время нарастания и спада выходного импульса при $I_{вх}=20$ мА, не более:
АОД107А, ЗОД107А . . . . . 500 нс
АОД107Б, ЗОД207Б, АОД107В . . . . . 300 нс
Выходной обратный темновой ток, не более . . . . 5 мкА
Сопротивление изоляции, не менее . . . . . 10^{10} Ом
Проходная емкость, не более . . . . . 2 пФ



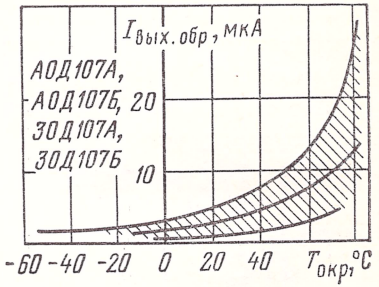
Зависимость постоянного прямого входного напряжения от температуры (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовые выходные статические вольт-амперные характеристики

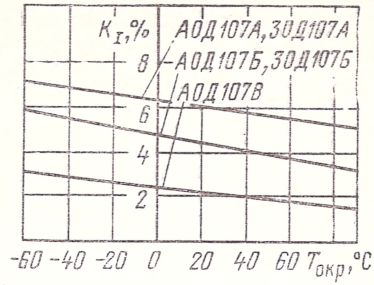


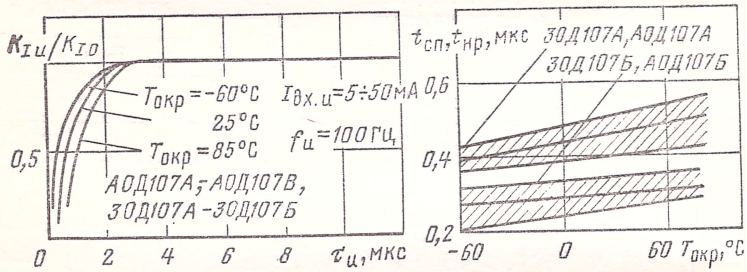
Типовая выходная вольт-фарадная характеристика



Зависимость выходного обратного тока от температуры (показаны зона разброса и усредненная кривая)

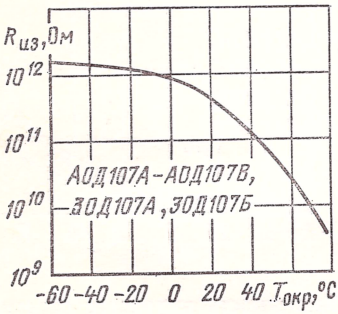
Типовая зависимость коэффициента передачи тока от температуры окружающей среды





Типовая зависимость импульсного приведенного коэффициента передачи тока от длительности импульсов

Зависимость времени нарастания и спада импульса тока от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость сопротивления изоляции от температуры окружающей среды

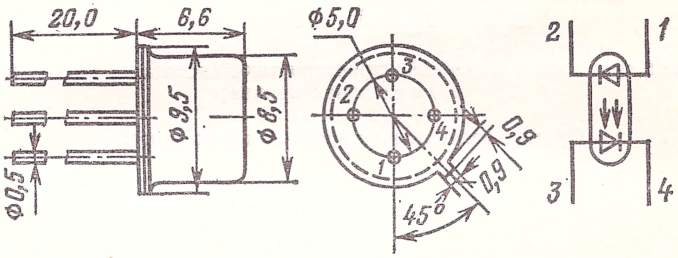
Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный ток	20 мА
Входное обратное напряжение	2 В
Выходное обратное напряжение:	
при $T_{окр}=25$ °С	15 В
при $T_{окр}\leqslant 85$ °С	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
АОД107А, АОД107Б, АОД107В	—40÷+85 °С
ЗОД107А, ЗОД107Б	—60÷+85 °С

ЗОД129(А, Б)

Оптопары диодные. Излучатель — диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый эпитаксиальный *p-i-n*-фотодиод.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 1,9 г.

