

• РАДИО И СВЯЗЬ •

СПРАВОЧНИК

М. Д. АКСЕНЕНКО
М. Л. БАРАНОЧНИКОВ

ПРИЕМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

СПРАВОЧНИК

М. Д. АКСЕНЕНКО
М. Л. БАРАНОЧНИКОВ

ПРИЕМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



МОСКВА „РАДИО И СВЯЗЬ“
1987

ББК 32.86
А 42
УДК 621.383.8(03)

Аксененко М. Д., Бараночников М. Л.
А42 Приемники оптического излучения. Справоч-
ник. — М.: Радио и связь, 1987. — 296 с., ил.

Систематизированы справочные данные по отечественным приемникам оптического излучения. Приведены классификация приемников оптического излучения, краткое изложение физических принципов их действия, определения основных параметров и характеристик, технические данные: параметры, конструктивные размеры, относительные спектральные характеристики чувствительности, условия эксплуатации и др.

Для инженерно-технических работников, занятых проектированием и эксплуатацией радиоэлектронной аппаратуры.

А 2403000000-139
046(01)-87 104-87

ББК 32.86

Рецензент доктор физ.-мат. наук В. И. Стафеев

Редакция литературы по электронной технике

Справочное издание

МИХАИЛ ДАНИЛОВИЧ АКСЕНЕНКО, МИХАИЛ ЛЬВОВИЧ БАРАНОЧНИКОВ

ПРИЕМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Заведующий редакцией *Ю. И. Рысев*. Редактор *Н. Н. Кузнецова*
Переплет художник *Н. А. Пашуро*. Художественный редактор *Н. С. Шейн*
Технический редактор *Т. Н. Зыкина* Корректор *О. П. Иваницкая*

ИБ № 1612

| | | |
|------------------------|------------------------------|------------------------|
| Сдано в набор 05.12.86 | Подписано в печать 03.07.87. | T-10227 |
| Формат 80 × 90/16 | Бумага типограф. № 2 | Гарнитура литературная |
| Печать высокая | Усл. печ. л. 18,5 | Усл. кр.-сит. 18,5 |
| Тираж 30 000 экз | Изд. № 20484 | Уч. изд. л. 21,02 |
| | Зак. 5356 | Цена 1 р. 40 к. |

Издательство «Радио и связь», 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО «Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли: 113054, Москва, Валовая, 28.

© Издательство «Радио и связь», 1987

Предисловие

Общей тенденцией в развитии электронной аппаратуры является переход на использование коротковолнового диапазона спектра электромагнитного излучения. Причем последние два десятилетия характеризуются интенсивным освоением оптического диапазона. Исключительно высокая информационная емкость светового поля как носителя информации, высокая скорость распространения оптических сигналов по информационным каналам и принципиальная легкость осуществления математических операций с двумерными световыми полями предопределили широкий интерес к использованию оптических методов приема, передачи и обработки информации в различных видах радиоэлектронной и оптико-электронной аппаратуры (РЭА и ОЭА). По своей значимости применение оптического излучения при обработке информации в РЭА и ОЭА уже в ближайшем будущем будет не меньшим, чем переход от электровакуумных приборов к полупроводниковым, а от них — к интегральным микросхемам.

Неотъемлемым элементом подавляющего большинства видов аппаратуры с использованием для обработки информации оптического излучения является приемник оптического излучения. Отсюда неслучаен интенсивный рост в последние десятилетия номенклатуры приемников оптического излучения, основанных на различных физических принципах действия и конструктивных решениях.

Сведения о параметрах и характеристиках приемников оптического излучения стали необходимы достаточно широкому кругу специалистов, занятых разработкой аппаратуры, а также студентам вузов. Однако справочник, в котором были бы собраны сведения по всем видам отечественных приемников излучения, отсутствует, а имеющаяся информация по частным вопросам рассредоточена по множеству литературных источников; собрать ее чрезвычайно трудно. Это создает определенные затруднения в работе конструкторов аппаратуры, не имеющих в своих руках полной информации по данному вопросу. Выпущенный в 1985 г. издательством «Техника» (г. Киев) «Справочник по приемникам оптического излучения» под редакцией Л. З. Криксунова и Л. С. Кременчугского решить эту задачу в полной мере не может, так как многие справочные данные, содержащиеся в нем, являются групповыми (усредненными) характеристиками отдельных приемников излучения, а не параметрами конкретных приборов. Имеющаяся в справочнике информация по конкретным при-

борам во многих случаях относится к иностранным образцам или же к отечественным экспериментальным (макетным) образцам, на которые не может ориентироваться конструктор аппаратуры.

Настоящий справочник представляет собой первое издание, содержащее сведения о широкой номенклатуре фоточувствительных приборов — фоторезисторов, фотодиодов, фототранзисторов, фотоприемных устройств, фотоумножителей, передающих телевизионных трубок (диссекторов, суперортиконов, видиконов), болометров, пироэлектрических приемников излучения и тепловых приемных устройств.

В первой части справочника приведены классификация и система условных обозначений приемников излучения; кратко описаны устройство и принципы действия различных типов приборов; даны перечень параметров для каждой из групп приборов, их определения, обозначения и размерности.

Во второй части справочника представлены справочные данные по основным параметрам приборов, габаритным и присоединительным размерам, маркировке выводов, рабочим и предельным электрическим, световым и эксплуатационным режимам работы приборов. Изложены общие рекомендации по применению отдельных групп приборов.

Так как в процессе серийного выпуска приборов в техническую документацию очень часто вносятся изменения, касающиеся электрических и эксплуатационных режимов их работы и значений некоторых параметров, то приведенные в справочнике данные следует использовать главным образом для выбора необходимого типа прибора. Применение конкретного прибора при разработке и эксплуатации аппаратуры должно производиться в строгом соответствии с техническими условиями на него.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Глава 1

Классификация и система условных обозначений приемников оптического излучения

Приемник оптического излучения (фоточувствительный прибор) предназначен для обнаружения и (или) измерения электромагнитного излучения оптического диапазона и основан на преобразовании энергии излучения в другие ее виды (в электрический сигнал, в видимое оптическое изображение).

Отсутствие в течение длительного времени единого стандарта, регламентирующего порядок присвоения условных обозначений различным группам приемников оптического излучения, и разработка их предприятиями различных ведомств обусловили существование для одних и тех же групп приемников излучения различных условных обозначений. В последнее время приняты единая классификация приемников оптического излучения (рис. 11) и система их условных обозначений.

В зависимости от физических явлений, положенных в основу принципа действия, и особенностей конструктивного исполнения все приемники оптического излучения делятся на три группы: фотоэлектрические, фотоэлектронные и тепловые.

Фотоэлектрические приемники излучения основаны на использовании внутреннего фотоэффекта и полупроводниковой технологии изготовления (по конструктивному исполнению они относятся к полупроводниковым приборам).

В фотоэлектронных приборах электронный поток (луч) движется под действием электрического поля в вакуумном или газонаполненном приборе. Преобладающим физическим принципом действия фотоэлектронных приборов является фотоэмиссия электронов из фотокатода (внешний фотоэффект). В отдельных видах фотоэлектронных приборов используются также внутренний фотоэффект (видиконы) и тепловой эффект (пировидиконы). Работа тепловых приемников излучения основана на тепловом эффекте — изменении сопротивления чувствительного элемента при изменении его температуры под действием поглощенного им излучения. По конструктивному исполнению они могут быть также отнесены к полупроводниковым приборам.

Фотоэлектрические и тепловые приемники излучения делятся на две подгруппы, одна из которых представляет собой приборы, только преобразующие оптическое излучение в электрический сигнал, а вторая — приборы, которые, кроме того, осуществляют обработку последнего. Эту группу приборов составляют соответственно фотоприемные и тепловые устройства (ФПУ и ТПУ).



Рис. 1.1. Классификация приемников

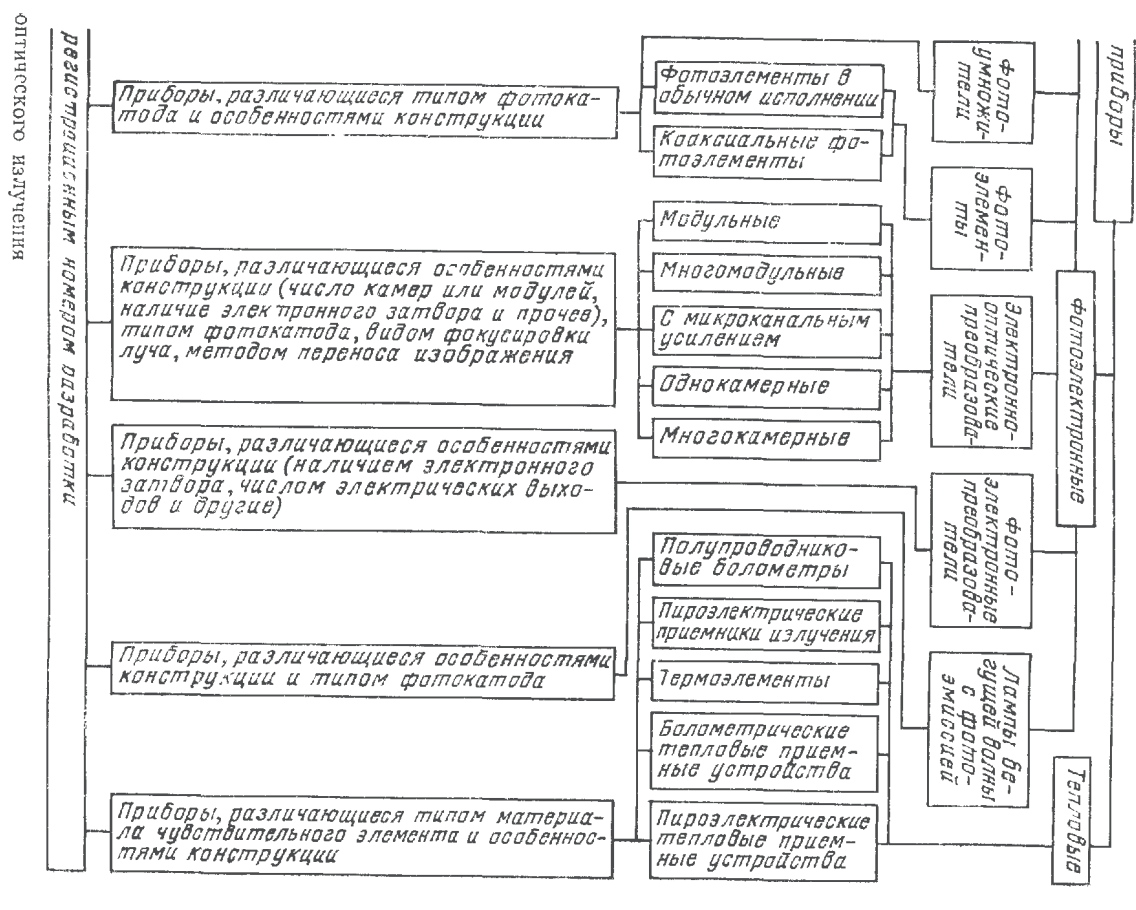
Условное обозначение приемников оптического излучения состоит из трех элементов.

Первый элемент — буквенный — обозначает принадлежность к классификационной группировке:

ФР — фоторезисторы;

ФД — фотодюды;

ФЗ — фотоэлементы полупроводниковые;
ФТ — фототранзисторы;



ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ФМ — многоспектральные фотоприемники,

ФУО — одноэлементные фотоприемные устройства.

ФУР — многоэлементные ФТУ с разделенными каналами;

ФЭК — многоэлементные ФПУ с внутренней коммутацией (кроме фото-чувствительных приборов с переносом заряда);

ФТППЗ — фоточувствительные приборы с переносом заряда.

III — передающие телевизионные трубки;

ФЭУ — фотомножитель;

Ф — фотоэлементы электровакuumные в обычном исполнении;

ФЭК — фотозлементы электровакуумные с коаксиальным выходом;
 ЭПВ — электронно-оптические преобразователи (ЭОП) одно- и много-
 модульные (кроме ЭОП с микроканальным усилением);
 ЭПМ — ЭОП с микроканальным усилением;
 ЭП — ЭОП однокамерные и многокамерные;
 ФП — фотоэлектронные преобразователи;
 ФБВ — лампы бегущей волны с фотоэмиссией;
 Б — болометры;
 ПП — пироэлектрические приемники излучения;
 ТЭ — термоэлементы;
 ТПУ — тепловые приемные устройства.

Второй элемент — число — обозначает порядковый регистрационный номер разработки. Для всех групп приемников излучения (кроме передающих телевизионных трубок) порядковые регистрационные номера выбираются из ряда чисел от 1 до 999 включительно. Порядковые регистрационные номера для различных групп передающих телевизионных трубок устанавливаются из следующих рядов:

201 ... 399 — суперортиконы;
 401 ... 599 — видиконы;
 601 ... 699 — диссекторы;
 701 ... 799 — супервидиконы.

Третий элемент — буквенный или цифробуквенный — означает особенность конструктивного исполнения или различия в уровне одного из параметров приемника оптического излучения. Для указания конструктивных особенностей приборов применяются *буквенные обозначения*:

М — многоэлементные фоторезисторы и фотодиоды или матричные ФПУ с разделенными каналами и коммутируемые, а также ФППЗ;
 К — координатный фотодиод;
 Л — лавинный фотодиод или линейные ФПУ с разделенными каналами и коммутируемые, а также ФППЗ;
 Б — биполярный транзистор или болометрическое ТПУ;
 П — полевой транзистор или пироэлектрическое ТПУ;
 С — многоспектральное многоэлементное ФПУ с разделенными каналами;
 Г — герметизированные ФЭУ и ЭОП;
 И — импульсные ЭОП;
 з — передающая телевизионная трубка (ПТТ) для зеленого канала;
 к — ПТТ для красного канала;
 с — ПТТ для синего канала;
 я — ПТТ для яркостного канала;

цифровые обозначения:

2 — двухкамерные или двухмодульные ЭОП;
 3 — трехкамерные или трехмодульные ЭОП.

Различия в уровне одного из параметров приборов обозначаются для всех групп изделий (кроме ЭОП) только цифрами (из ряда 1, 2, 3, ..., n , где n — число применяемых градаций параметра прибора).

Для разделения двух смежных цифровых элементов условного обозначения применяется дефис.

Примеры условных обозначений:

- ФР306М — многоэлементный фоторезистор;
ФУР108Л — многоэлементное линейное фотоприемное устройство с разделенными каналами;
ФПП34М — матричный фоточувствительный прибор с переносом заряда;
ЭПВ18-ЗГИ — трехмодульный герметизированный импульсный ЭОП;
ЛИ432с — видикон для работы в синем канале.

Глава 2

Краткие сведения о различных группах приемников оптического излучения

2.1. Фотоэлектрические приемники излучения

Фоторезисторы представляют собой простейшие полупроводниковые структуры с одним типом проводимости, у которых под действием падающего на них оптического излучения происходит изменение проводимости вследствие образования в них носителей заряда (электронов и дырок) и перехода электронов из валентной зоны в зону проводимости (фоторезисторы с собственной фотопроводимостью), из валентной зоны на примесный уровень или из примесного уровня в зону проводимости (фоторезисторы с примесной фотопроводимостью).

Фотодиоды представляют собой монокристаллические структуры, содержащие две области с различными типами проводимости (n - и p -типа), образующие область объемного заряда (называемую p - n переходом). Под действием падающего на одну из областей фотодиода оптического излучения его вольт-амперная характеристика изменяется.

Лавинные фотодиоды обладают свойством внутреннего усиления фототока, протекающего через освещенный p - n переход. Механизм их работы основан на использовании лавинообразного нарастания числа носителей заряда, образующихся вследствие ударной ионизации в p - n переходе, ширина которого больше длины свободного пробега неосновных носителей заряда. Необходимая энергия для возбуждения валентных электронов неосновными носителями, втягиваемыми в область p - n перехода, придается путем создания в ней соответствующей напряженности электрического поля.

Фототранзистор содержит два p - n перехода (один из которых включен в прямом, а другой — в обратном направлениях) и обладает свойством внутреннего усиления электрического сигнала, возникающего под действием света, падающего на одну из его областей (базу).

Фотоэлементы полупроводниковые состоят из двух контактирующих материалов (металл — полупроводник, полупроводник — полупроводник), которые в контактной области создают запирающий слой, действующий по аналогии с p - n переходом фотодиода. При освещении полупроводника в нем образуются возбужденные носители заряда, разделяемые и перемещаемые запирающим слоем к различным электродам, в результате чего между последними возникает разность потенциалов, т. е. фото-ЭДС.

Фотоприемное устройство состоит из одного или множества фоточувствительных элементов, преобразующих оптическое излучение в электрический сигнал, и схемы предварительной обработки фотосигнала (например, схем сопряжения, усиления, коммутации, стабилизации рабочей точки и др.), объединенных в единый корпус и выполненных на основе гибридной или интегральной технологии. В качестве фоточувствительных элементов ФПУ могут использоваться фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы и фоточувствительные МДП-структуры. В зависимости от числа фоточувствительных элементов ФПУ делятся на *одноэлементные* и *многоэлементные*, а от способа съема сигнала — на ФПУ с *разделенными каналами* и ФПУ с *внутренней коммутацией*.

В начале 70-х годов появились многоэлементные фоточувствительные МДП-структуры, в которых функция коммутации сигнала осуществляется в самом объеме полупроводникового фоточувствительного материала, — так называемые **фоточувствительные приборы с переносом заряда (ФППЗ)**. Они предназначены для преобразования оптического излучения (изображения) в электрический сигнал, действие которого основано на формировании и эффективном переносе дискретных фотогенерированных зарядовых пакетов внутри полупроводникового материала.

Известны две наиболее распространенные разновидности ФППЗ — фоточувствительные приборы с *зарядовой связью (ФПЗС)* и фоточувствительные приборы с *зарядовой инжекцией (ФПЗИ)*.

В ФПЗС зарядовые пакеты передаются к выходному устройству вследствие направленного перемещения потенциальных ям в объеме полупроводника при подаче на его электроды в соответствующей последовательности тактовых импульсов.

В ФПЗИ перемещение зарядового пакета происходит только внутри фоточувствительного элемента с последующей его инжекцией в подложку или в область стока заряда. В зависимости от расположения фоточувствительных элементов ФППЗ бывают линейные (элементы расположены в один ряд) и матричные (элементы организованы в матрицу по строкам и столбцам)

2.2. Фотоэлектронные приборы

Фотоумножитель — электровакуумный прибор, преобразующий оптическое излучение (ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное) в электрический сигнал с последующим его усилением и состоящий из фотокатода, диодной умножительной системы и анода (рис. 21). Преобразование оптического излучения в электрический сигнал осуществляется фотокатодом в результате эмиссии электронов с поверхности некоторых полупроводниковых материалов, находящихся в вакууме, при облучении их оптическим излучением (внешняя фотоэмиссия или внешний фотоэффект).

Фотоэлемент — электровакуумный (или газонаполненный) прибор, преобразующий оптическое излучение в электрический сигнал и состоящий из фотокатода и анода. В отличие от фотоэлектронных умножителей (ФЭУ), фотоэлементы не имеют диодной умножительной системы, а поэтому не обладают свойством усиления потока электронов, вылетающих из фотокатода, при использовании эффекта вторичной эмиссии. Тем не менее существует способ усиления фототока фотоэлемента. Он основан на наполнении баллона фотоэлемента инертным газом (обычно аргоном) и создании в нем несамостоятельного разряда в результате ионизации газа, происходящей при движении электронов,

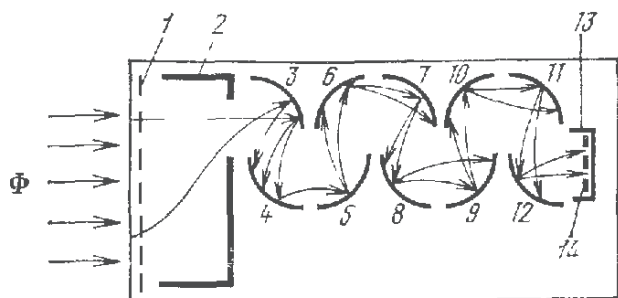


Рис. 2.1. Схема устройства фотоумножителя:

1 — фотокатод; 2 — фокусирующий электрод; 3...13 — диоды; 14 — анод

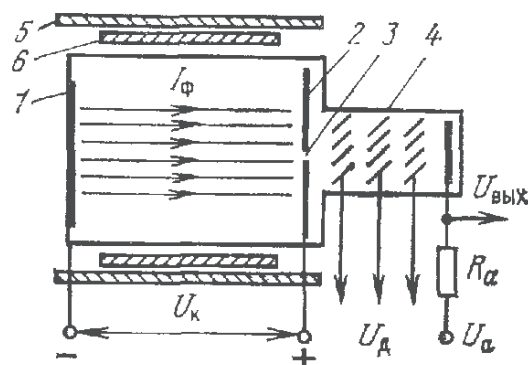


Рис. 2.2. Схема устройства диссектора:

1 — фотокатод; 2 — плоская диафрагма; 3 — вырезающее (развертывающее) отверстие; 4 — вторично-электронный умножитель; 5 — фокусирующая катушка; 6 — отклоняющая катушка

вылетающих из фотокатода под действием света, к аноду. Эффект газового усиления у газонаполненных фотоэлементов начинает проявляться при напряжении более 50 В. При напряжении около 240 В коэффициент газового усиления у различных приборов может достигать значений $K_r = 6 \dots 10$. К газонаполненным фотоэлементам относятся фотоэлементы серии ЦГ.

Диапазон спектральной чувствительности фотоэлементов определяется типом используемых в них фотокатодов, спектральные характеристики которых приведены в § 2.4. Основные параметры и характеристики фотоэлементов почти такие же, как у фотоумножителей, но приведенные ко входу первого диода.

Диссектор — передающая телевизионная трубка, в которой электронное изображение, образуемое вылетающим из фотокатода потоком электронов, развертывается относительно неподвижного отверстия (щели). В основу физического принципа действия и конструкции диссектора положено использование следующих явлений:

преобразование оптического изображения, спроектированного на фотокатод, в электронное изображение на основе явления внешнего фотоэффекта;

пространственный перенос электронного изображения под воздействием ускоряющего электрического поля;

последовательная (поэлементная) пространственная развертка электронного изображения с помощью фокусирующей и отклоняющей систем с целью формирования выходного сигнала изображения;

усиление выходного сигнала изображения на основе вторичной электронной эмиссии.

Конструкция диссектора (рис 2.2) представляет собой стеклянную цилиндрическую колбу, состоящую из двух секций: секции переноса и секции усиления. В первой секции происходят преобразование оптического изображения в электронное и пространственный перенос электронного изображения от фотокатода, нанесенного на внутренней стороне торцевой поверхности колбы, и его перемещение в двух направлениях относительно отверстия диафрагмы. В секции умножения располагаются диоды и коллектор, на котором собираются электроны после их усиления диодной системой.