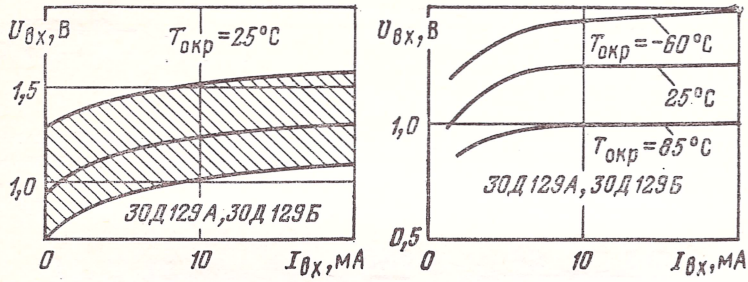


Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более	1,5 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх}=10$ мА, $U_{вых.обр}=5$ В, не мене:	
ЗОД129А	1%
ЗОД129Б	0,5%
Ток утечки на выходе при $U_{вых.обр}=8$ В, не более:	
ЗОД129А	2 мкА
ЗОД129Б	1 мкА
Время нарастания (спада) импульса выходного тока при $I_{вх.и}=10$ мА, $U_{вых.обр}=10$ В, не более	30 нс
Время включения при $I_{вх}=10$ мА, $U_{вых.обр}=10$ В, не более	50 нс
Сопротивление изоляции, не менее	10^{10} Ом
Проходная емкость, не более	2 пФ

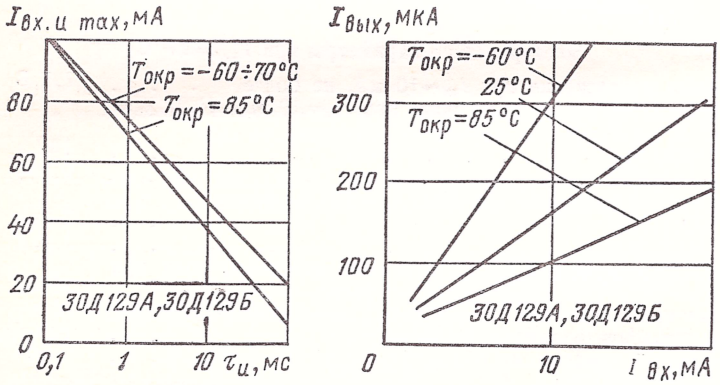
Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный или средний ток:	
при $T_{окр}\leqslant 70$ °С	20 мА
при $T_{окр}=85$ °С	10 мА
Входной импульсный ток при $\tau_{и}=100$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное обратное напряжение	10 В
Напряжение изоляции	500 В
Пиковое напряжение изоляции при $\tau_{и}=10$ мс	1000 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷+80 °С



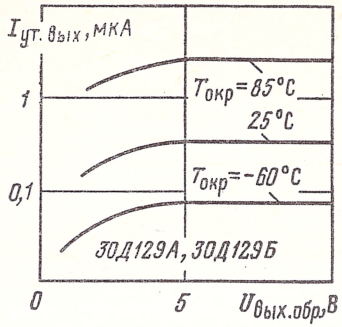
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики (показаны зона разброса и усредненная кривая)

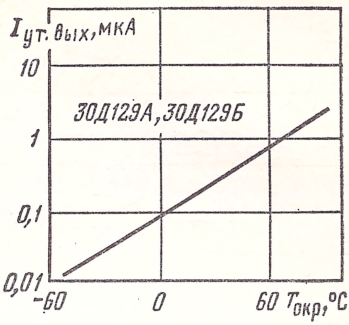
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



Зависимость максимально допустимого импульсного входного тока от длительности импульса в диапазоне рабочей температуры окружающей среды