Фокусирующая и отклоняющие катушки изготавливаются в единой кон-

струкции, называемой фокусирующей и отклоняющей системой (ФОС), и поставляются отдельно от диссектора.

Диссектор относится к передающим телевизионным трубкам так называемого мгновенного действия, величина выходного сигнала у которых по истечении времени, превышающего постоянную времени прибора, при неизменном уровне освещенности на фотокатоде осгается постоянной. Это является одним из самых серьезных недостатков диссекторов (низкий уровень выходного сигнала), ограничивающих области их применения. Преодолеть его стало возможным благодаря использованию принципа накопления сигнала.

Накопление сигнала (заряда) позволяет получить выходной сигнал, пропорциональный не только уровню освещенности фотокатода (как это имеет место у диссектора), но и интервалу времени между двумя последовательными считываниями одного и того же участка изображения (элемента разложения). Чем больше это время (его называют временем накопления), тем выше выходной сигнал при одном и том же уровне освещенности фотокатода. Реализация этого принципа осуществлена у передающих телевизионных трубок с накоплением заряда на мишени. К этой группе трубок относятся суперортиконы, видиконы и супервидиконы.

Суперортикон — передающая телевизионная трубка с переносом изображения и его разверткой пучком медленных электронов, в которой электронное изображение накапливается и считывается на противоположных сторонах накопительной мишени.

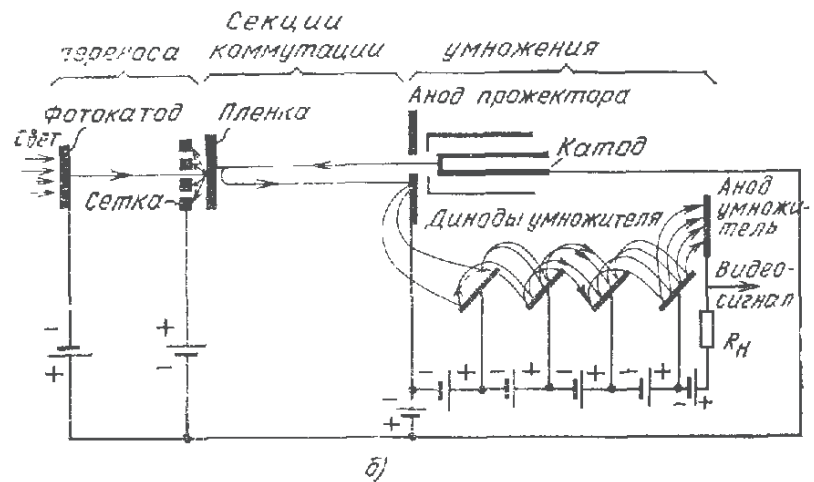
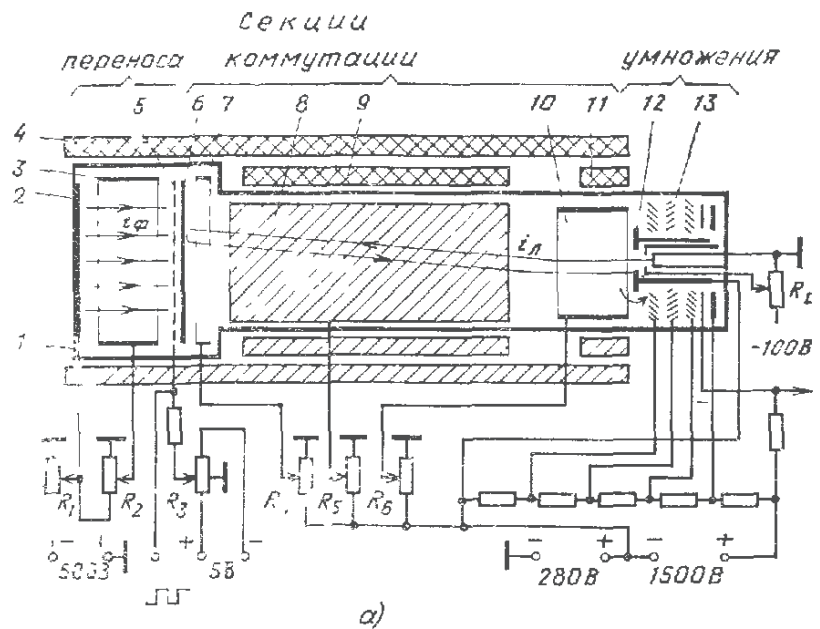
Основная идея работы суперортикона (рис. 2.3) основана на использовании принципа модуляции создаваемого электронным прожектором постоянного по плотности электронного потока (электронного луча) информационным электронным потоком, образующимся вследствие внешней фотоэмиссии фотокатода при его освещении. При этом указанная модуляция осуществляется не непосредственно, а через промежуточный носитель — диэлектрик (пленка стекла толщиной около 5 мм), называемый мишенью.

Одним из недостатков суперортикона является то, что он имеет высокий уровень шумов выходного сигнала из-за большого уровня постоянной составляющей тока луча, а также невыгодного, с точки зрения их восприятия, распределения шумов. Поскольку в суперортиконе максимальный сигнал соответствует уровню темного («электрический негатив»), то и шумы имеют максимальное значение тогда, когда передается слабое световое изображение. Естественно, что наблюдение слабого оптического изображения на фоне больших шумов будет затруднительно.

Этот недостаток устраняется в суперортиконах, работающих в режиме изоконного считывания (*изокон*), у которых видеосигнал создается не за счет обратного электронного луча, а за счет рассеянных электронов, образующихся у мишени в момент коммутации. Причем число рассеянных электронов пропорционально глубине потенциального рельефа мишени, т. е. освещенности фотокатода. Следовательно, полярность сигнала в изоконах обратна полярности сигнала на выходе суперортикона и уровень шумов при передаче слабых оптических сигналов меньше, чем при передаче светлых участков изображения. В сравнении с суперортиконом уровень шума в изоконе при передаче черного в 5...6 раз ниже, что обеспечивает передачу изображений с помощью изокон при освещенностях 10^{-2} ... 10^{-4} лк. Схема, поясняющая принцип работы изокона, показана на рис. 2.4.

Рис. 2.3. Схема устройства суперортикона (а) и принципа его действия (б):

1 — стеклянный корпус; 2 — фотокатод; 3 — ускоряющий электрод; 4 — фокусирующая катушка; 5 — сетка; 6 — мишень; 7 — тормозящий электрод; 8 — фокусирующий электрод; 9 — отклоняющая катушка; 10 — корректирующий электрод (цилиндр); 11 — корректирующая катушка; 12 — электронный прожектор; 13 — вторично — электронный умножитель

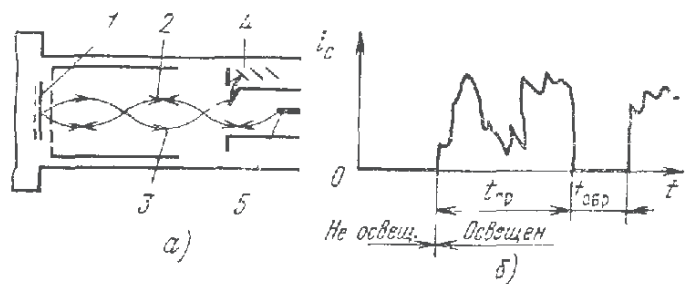


Преобразование оптического излучения в электрический сигнал в передающих телевизионных трубках может осуществляться также на основе внутреннего фотоэффекта. При этом следует отметить, что высокая квантовая эффективность фоторезисторов и фотодиодов, из которых изготавливаются полупроводниковые фоточувствительные мишени, позволяет делать достаточно чувствительные передающие телевизионные трубки малых геометрических размеров. К этой группе передающих телевизионных трубок относятся видиконы.

Видикон — передающая телевизионная трубка с фотопроводящей мишенью, в которой электронное изображение, возникшее в толще полупроводника, накапливается на поверхности мишени и считывается пучком медленных электро-

Рис. 2.4. Принцип действия изокона:

1 — мишень; 2 — прямой и обратный лучи; 3 — поток рассеянных электронов; 4 — умножитель; 5 — катод



нов. Схема, показывающая устройство и принцип работы видикона, приведена на рис. 2.5.

К недостаткам видиконов следует отнести **повышенную инерционность**, проявляющуюся в появлении тянущегося следа за движущимся изображением, в размытии контуров изображения, а следовательно, в **снижении четкости и контраста** изображения на видеоконтрольном устройстве.

Супервидикон — передающая телевизионная трубка с переносом изображения и мишенью, обладающей свойством вторичной электронной эмиссии (рис. 2.6). В этом приборе потенциальный рельеф мишени создается не за счет облучения ее светом, а в результате бомбардировки ее потоком электронов, вылетающих из фотокатода.

Диапазон спектральной чувствительности передающих телевизионных трубок определяется типом используемого фотокатода (для диссекторов, суперортиконов и супервидиконов) или материала мишени (для видиконов).

Электроинно-оптический преобразователь (ЭОП) — электровакуумный прибор, предназначенный для усиления яркости оптического изображения, создаваемого оптической системой, а в отдельных случаях и для преобразования спектрального состава излучения (например, инфракрасного изображения **4** в видимое **5**). Простейший однокамерный ЭОП состоит из фотокатода **1**, системы формирования электронного изображения (электронно-фокусирующей системы) **2** и люминесцентного экрана **3** (рис. 2.7).

При низком уровне освещенности наблюдаемых объектов яркость изображения последних на экране простейших однокамерных ЭОП недостаточна для наблюдения глазом. В этих случаях применяют многокамерные ЭОП, в которых достигается эффект усиления яркости за счет последовательного соединения друг с другом нескольких камер, каждая из которых представляет собой простейший однокамерный ЭОП.

Серьезным недостатком ЭОП упомянутых выше конструкций является неравномерное разрешение по полю экрана (на краях экрана ЭОП разрешение в 5 ... 8 раз ниже, чем в центре), а также большие габаритные размеры (особенно у многокамерных ЭОП). Неравномерность разрешения по полю обусловлена трудностью обеспечения равномерной фокусировки электронного изображения при расположении фотокатода и экрана ЭОП в параллельных плоскостях. Как известно, оптимальные условия для фокусировки электронного изображения имеют место в том случае, когда фотокатод и экран выполняются на сферических плоскостях. Это конструктивное решение возможно в ЭОП, у которых на входе и выходе имеются волоконно-оптические пластины (ВОП), состоящие из множества тонких (диаметром 10 ... 20 мкм) стеклянных волокон, оптически изолированных друг от друга. Наружные поверхности ВОП выпол-

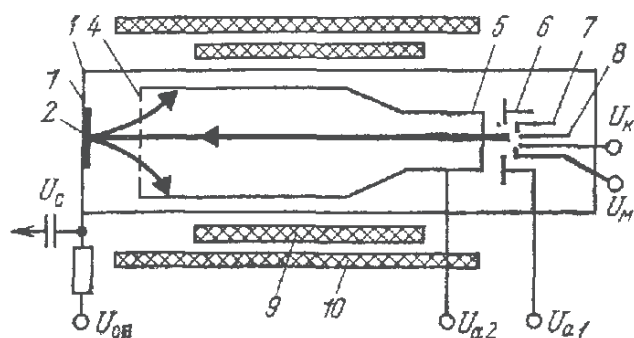


Рис. 2.5. Схема устройства видикона:
1 — сигнальная пластина; 2 — мишень; 3 — стеклянный баллон; 4 — сетка; 5 — второй анод; 6 — первый анод; 7 — управляющий электрод (модулятор); 8 — катод прожектора; 9 — отклоняющие катушки; 10 — фокусирующая катушка

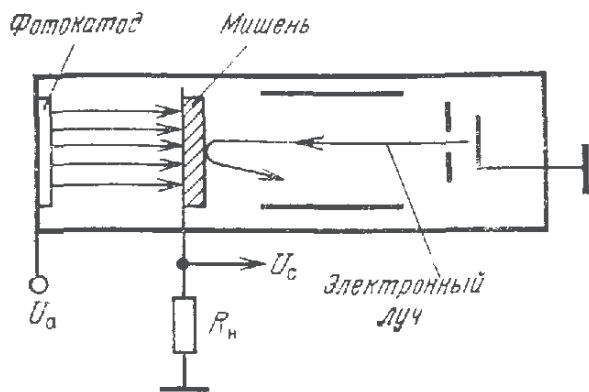


Рис. 2.6. Схема устройства и принципа работы супервидикона

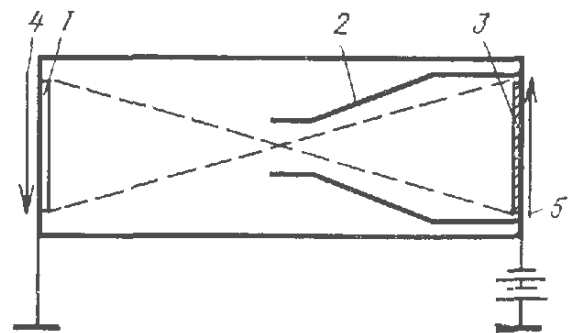


Рис. 2.7. Принципиальная схема устройства электронно-оптического преобразователя

нены плоскими, а внутренние — сферическими, на одной из которых нанесен фотокатод, а на другой — экран. ЭОП с ВОП на входе и выходе имеют равномерное разрешение по всему полю зрения.

Усиление яркости изображения ЭОП может достигаться не только за счет увеличения числа каскадов усиления (камер), но и за счет применения микроканального усиления. Принципиальные схемы устройств ЭОП с волоконно-оптическими пластинами и микроканальными пластинами (МКП) показаны на рис. 2.8 и 2.9.

Фокусировка электронного изображения в ЭОП может осуществляться также с применением магнитной фокусирующей системы или смешанной электростатической и электромагнитной фокусировки. В этих случаях эффективность фокусировки по полю экрана выше, чем при чисто электростатической фокусировке.

Для регистрации быстропротекающих процессов (ядерных, процессов развития разряда в газе и др.) используются импульсные ЭОП. Действие этих

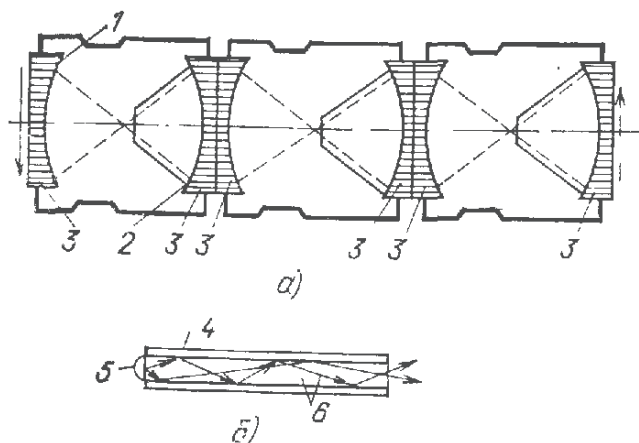


Рис. 2.8. Принципиальные схемы ЭОП с волоконно-оптическими пластинами: (а) и схема прохождения света в волокне (б):

1 — фотокатод; 2 — люминесцентный экран; 3 — волоконно-оптические пластины; 4 — стеклянная оболочка волокна; 5 — элемент изображения на входе волокна; 6 — световые лучи, идущие от элемента изображения

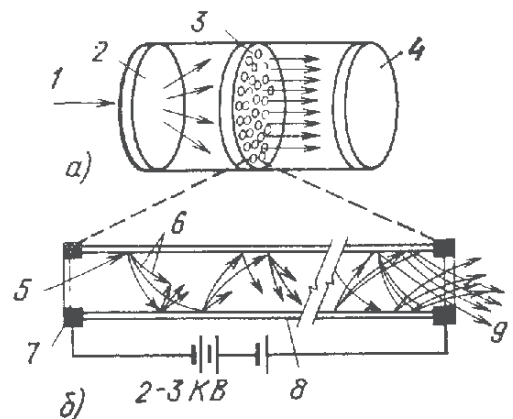


Рис. 2.9. Схема ЭОП с каналным усилением (а) и умножения электронов в канале (б):

1 — световой поток; 2 — фотокатод; 3 — микроканальная пластина; 4 — люминесцентный экран; 5 — электрон, влетающий в канал; 6 — вторичные электроны; 7 — металлический контакт; 8 — оболочка канала; 9 — выходной поток электронов

ЭОП основано на применении в конструкции изделий электронного затвора (системы плоскопараллельных отклоняющих пластин, на которые подается импульсное запирающее напряжение) и системы пластин круговой развертки изображения по экрану. При совместном действии затвора и пластин круговой развертки ЭОП работает в режиме высокоскоростного фоторегистратора. На экране ЭОП получается последовательность из нескольких кадров, расположенных по кругу. С помощью таких ЭОП может быть получено временное разрешение до $3 \cdot 10^{-12}$ с.

2.3. Тепловые приемники излучения

Принцип действия тепловых приемников излучения основан на использовании термического эффекта. Падающее на чувствительный элемент оптическое излучение приводит к повышению его температуры и изменению параметра, от нее зависящего (сопротивления, емкости и др.), что фиксируется измерительной схемой, в которую включается чувствительный элемент.

Болометр — фоточувствительный прибор, действие которого основано на изменении его комплексного сопротивления при повышении температуры чувствительного элемента, происходящего из-за поглощения им оптического излучения.

В зависимости от материала чувствительного элемента болометры бывают **металлические** (никелевые, висмутовые, золотые, платиновые), полупроводниковые (германиевые, кремниевые, оксидные на основе никеля, кобальта и марганца), диэлектрические.

Пироэлектрические приемники излучения — приборы, в основу работы которых положен пироэлектрический эффект кристаллов. Его сущность заключается в изменении поляризации пироактивного кристалла в процессе изменения температуры на его гранях. Поляризация кристалла — это пространственное разделение зарядов, сопровождающееся возникновением на одной из граней кристалла положительного заряда, а на другой — отрицательного. Пироэлектрический эффект проявляется только при наличии изменения температуры кристалла во времени, т. е. при регистрации модулированного или импульсного излучения. Пироэлектрическим эффектом обладают монокристаллы триглицинсульфата (ТГС), ниобата лития, керамики типа титаната цирконата свинца, сульфата лития, стронций-барий ниобата и др.

Особенностью пироэлектрических приемников излучения является то, что для их работы не требуется источника питания, так как они сами являются генераторами ЭДС.

Тепловые приемные устройства (ТПУ) — приборы, чувствительные к оптическому излучению и состоящие из чувствительного элемента (болометра или пироэлектрического приемника излучения) и схемы предварительного усиления и обработки электрического сигнала, размещенных в едином корпусе. По своей функциональной структуре они являются приборами, подобными ФПУ. Различие состоит лишь в том, что в ФПУ в качестве чувствительных элементов используются полупроводниковые фотоэлектрические приемники излучения, а в ТПУ — тепловые приемники. Поэтому ФПУ обладают селективной чувствительностью, а ТПУ — неселективной.

Система параметров тепловых приемников излучения такая же, как и у фотоэлектрических приемников излучения (фоторезисторов) и ФПУ.

2.4. Полупроводниковые материалы, используемые для изготовления приемников излучения

Оптико-электронная аппаратура, средства автоматики и телемеханики работают главным образом в диапазоне 0,4 ... 30 мкм. Так как фотоэлектрические полупроводниковые приемники излучения обладают селективной чувствительностью, то для обеспечения приема и регистрации излучения во всем диапазоне спектра применяется достаточно большое число полупроводниковых материалов с собственной и примесной фотопроводимостью. При этом правая граница фотопроводимости, определяемая шириной запрещенной зоны полупроводниковых материалов, устанавливается типом используемой примеси или уровнем рабочей температуры для материалов с собственной проводимостью.

Для изготовления фотоэлектрических приемников излучения находят применение: сульфид кадмия (CdS), селенид кадмия (CdSe), кремний (Si), германий (Ge), арсенид галлия (GaAs), сульфид свинца (PbS), селенид свинца (PbSe), антимонид индия (InSb), тройные соединения типа кадмий — ртуть — теллур (CdHgTe), свинец — олово — теллур (PbSnTe), германий и кремний, легированные различными примесями (Ge: Au, Ge: Si: Cu, Ge: Hg, Ge: Cu, Ge: Zn, Si: B, Si: P, Si: Ta, Si: Pb, Si: As, Si: In и др.). Диапазон спектральной чувствительности приемников излучения на основе большинства из упомянутых выше полупроводниковых материалов и предельные значения обнаружительной способности D^* на различных длинах волн, определенные из условия флуктуаций числа фотонов теплового излучения (режим ограничения фоном) в режиме фоторезистора и фотовольтническом, приведены на рис. 2.10.

Диапазон спектральной чувствительности фотоэлектронных приборов определяется типом применяемого фотокатода, а в некоторых случаях и материалом входного оптического окна. Наиболее часто встречающиеся типы фотокатодов приведены в табл. 2.1, а их относительные спектральные характеристики — на рис. 2.11.