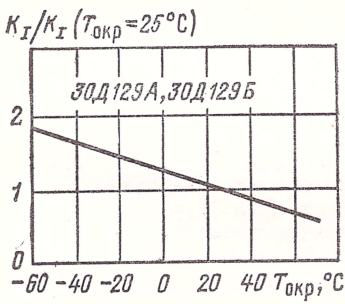
Типовая передаточная характеристика

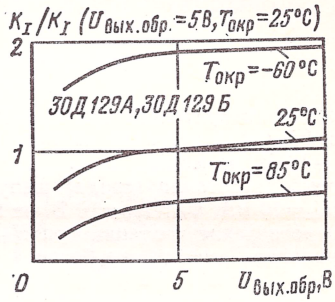




Обратная ветвь выходной вольт-амперной характеристики

Типовая зависимость тока утечки на выходе от температуры окружающей среды





Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

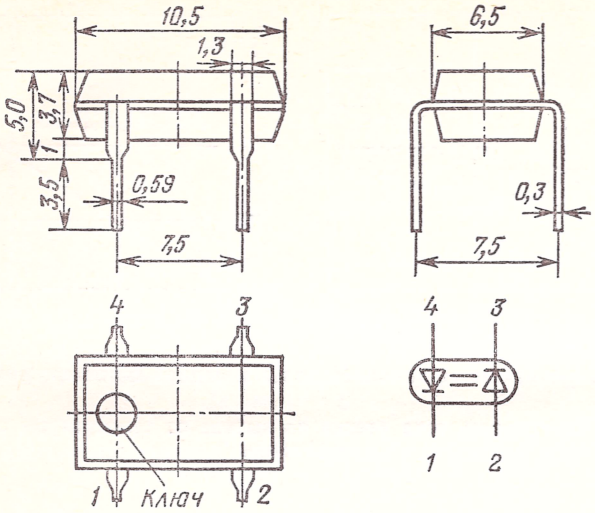
Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от обратного выходного напряжения

АОД130А

Оптопары диодные. Излучатель — эпитаксиальный диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый планарный фотодиод.

Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 1 г.

Предназначены для работы в качестве элементов гальванической развязки в высоковольтной электротехнической и радиоэлектронной аппаратуре.

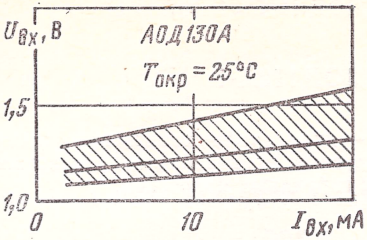


Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

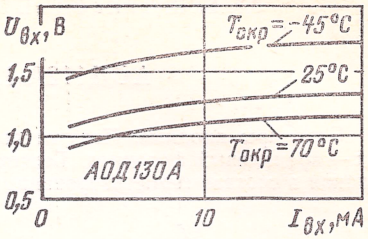
Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более	1,5 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх}=10$ мА, $U_{вых.обр}=10$ В, не менее	1%
Время нарастания (спада) импульса выходного тока при $I_{вх}=10$ мА, $U_{вых.обр}=10$ В, не более	100 нс
Сопротивление изоляции при $U_{из}=500$ В, не менее	10^{11} Ом
Проходная емкость, не более	0,5 пФ

Предельные эксплуатационные данные

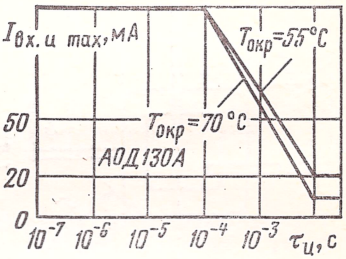
Входной постоянный или средний ток: при $T_{окр}\leqslant 55\,°C$	20 мА
при $T_{окр}=70\,°C$	10 мА
Входной импульсный ток при $\tau_{и}=10$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное обратное напряжение	30 В
Напряжение изоляции	1500 В
Пиковое напряжение изоляции при $\tau_{и}=10$ мс	3000 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-45\div+70$ °С



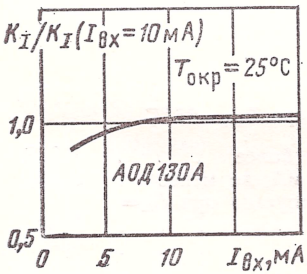
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики (показаны зона разброса и усредненная кривая)



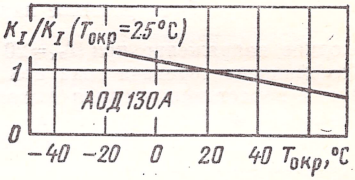
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



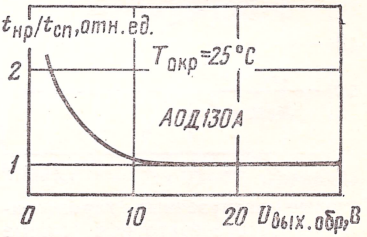
Зависимость максимального входного тока от длительности импульсов



Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от входного тока



Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

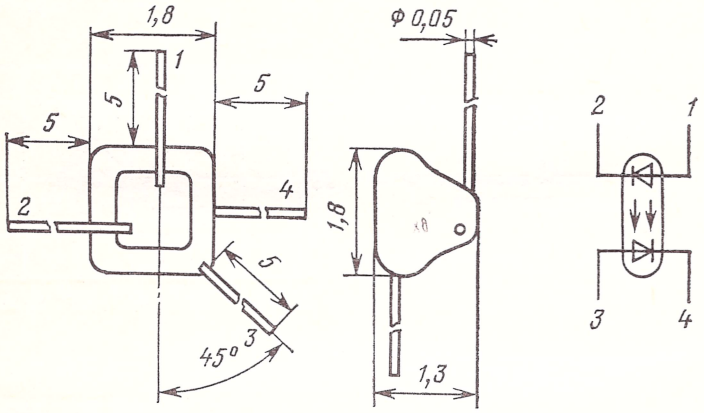


Типовая зависимость времени нарастания и спада выходного импульса (в относительных единицах) от обратного выходного напряжения

9.3. БЕСКОРПУСНЫЕ ДИОДНЫЕ ОПТОПАРЫ

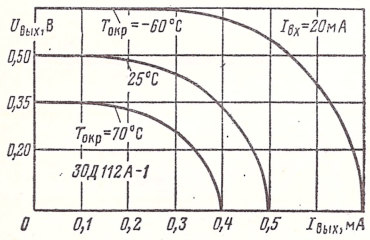
АОД112А-1, ЗОД112А-1

Оптопары диодные. Излучатель — диод арсенидогаллиевый; приемник — кремниевый фотодиод. Бескорпусные, предназначены для использования в составе герметизированных гибридных микросхем.

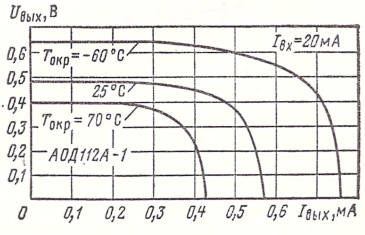


Электрические параметры при $T_{окр}$=25 °С

Входное напряжение при $I_{вх}$=20 мА, не более	1,7 В
Коэффициент передачи тока при $I_{вх}$=10 мА, не менее	2,5%
Время нарастания и спада выходного импульса при $I_{вх}$=20 мА, не более	3 мкс
Сопротивление изоляции, не менее	10^{10} Ом
Проходная емкость, не более	2,5 пФ



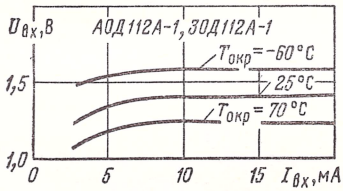
Типовые нагрузочные характеристики в фотогенераторном режиме



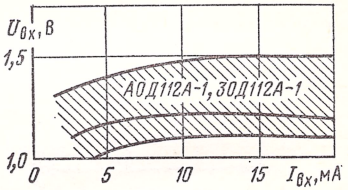
Типовые нагрузочные характеристики в фотогенераторном режиме

Предельные эксплуатационные данные

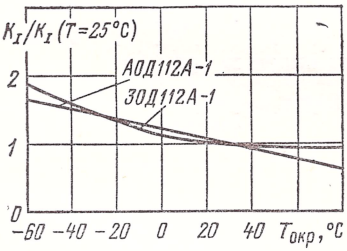
Входной постоянный или средний ток:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . . 30 мА
при $T_{окр} = 70$ °С . . . . . 20 мА
Входной импульсный ток . . . . . 100 мА
Входное обратное напряжение . . . . . 3,5 В
Напряжение изоляции . . . . . 100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . —60÷+70 °С



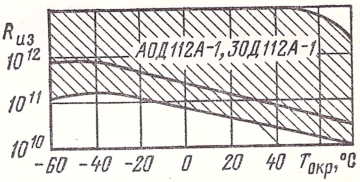
Типовые входные характеристики



Входная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Зависимость сопротивления изоляции от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

АОД120(А-1, Б-1), ЗОД120(А-1, Б-1)

Оптопары диодные. Излучатель — диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый фотодиод. Бескорпусные, предназначены для использования в составе герметизированных гибридных микросхем.