Таблица 2.1

| Обозначение спектральной характеристики | Область спектральной чувствительности, мкм | Тип фотокатода |
|---|--|--|
| C-1 | 0,400...1,200 | Серебряно-кислородно-цезиевый (AgOCs) |
| C-2 | 0,400...0,650 | Сурьмяно-цезиевый (SbCs) массивный |
| C-3 | 0,215...0,600 | Сурьмяно-цезиевый (SbCs) с увиолевым стеклом |
| C-4 | 0,330...0,650 | Сурьмяно-цезиевый (SbCs) полупрозрачный |
| C-5 | 0,300...0,800 | Висмуто-серебряно-цезиевый (BiAgCs) |
| C-6 | 0,300...0,600 | Сурьмяно-цезиевый (SbCs) на металлической подложке |
| C-7 | 0,320...0,750 | Висмуто-серебряно-цезиевый (BiAgCs) |
| C-8 | 0,300...0,800 | Многощелочной (SbKNaCs) |
| C-9 | 0,160...0,650 | Сурьмяно-кислородно-цезиевый (SbCs(O)) |
| C-10 | 0,215...0,320 | Mg с увиолевым стеклом |
| C-11 | 0,300...0,850 | Многощелочной (SbKNaCs) полупрозрачный |
| C-13 | 0,215...0,830 | Многощелочной (SbKNaCs) с увиолевым стеклом |
| C-14 | 0,200...0,400 | Теллурид-цезиевый (TeCs ₂) |
| C-15 | 0,160...0,600 | Сурьмяно-цезиевый (SbCs) на кварцевой подложке |

$$I^*, \Gamma_e^{-2} \text{ д-1}$$

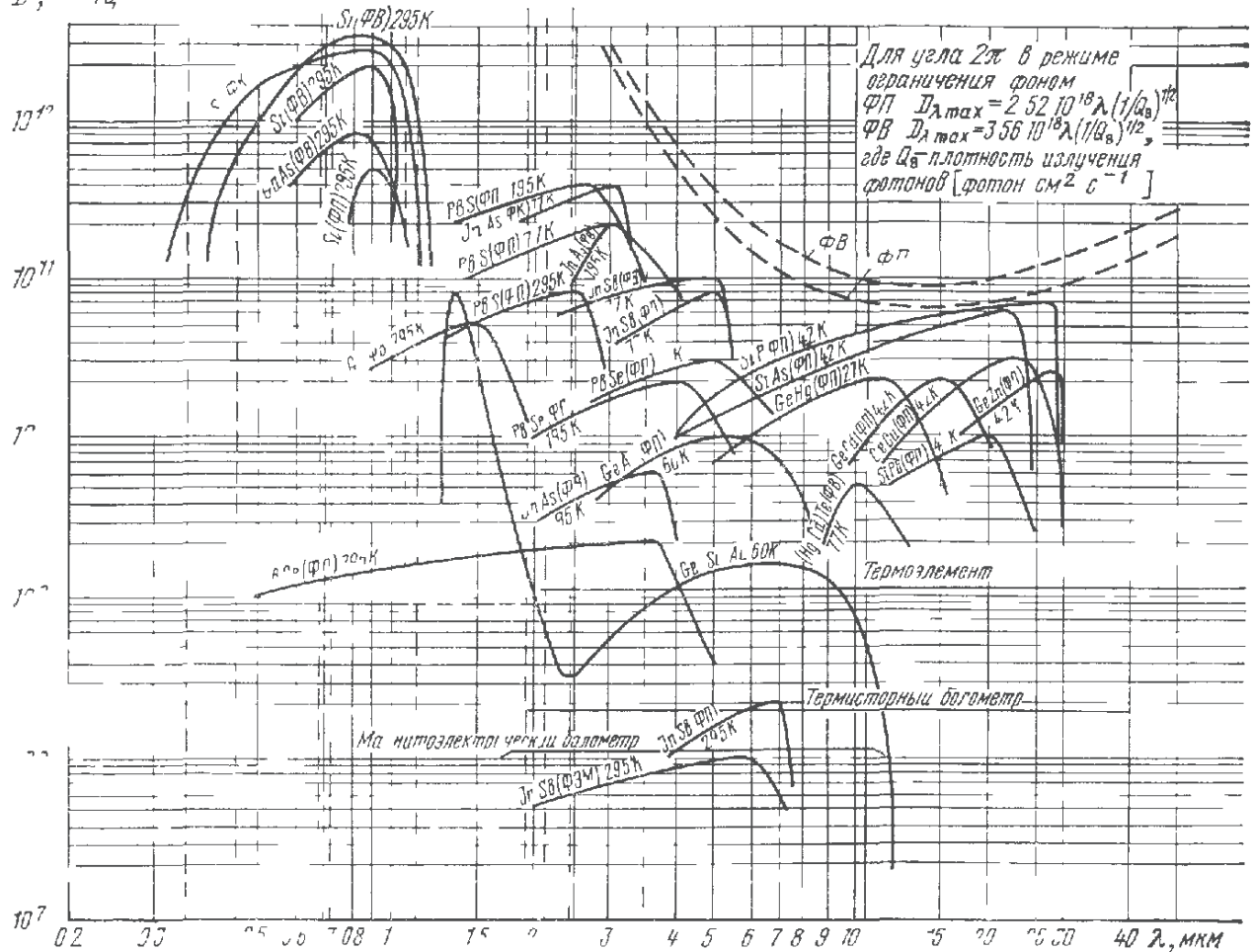


Рис 210 Спектральная обнаружительная способность фотоэлектрических полупроводниковых и тепловых приемников излучения на основе различных материалов

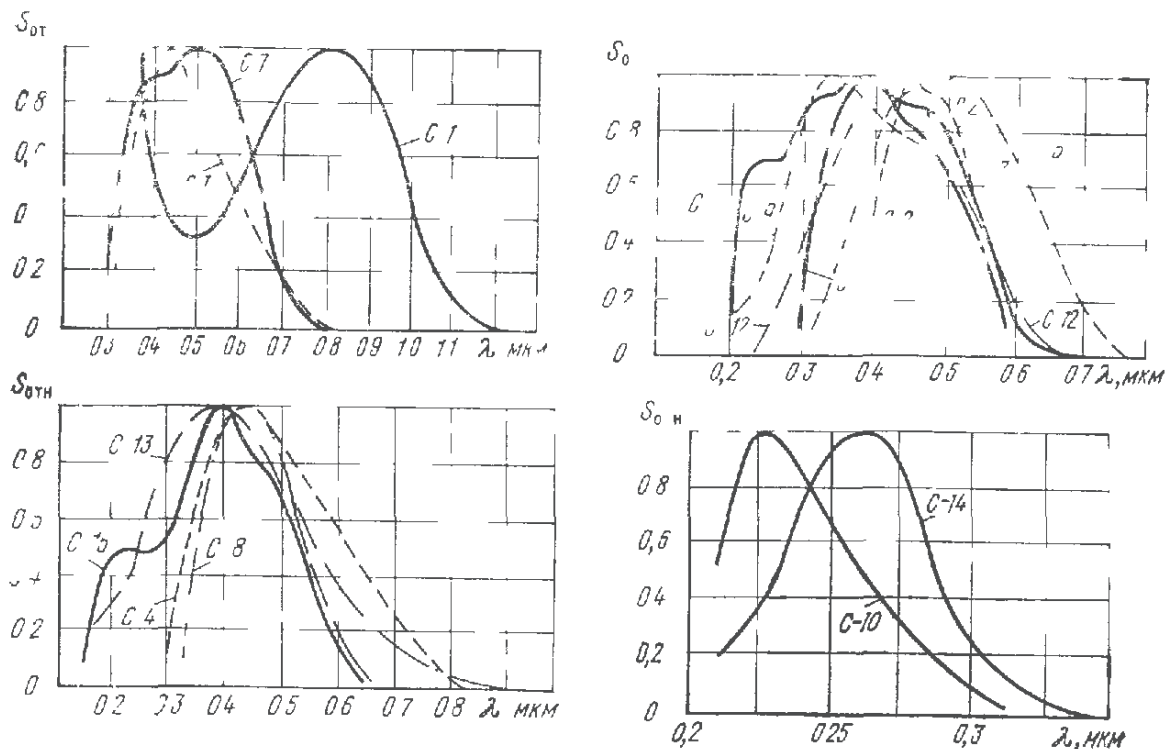


Рис 211 Относительные характеристики спектральной чувствительности фото катодов

Основные параметры и характеристики приемников оптического излучения

3.1. Основные параметры и характеристики одноэлементных и малоэлементных полупроводниковых фотоэлектрических приемников излучения, фотоприемных устройств и тепловых приборов

Полная система параметров и характеристик полупроводниковых фотоэлектрических приемников излучения приведена в ГОСТ 21934—83. Причем представленный в табл. 31 перечень параметров относится к одноэлементным и многоэлементным приемникам излучения и ФПУ с независимыми (разделенными) выходными каналами, общее число которых бывает, как правило, незначительно (не более 100). Для фотоприемников и ФПУ с большим числом элементов при наличии коммутатора с одним общим выходом эта система параметров справедлива только по отношению к каждому в отдельности фоточувствительному элементу и оказывается недостаточной для характеристики приемника излучения в целом как многоэлементной структуры, поскольку она не отражает особенностей статистического характера процесса преобразования и обработки сигнала по всему полю фоточувствительных элементов.

Таблица 31

| Термин | Спределение |
|--|---|
| Рабочее напряжение U_p , В | Постоянное напряжение, приложенное к приемнику излучения, при котором обеспечиваются номинальные параметры при длительной его работе |
| Темновое сопротивление R_t , Ом | Сопротивление приемника излучения в отсутствие падающего на него излучения |
| Темновой ток I_t , А | Ток, протекающий через приемник излучения при заданном напряжении на нем в отсутствие потока излучения |
| Световое сопротивление $R_{св}$, Ом | Сопротивление приемника излучения при воздействии на него потока излучения в диапазоне его спектральной чувствительности |
| Кратность изменения сопротивления K , отн. ед. | Отношение темнового сопротивления фоторезистора к его световому сопротивлению при заданных рабочем напряжении и освещенности на фоточувствительном элементе |

| Термин | Определение |
|---|--|
| Фототок (ток фотосигнала) I_f , А | Ток, проходящий через приемник излучения при указанном напряжении на нем, обусловленный воздействием потока излучения |
| Общий ток $I_{\text{общ}}$, А | Ток приемника излучения, состоящий из темнового тока и фототока |
| Напряжение фотосигнала U_c , В | Изменение напряжения на нагрузке приемника излучения, вызванное действием на него потока излучения |
| Вольтовая интегральная чувствительность $S_{\text{инт}}$, В/Вт | Отношение напряжения фотосигнала к значению мощности потока излучения заданного спектрального состава, вызывающего появление фотосигнала |
| Токовая интегральная чувствительность $S_{\text{инт}}$, А/лм | Отношение фототока к значению мощности потока излучения заданного спектрального состава, вызвавшего появление фототока. Примечание. В некоторых случаях токовая интегральная чувствительность выражается как отношение фототока к значению освещенности входного окна приемника излучения (А/лк) |
| Токовая монохроматическая чувствительность S_{λ} , А/Вт | Отношение фототока к значению мощности монохроматического потока излучения на длине волны λ , вызвавшего появление этого фототока |
| Токовая импульсная чувствительность $S_{\lambda \text{имп}}$, А/Вт | Отношение амплитуды фототока к амплитудному значению мощности монохроматического потока излучения в импульсе заданной формы (импульсной мощности). |
| Ток шума $I_{\text{ш}}$, А | Среднее квадратическое значение флуктуаций темнового тока приемника излучения в заданной полосе частот |
| Напряжение шума $U_{\text{ш}}$, В | Среднее квадратическое значение флуктуаций напряжения на заданной нагрузке в цепи приемника излучения в заданной полосе частот при отсутствии облучения приемника |
| Порог чувствительности Φ_p , Вт | Среднее квадратическое значение первой гармоники действующего на приемник излучения модулированного потока излучения с заданным спектральным распределением, при котором среднее квадратическое значение первой гармоники напряжения (тока) фотосигнала равно среднему квадратическому значению напряжения (тока) шума в заданной полосе на частоте модуляции потока излучения |
| Порог чувствительности в единичной полосе частот $\Phi_{\text{п1}}$, Вт·Гц ^{-1/2} | Порог чувствительности приемника излучения, приведенный к единичной полосе частот усилителя |
| Удельный порог чувствительности Φ_p^* , Вт/(Гц ^{1/2} ·см) | Порог чувствительности приемника излучения, приведенный к единичной полосе частот и единичному по площади фоточувствительному элементу |
| Обнаружительная способность D , Вт ⁻¹ | Величина, обратная порогу чувствительности |
| Удельная обнаружительная способность D^* , Вт ⁻¹ ·Гц ^{1/2} ×см | Величина, обратная удельному порогу чувствительности |

| Термин | Определение |
|---|---|
| Время нарастания $\tau_{0,1-0,9}$, с | Минимальный интервал времени между точками переходной нормированной характеристики приемника излучения со значениями 0,1 и 0,9, соответственно |
| Время спада $\tau_{0,9-0,1}$, с | Минимальный интервал времени между точками обратной переходной нормированной характеристики приемника излучения со значениями 0,1 и 0,9, соответственно |
| Время установления переходной нормированной характеристики (по уровню k) $t_{устk}$, с | Минимальное время от начала воздействия импульса излучения, по истечении которого максимальное отклонение нормированной переходной характеристики $h_0(t)$ от установившегося значения не превышает k : $ 1-h_0(t) \leq k$ при $t > t_{устk}$ |
| Предельная частота f_0 , Гц | Частота синусоидально модулированного потока излучения, при которой чувствительность приемника излучения падает до значения 0,707 от чувствительности при немодулированном излучении |
| Емкость фотодиода C , Ф | Емкость p - n перехода фотодиода при подаче на него рабочего напряжения смещения |
| Последовательное сопротивление фотодиода $R_{посл}$, Ом | Активная составляющая электрического сопротивления фотодиода по переменному току, включенная последовательно емкости p - n перехода фотодиода |
| Нулевая точка координатного фотодиода x_0 , мм | Координата энергетического центра светового пятна на фоточувствительном элементе координатного фотодиода, при которой фотосигнал равен нулю |
| Линейная зона координатной характеристики координатного фотодиода $2\Delta x$, мм | Участок координатной характеристики координатного фотодиода, на котором нелинейность не превышает заданного значения |
| Статическая крутизна координатной характеристики координатного фотодиода $S_{стат}$, В/(мм·Вт) | Отношение полного приращения фотосигнала координатного фотодиода к изменению координаты светового пятна, отнесенное к единице потока излучения |
| Коэффициент умножения темнового тока лавинного фотодиода M_T , отн. ед. | Отношение темнового тока лавинного фотодиода к его первичному темновому току — к темновому току, который протекает в лавинном фотодиоде при отсутствии в нем эффекта лавинного умножения при том же рабочем напряжении и отсутствии засветки |
| Коэффициент умножения фототока лавинного фотодиода M_Φ , отн. ед. | Отношение фототока лавинного фотодиода к его первичному фототоку, который протекает в лавинном фотодиоде при отсутствии в нем эффекта лавинного умножения при том же рабочем напряжении и интенсивности засветки |
| Коэффициент усиления по фототоку фототранзистора $K_{у.ф}$, отн. ед. | Отношение фототока коллектора фототранзистора при отключенной базе к фототоку освещаемого перехода, измеренному в диодном режиме |
| Эффективная фоточувствительная площадка $A_{эф}$, см ² | Площадь фоточувствительного элемента эквивалентного по фотосигналу приемника излучения, чувствительность которого равномерно распределена по фоточувствительному элементу и равна максимальному значению локальной чувствительности данного приемника излучения |

| Термин | Определение |
|---|---|
| Плоский угол зрения 2β , град | Угол в нормальной к фоточувствительному элементу плоскости между направлениями падения параллельного пучка излучения, при которых напряжение или ток фотосигнала приемника излучения уменьшаются до заданного уровня |
| Число элементов N , шт. Шаг элементов h , мм | — |
| Межэлементный зазор многоэлементного приемника излучения, Δl , мм Разброс значений параметров многоэлементного приемника излучения δx , отн. ед. | Расстояние между центрами двух соседних фоточувствительных элементов приемника излучения Расстояние между наименее удаленными друг от друга краями фоточувствительных элементов в многоэлементном приемнике излучения Отношение полуразности наибольшего и наименьшего значений параметра фоточувствительных элементов в многоэлементном приемнике излучения к среднему значению этого параметра. |
| Коэффициент фотоэлектрической связи $K_{св}$, отн. ед. | Примечание. В буквенном обозначении вместо « x » следует указывать обозначение соответствующего параметра Отношение значения напряжения (тока) фотосигнала неосвещенного (необлученного) фоточувствительного элемента, расположенного рядом с освещенным (облученным) фоточувствительным элементом, к значению напряжения (тока) фотосигнала последнего |
| Рассеиваемая мощность P , Вт | Суммарная мощность, рассеиваемая приемником излучения и определяемая мощностью электрического сигнала и мощностью воздействующего на него излучения |
| Максимально допустимая рассеиваемая мощность P_{\max} , Вт | Максимальная электрическая мощность, рассеиваемая приемником излучения, при которой отклонение его параметров от номинальных значений не превышает указанных пределов при длительной работе |
| Динамический диапазон D , отн. ед. | Отношение максимально допустимой рассеиваемой мощности приемника излучения к порогу чувствительности приемника излучения в заданной полосе частот |
| Время выхода на режим охлаждаемого приемника излучения $t_{\text{вых}}$, с | Интервал времени с момента включения системы охлаждения или термостабилизации до момента, когда параметры охлаждаемого приемника излучения достигают заданного уровня |
| Время автономной работы охлаждаемого приемника излучения $t_{\text{раб.авт}}$, с | Интервал времени с момента отключения системы охлаждения или термостабилизации до момента, когда параметры охлаждаемого приемника излучения изменяются до заданного допустимого уровня |
| Расход хладагента G , $\text{м}^3/\text{мин}$ (л/мин) | Объем газообразного хладагента, расходуемого в течение одной минуты в микротеплообменнике системы охлаждения приемника излучения при заданном рабочем давлении в системе охлаждения, приведенный к нормальным атмосферным условиям. |

| Термин | Определение |
|---|--|
| Минимальное рабочее давление $P_{\text{мин}}$, Па | <p>Примечание. Расход измеряется в нормальных кубических метрах (нм^3) или нормальных литрах (нл) за одну минуту, т. е. через объем, который занимал бы хладагент в нормальных условиях</p> <p>Нижний предел давления газообразного хладагента, поступающего на вход микротеплообменника приемника излучения, при котором обеспечивается заданный уровень теплофизических и фотоэлектрических параметров приемника излучения в процессе длительной его работы</p> <p>Верхний предел давления газообразного хладагента, поступающего на вход микротеплообменника приемника излучения, при котором возможна длительная работа приемника излучения по условиям прочности его конструкции, испытывающей воздействие этого давления</p> <p>Зависимость монохроматической чувствительности приемника излучения, отнесенной к значению максимальной монохроматической чувствительности, от длины волны регистрируемого потока излучения</p> <p>Наименьшая длина волны монохроматического излучения, при которой монохроматическая чувствительность приемника излучения равна 0,1 ее максимального значения</p> <p>Длина волны, соответствующая максимуму спектральной характеристики чувствительности</p> <p>Наибольшая длина волны монохроматического излучения, при которой монохроматическая чувствительность приемника излучения равна 0,1 ее максимального значения</p> <p>Диапазон длин волн спектральной характеристики приемника излучения, в котором чувствительность приемника излучения составляет не менее 10 % своего максимального значения</p> |
| Максимальное рабочее давление $P_{\text{макс}}$, Па | |
| Относительная спектральная характеристика чувствительности $S_{\text{отн}}(\lambda)$, отн. ед. | |
| Коротковолновая граница спектральной чувствительности λ' , мкм | |
| Длина волны максимума спектральной чувствительности $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | |
| Длинноволновая граница спектральной чувствительности λ'' , мкм | |
| Область спектральной чувствительности $\Delta\lambda$, мкм | |

3.2. Система параметров многоэлементных фоточувствительных приборов

В качестве параметров многоэлементных фоточувствительных приборов выступают средние значения, относительные неравномерности и дисперсии основных фотоэлектрических параметров по всему полю фоточувствительных элементов прибора, определяемые через параметры дискретных элементов.

В большинстве многоэлементных ФПУ с внутренней коммутацией имеет место режим накопления сигнала, что находит соответствующее отражение и в системе параметров. Особенности системы параметров многоэлементных ФПУ показаны в табл. 3.2.

Таблица 3.2

| Термин | Определение |
|--|--|
| Среднее значение темнового напряжения прибора U_T , В | Среднее по всем фоточувствительным элементам прибора значение напряжения, снимаемого с выходного устройства в отсутствие потока оптического излучения, при заданных значениях питающих и управляющих напряжений |
| Относительная неравномерность темнового сигнала δU_T , отн. ед. | Отношение разности максимального и минимального значений напряжения темнового сигнала отдельных фоточувствительных элементов в пределах всего фоточувствительного поля к среднему значению напряжения насыщения выходного сигнала для приборов с накоплением сигнала или к среднему значению темнового напряжения для прибора без накопления сигнала |
| Дисперсия темнового напряжения прибора, σ_{U_T} , В | Отношение суммы квадратов разности между значением темнового напряжения каждого фоточувствительного элемента и средним значением темнового напряжения прибора к числу фоточувствительных элементов прибора, определенное при заданных значениях питающих и управляющих напряжений |
| Среднее значение напряжения фотосигнала U_c , В | Среднее по всем фоточувствительным элементам прибора значение напряжения фотосигнала, снимаемого с выходного устройства, вызванное действием падающего на прибор равномерного по плотности потока оптического излучения при заданных значениях питающих и управляющих напряжений |
| Дисперсия напряжения фотосигнала прибора σ_{U_c} , В | Отношение суммы квадратов разности между значением напряжения фотосигнала каждого фоточувствительного элемента и средним значением напряжения фотосигнала прибора к числу фоточувствительных элементов прибора |
| Относительная неравномерность фотосигнала δU_c , отн. ед. | Отношение разности максимального и минимального значений напряжения фотосигнала отдельных фоточувствительных элементов в пределах всего фоточувствительного поля к среднему значению напряжения насыщения выходного сигнала или к среднему значению напряжения фотосигнала для приборов без накопления сигнала |
| Освещенность (облученность) насыщения прибора E_H , лк (Вт/см ²) | Значение внешней освещенности (облученности) в плоскости фоточувствительных элементов, приводящее к полному заполнению носителями потенциальных ям секции накопления фоточувствительного прибора |
| Напряжение насыщения выходного сигнала U_H , В | Максимальное значение напряжения на выходе фоточувствительного прибора при заданных на нем питающих и управляющих напряжениях, соответствующее освещенности насыщения |
| Время накопления $t_{\text{нак}}$, с | Время между двумя последовательными выборками сигнала с одного и того же фоточувствительного элемента |

Примечание. Указанный параметр применяется для фоточувствительных приборов с переносом заряда

| Термин | Определение |
|---|---|
| Экспозиция фоточувствительного элемента H , лк·с (Вт·с/см ²) | Произведение значения освещенности (облученности) фоточувствительного элемента прибора на время накопления |
| Пороговая экспозиция фоточувствительности элемента H_p , лк·с (Вт·с/см ²) | Произведение значения пороговой освещенности (облученности) фоточувствительного элемента на время накопления |
| Коэффициент передачи модуляции K_m , % | Отношение напряжения фотосигнала, возникающего при проектировании на многоэлементный приемник излучения штриховой черно-белой миры с заданной частотой, к изменению напряжения фотосигнала от изображения черно-белого перехода между крупными деталями |
| Частотно-контрастная характеристика (ЧКХ), отн. ед. | Зависимость коэффициента передачи модуляции от пространственной частоты следования черно-белых штрихов испытательной миры (пространственная частота $f=1/(2d)$, где d — расстояние между центрами белых или черных штрихов) |
| Напряжение временной компоненты шума фоточувствительного элемента, $U_{ш.вр}$, В | Среднее квадратическое значение временной флуктуации напряжения фоточувствительного элемента на сопротивлении нагрузки в заданной полосе частот в отсутствие освещения (облучения) |
| Частота вывода сигнала $f_{вых}$, Гц | Частота работы выходного устройства многоэлементного коммутируемого приемника излучения |
| Число дефектов n , шт. | Число фоточувствительных элементов многоэлементного приемника излучения, не соответствующих по параметрам требованиям технических условий |

3.3. Основные параметры фотоумножителей

Таблица 3.3

| Термин | Определение |
|---|--|
| Фототок I_f , А | Ток в цепи фотокатода фотоумножителя, вызванный падающим на фотокатод излучением |
| Темновой ток I_t , А | Ток в цепи анода фотоумножителя при отсутствии облучения фотокатода |
| Световая чувствительность фотокатода S_{phk} , мкА/лм | Отношение фототока к падающему световому потоку |
| Спектральная чувствительность $S_{(\lambda) phk}$, А/Вт | Отношение фототока к падающему монохроматическому потоку |
| Область спектральной чувствительности $\Delta\lambda$, мкм | Диапазон длин волн, в котором спектральная чувствительность фотоумножителя превышает 1 % максимального значения |
| Световая анодная чувствительность S_a , А/лм | Отношение анодного фототока к падающему на фотокатод световому потоку |
| Нестабильность δ , % | Изменение анодного фототока в процессе работы фотоумножителя при стабильном потоке излучения и постоянных рабочих условиях |

| Термин | Определение |
|---|--|
| Спектральная анодная чувствительность $S_{(\lambda) a}$, А Вт Анодный фототок $I_{ф.а.}$, А | Отношение анодного фототока к падающему на фотокатод монохроматическому потоку Ток в цепи анода фотоумножителя, вызванный падающим на фотокатод излучением |
| Световой энергетический эквивалент шума темнового тока F_s , лм·Гц ^{-1/2} , (Вт×Гц ^{-1/2}) | Световой энергетический поток, падающий на фотокатод фотоумножителя и вызывающий анодный фототок, равный эффективному значению тока шума темнового тока, приведенному к полосе частот 1 Гц |
| Энергетическое разрешение R , % | Способность системы «сцинтиллятор — фотоумножитель» различать близкие по энергии кванты гамма-излучения |
| Длительность импульса анодного тока (длительность импульсной характеристики) τ_n , нс | Интервал времени, в течение которого импульсная характеристика фотоумножителя (реакция фотоумножителя в виде изменения тока анода на воздействие дельта-импульса излучения) превышает заданный уровень от своего максимального значения |
| Время прохождения сигнала в фотоумножителе $t_{прох}$, нс | Интервал времени между моментом поступления импульса излучения на фотокатод и моментом появления электрического сигнала в цепи анода фотоумножителя |
| Время нарастания импульсной характеристики (время нарастания импульса анодного тока) $t_{нар}$, нс Предел линейности световой характеристики η , А | Интервал времени, в течение которого импульсная характеристика фотоумножителя нарастает в пределах уровней от 0,1 до 0,9 своего максимального значения Наибольшее значение анодного фототока фотоумножителя, при котором отклонение от прямой пропорциональности фототока световому потоку, падающему на фотокатод, не превышает заданного значения |
| Напряжение насыщения анодного тока $U_{нас}$, В | Минимальное значение напряжения питания фотоумножителя, увеличение которого не вызывает существенного изменения фототока при постоянном световом потоке, падающем на фотокатод |
| Время готовности t_r , с | Интервал времени между моментом подачи напряжения питания и моментом, начиная с которого значение тока анода фотоумножителя отличается от установившегося значения не более чем на $\pm 20\%$ |
| Различие времени пролета по фотокатоду $t_{пр}$, нс | Изменение времени прохождения сигнала в фотоумножителе при облучении различных участков рабочей площади фотокатода |
| Спектральный эквивалент шума темнового тока $F_{(\lambda) s}$, Вт·Гц ^{-1/2} | Монохроматический поток излучения, падающий на фотокатод фотоумножителя и вызывающий анодный фототок, равный эффективному значению тока шума темнового тока, приведенному к полосе частот 1 Гц |
| Спектральный эквивалент шума тока анода фотоумножителя от фонового потока $F_{(\lambda) сфн}$, Вт·Гц ^{-1/2} | Монохроматический поток излучения, падающий на фотокатод фотоумножителя и вызывающий анодный фототок, равный эффективному значению тока шума анодного фототока от фонового потока, приведенному к полосе частот 1 Гц |

| Термин | Определение |
|--|--|
| Полоса пропускания Δf , Гц | Диапазон частот модуляции светового потока, падающего на фотокатод фотоумножителя, в пределах которого ток анода фотоумножителя снижается до уровня 70 % от максимального значения |
| Крутизна фронта импульса тока анода $K_{фр}$, мА/нс | Скорость нарастания тока анода фотоумножителя при подаче на его фотокатод прямоугольного импульса оптического излучения |

3.4. Параметры передающих телевизионных трубок

Таблица 3.4

| Термин | Определение |
|--|--|
| Ток сигнала I_c , мкА | Ток, протекающий в цепи нагрузки передающей телевизионной трубки при проектировании на ее фоточувствительную поверхность протяженного черно-белого перепада (с контрастом не менее 0,7), работающей в оптимальных электрических режимах и при заданной (рабочей) освещенности |
| Ток шума $I_{ш}$, мкА | Среднее квадратическое значение флуктуации тока сигнала передающей телевизионной трубки во времени от его среднего значения |
| Отношение сигнал-шум Ψ , отн. ед. | Отношение тока сигнала передающей телевизионной трубки к току шума |
| Темновой ток I_T , мкА | Ток, протекающий в цепи нагрузки передающей телевизионной трубки при номинальных электрических режимах и в отсутствие освещения фоточувствительного слоя трубки |
| Неравномерность тока сигнала H_{I_c} , % | Отношение отклонения тока сигнала передающей телевизионной трубки по полю изображения к его среднему значению |
| Неравномерность темнового тока H_{I_T} , % | Отношение отклонения темнового тока передающей телевизионной трубки по всему полю раstra к его среднему значению |
| Неравномерность фона в белом $H_{ф.б.}$, % | Отношение максимального значения тока сигнала передающей телевизионной трубки при создании на ее фоточувствительном поле (фотокатод или мишени) равномерной рабочей освещенности к току сигнала, определенному в номинальных электрических режимах и при рабочей освещенности. |
| | Примечание. Под рабочей освещенностью понимается освещенность на фоточувствительном слое трубки, при которой обеспечиваются номинальные значения ее параметров |
| Неравномерность фона в черном $H_{ф.т.}$, % | Отношение максимального значения темнового тока передающей телевизионной трубки к току сигнала, определенному в номинальных электрических режимах и при рабочей освещенности |

| Термин | Определение |
|--|---|
| Разрешающая способность N , лин | <p>Максимальное число визуально различных на экране видеоконтрольного устройства (ВКУ) линий вертикального клина или штриховых групп телевизионной испытательной таблицы 0177 (или 0177K), спроектированной с помощью оптической системы на фоточувствительное поле передающей телевизионной трубки, работающей в нормальных электрических и световых режимах.</p> <p>Примечание. Разрешающую способность измеряют в центре и в углах телевизионного растра трубки ($N_{ц}$, $N_{уг}$)</p> |
| Число передаваемых полутонов (граций яркости) n , шт. | Число градационных клиньев испытательной таблицы, используемых при снятии динамической световой характеристики передающей телевизионной трубки |
| Глубина модуляции тока сигнала на мелких деталях (глубина модуляции) m_c , % | Отношение тока сигнала телевизионной передающей трубки с мелких деталей испытательной телевизионной таблицы к току сигнала трубки (от изображения черно-белого перепада между крупными деталями) |
| Послеизображение P , % | Отношение паразитного тока сигнала, генерируемого передающей телевизионной трубкой после прекращения проектирования на ее фоточувствительный растр неподвижного объекта через заданный интервал времени, току сигнала трубки |
| Инерционность I , % | <p>Отношение тока сигнала спада (остаточного сигнала) передающей телевизионной трубки, измеренного через заданный интервал времени после прекращения освещения фоточувствительного растра трубки, или тока сигнала нарастания, измеренного через заданный интервал времени с момента подачи освещения, к току сигнала трубки при номинальных электрических режимах и рабочей освещенности</p> <p>Примечание. В соответствии с принятым определением различают инерционность спада и инерционность нарастания. Наиболее широкое распространение получила инерционность спада</p> |
| Геометрические искажения G , % | Отношение наибольшего отклонения изображения прямой линии на экране видеоконтрольного устройства от идеального (неискаженного) ее изображения к длине линии |

3.5. Основные параметры и характеристики электронно-оптических преобразователей

Таблица 3.5

| Термин | Определение |
|--|---|
| Интегральная чувствительность фотокатода S_{Σ} , мкА/лм | Отношение тока фотоэмиссии фотокатода (фототока) к вызвавшему его потоку излучения стандартного источника излучения A во всем диапазоне спектральной чувствительности фотокатода |
| Чувствительность фотокатода ЭОП с фильтром S_{Φ} , мкА/лм | Отношение тока фотоэмиссии фотокатода (фототока) к вызвавшему его потоку излучения стандартного источника излучения A в заданном спектральном диапазоне, определяемом типом устанавливаемого перед фотокатодом фильтра |
| Коэффициент преобразования η , отн. ед. | Отношение потока излучения экрана к потоку излучения, падающему на фотокатод |
| Яркость темного фона B_{τ} , кд/м ² | Яркость свечения экрана ЭОП при отсутствии облучения фотокатода |
| Предел разрешения N , штр./мм | Видимое на экране ЭОП отдельно по четырем взаимно перпендикулярным направлениям максимальное число штрихов в одном миллиметре изображения миры, спроектированного на заданный участок фотокатода (в центр или на край), при оптимальной для наблюдателя яркости и достаточном увеличении |
| Рабочее разрешение N_p , штр./мм | Видимое на экране ЭОП отдельно по четырем взаимно перпендикулярным направлениям максимальное число штрихов в одном миллиметре изображения миры, спроектированного на заданный участок фотокатода (в центр или на край), при заданных в технических условиях освещенности, контрасте и увеличении миры |
| Электронно-оптическое увеличение $\Gamma_{\text{эо}}$, отн. ед. | Отношение размера изображения на экране ЭОП к размеру соответствующего ему изображения на фотокатодe |
| Размер рабочего поля фотокатода D_p , мм | Размер поверхности на фотокатодe ЭОП, в пределах которого изображение воспроизводится на экране |
| Степень чистоты поля зрения (ЧПЗ) | Характеристика, нормирующая на рабочем поле фотокатода и экрана ЭОП допустимое количество дефектов в виде стационарных и перемещающихся темных и светлых точек и пятен |
| Эксцентриситет e , мм | Постоянное отклонение центра фотокатода на экране от геометрического центра экрана ЭОП |
| Увод изображения e_t , мм/с | Самопроизвольное перемещение во времени изображения на экране при неподвижном изображении на фотокатодe ЭОП |
| Поворот изображения α , град. | Угловое смещение изображения на экране ЭОП по отношению к изображению на фотокатодe |
| Коэффициент контраста C , отн. ед. | Отношение разности яркостями изображений на экране необлученного и облученного участков фотокатода к разности между яркостями изображения облученного участка фотокатода и темного фона ЭОП |
| Коэффициент передачи контраста T_N , отн. ед. | Отношение контраста изображения на экране ЭОП к контрасту соответствующего ему изображения на фотокатодe при фиксированной пространственной частоте |

ЧАСТЬ ВТОРАЯ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Глава 4

Фотоэлектрические полупроводниковые приемники излучения

4.1. Фоторезисторы на основе сульфида кадмия

**ФСК-0, ФСК-1, ФСК-1а, ФСК-1б, ФСК-2, ФСК-3, ФСК-4,
ФСК-4а, ФСК-5, ФСК-6, ФСК-7а, ФСК-7б, ФСК-Г7а,
ФСК-Г7б, ФСК-Г1, ФСК-Г2, ФСК-П1а, ФСК-П1б, ФСК-М1,
ФСК-М2, СФ2-1, СФ2-2, СФ2-4, СФ2-5, СФ2-8, СФ2-9,
СФ2-12, СФ2-16, СФ2-18, СФ2-19, ФПФ-7А, ФПФ-7Б,
ФПФ-7В, ФПФ-7-1, ФПФ-9-2, ФР-118, ФР-765**

Фоторезисторы предназначены для применения в качестве приемников и датчиков оптического излучения в составе оптико-электронной аппаратуры, систем фотоэлектрической автоматики и телемеханики, счетно-измерительных и экспонетрических приборов, работающих в диапазоне длин волн от 0,3 до 0,9 мкм. Могут использоваться в цепях постоянного, переменного и импульсного токов. Фоторезисторы СФ2-18 и СФ2-19 применяются в качестве датчиков ультрафиолетового излучения.

ФСК-0, ФСК-1а, ФСК-5, ФСК-7а, ФСК-7б выпускаются в бескорпусном исполнении, фоточувствительный элемент защищен пленкой прозрачного лака. Конструкция ФСК-5 позволяет собирать из них многоэлементные блоки. Включение в цепь бескорпусных фоторезисторов рекомендуется производить с помощью прижимных контактов.

ФСК-1, ФСК-1б, ФСК-2, ФСК-3, ФСК-4, ФСК-4а, ФСК-6, ФСК-М1, ФСК-М2, ФСК-П1а, ФСК-П1б, СФ2-1, СФ2-2 выпускаются в пластмассовых корпусах.

ФСК-Г1, ФСК-Г2, ФСК-Г7а, ФСК-Г7б, ФПФ-7А, ФПФ-7Б, ФПФ-7В, ФПФ-9-2, ФР-118, ФР-765, СФ2-4, СФ2-5, СФ2-8, СФ2-9, СФ2-12, СФ2-16, СФ2-18; СФ2-19 выпускаются в герметичных металlostеклянных корпусах. Выводы фоторезисторов ФСК-1, ФСК-1б, ФСК-2, ФСК-6, ФСК-4 и ФСК-Г2 рассчитаны под включение в октальную панель с расположением штырьков РШ5-1 по ГОСТ 7842—71.

ФСК-7а, ФСК-7б, ФСК-Г7а, ФСК-Г7б имеют по три электрода, что позволяет использовать их в качестве дифференциальных элементов электрических схем. Фоторезисторы СФ2-12 имеют три фоточувствительных элемента.

Фоточувствительный элемент ФСК-6 представляет собой плоскую шайбу с отверстием, через которое излучение поступает на отражающую поверхность, что дает возможность устанавливать прибор на близком расстоянии от контролируемого объекта.

Фоторезисторы СФ2-1 обладают высокой пороговой чувствительностью [до $(4 \dots 2) \cdot 10^{-10}$ лм].

Фоторезисторы ФР-765 являются прямой заменой ФСК-1, ФСК-2, ФСК-Г1 и ФСК-Г2, конструктивно аналогичны ФР-764 (см. стр. 45).

Все фоторезисторы на основе сульфида кадмия работают без охлаждения фоточувствительного элемента, т.е. при температуре окружающего воздуха.

Основные параметры и условия эксплуатации приведены в табл. 4.2 и 4.1.

Таблица 4.1

| Тип фото-резистора | Условия эксплуатации | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------|--|---|---|--|--|---|--|
| | Диапазон рабочих температур, °С | Интервал рабочих давлений окружающей среды, мм рт.ст. (Па) | Относительная влажность окружающего воздуха, % (при температуре °С) | Допустимое ускорение при воздействии многократных ударов, g (м/с ²), не более | Допустимое ускорение, g (м/с ²), при воздействии вибрации с частотой, Гц | Допустимое ускорение, g (м/с ²), при воздействии линейных нагрузок, не более | Минимальная долговечность, ч (сохраняемость, лет) | Критерий долговечности ΔI _{общ} , % |
| ФСР-0 | —60...+80 | 0,05...780 (6,6...10 ⁵) | 80(25) | 35 (340) | $\frac{7,5(73,5)}{5...1000}$ $\frac{10(98)}{1...2000}$ | 25 (245) 50 (490) | 10 000 (8,5) 10 000 (10) | 20 —40 |
| ФСР-1 | —60...+85 | 10 ⁻³ ...780 (0,13...10 ⁵) | 80(25) | 40 (390) | $\frac{10(98)}{1...2000}$ | 50 (490) | 10 000 (10) | —40 |
| ФСР-1а | —60...+85 | 10 ⁻³ ...780 (0,13...10 ⁵) | 80(25) | 40 (390) | $\frac{10(98)}{1...2000}$ | 50 (490) | 10 000 (10) | —40 |
| ФСР-16 | —60...+80 | 10 ² ...780 (0,13...10 ⁵) | 80(25) | 40 (390) | $\frac{10(98)}{1...2000}$ | 50 (490) | 10 000 (10) | —40 |
| ФСР-2 | —60...+85 | 10 ⁻³ ...780 (0,13...10 ⁵) | 80(25) | 15 (147) | $\frac{5(49)}{10...80}$ | 10 (98) | 10 000 (5) | —30 |
| ФСР-3 | —70...+70 | 0,05...780 (6,6...10 ⁵) | 80(25) | — | — | — | 10 000 | — |
| ФСР-4 | —60...+80 | 0,05...780 (6,6...10 ⁵) | 80(25) | 35 (340) | $\frac{7,5(73,5)}{5...1000}$ | 25 (245) | 1 000 (8,5) | 130 |
| ФСР-4а | —60...+85 | 15...780 (2·10 ³ ...10 ⁵) | 80(25) | 15 (147) | $\frac{5(49)}{10...80}$ | — | 5 000 (5) | —50 |
| ФСР-5 | —25...+55 | 780 (10 ⁵) | 80(25) | — | — | — | 5 000 (3) | —30 |
| ФСР-6 | —60...+85 | 10 ⁻³ ...780 (0,13...10 ⁵) | 80(25) | 15 (147) | $\frac{5(49)}{10...80}$ | 10 (98) | 10 000 (5) | —30 |
| ФСР-7а | —60...+85 | 5...780 (6,6·10 ³ ...10 ⁵) | 80(25) | 15 (147) | $\frac{5(49)}{10...80}$ | 10 (98) | 10 000 (8) | —50 |

| Тип фото- резистора | Условия эксплуатации | | | | | | | |
|------------------------|---|--|--|--|--|---|--|--|
| | Диапазон рабочих тем- ператур, °C | Интервал рабочих да- влений окружающего воздуха, мм рт. ст. (Па) | Относитель- ная влаж- ность окру- жающего воздуха, % (при темпе- ратуре, °C) | Допустимое ускорение при воздействии многократных ударов, g (м/с²), не бо- лее | Допустимое ускорение, g (м/с²), при воз- действии вибра- ции с частотой, Гц | Допустимое ускорение, g (м/с²), при воздействии линейных нагрузок, не более | Минимальная долговеч- ность, ч (сохране- мость, лет) | Критерий долговеч- ности ΔI общ., % |
| ФСК-76 | -60...+85 | 5...780 (6,6·10²...10⁵) | 80(25) | 15 (147) | 5(49) 10...80 | 10 (98) | 10 000 (8) | -50 |
| ФСК-Г1 | -60...+85 | 10³...780 (0,13...10⁵) | 98(25) | 40 (390) | 10(98) 1...2 000 | 50 (490) | 10 000 (10) | -40 |
| ФСК-Г2 | -60...+85 | 10³...780 (0,13...10⁵) | 98(25) | 15 (147) | 5(49) 1...200 | 50 (490) | 10 000 (10) | -40 |
| ФСК-Г7а, б | -60...+85 | 5...780 (6,6·10²...10⁵) | 98(25) | 15 (147) | 5(49) 10...80 | 10 (98) | 10 000 (8) | -50 |
| ФР-765 | -60...+85 | 10³...780 (0,13...10⁵) | 98(25) | 40 (390) | 15(147) 1...2 000 | 50 (490) | 10 000 (10) | -40 |
| ФСК-П1а, б | -60...+85 | 5...2 200 (6,6·10²...3·10⁵) | 98(25) | 35 (390) | 12(118) 5...3 000 | 50 (490) | 5 000 (12) | ±30 |
| ФСК-М1 | -50...+60 | 5...780 (6,6·10²...10⁵) | 80(25) | — | — | — | 1 000 | — |
| ФСК-М2 | -50...+60 | 5...780 (6,6·10²...10⁵) | 80(25) | — | — | — | 1 000 | — |
| СФ2-1 | -60...+85 | 5...800 (6,6·10²...1,06·10⁵) | 80(25) | 15 (147) | 5(49) 1...80 | 25 (245) | 10 000 (8) | -35 |
| СФ2-2 | -40...+50 | 630...800 (8,4·10⁴...10⁵) | 80(25) | 15 (147) | 5(49) 1...80 | 25 (245) | 5 000 (5) | ±35 |
| СФ2-4 | -60...+70 | 10³...2 200 (9·10⁴...3·10⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | 15(147) 5...3 000 | 50 (490) | 5 000 (12) | ±30 |

| | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|----------------------------------|--------|----------------|-----------------------|-------------|--------------|-----|
| СФ2-5 | -60...+70 | 5...1 100 (6,6·10²...1,5·10⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | 15(147) 5...3 000 | 50 (490) | 5 000 | ±30 |
| СФ2-8 | -60...+70 | 5...1 100 (6,6·10²...1,5·10⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | 15(147) 5...3 000 | 50 (490) | 5 000 | ±30 |
| СФ2-9 | -60...+70 | 5...780 (6,6·10²...1,5·10⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | 15(147) 5...3 000 | 50 (490) | 5 000 | ±30 |
| СФ2-12 | -60...+70 | 10³...1 100 (9·10⁴...1,5·10⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | 15(147) 5...3 000 | 50 (490) | 5 000 | ±30 |
| СФ2-16 | -60...+70 | 5...1 100 (6,6·10²...1,5·10⁵) | 98(40) | 75 (735) | 10(98) 5...1 000 | 25 (245) | 2 000 | ±30 |
| ФПФ-7-1 | -60...+55 | 5...780 (6,6·10²...10⁵) | 98(40) | 300 (2 940) | 10(98) 1...600 | — | 1 000 | — |
| ФПФ-7А | -40...+50 | 5...780 (6,6·10²...10⁵) | 98(40) | 20 (196) | 1,0(9,8) 30...100 | — | 1 000 (4) | — |
| ФПФ-7Б | -40...+50 | 5...780 (6,6·10²...10⁵) | 98(40) | 20 (196) | 1,0(9,8) 30...100 | — | 1 000 (4) | — |
| ФПФ-7В | -40...+50 | 5...780 (6,6·10²...10⁵) | 98(40) | 20 (196) | 1,0(9,8) 30...100 | — | 1 000 (4) | — |
| ФПФ-9-2 | -40...+55 | 5...780 (6,6·10²...10⁵) | 98(40) | 15 (147) | 1,5(14,7) 25...100 | — | 1 000 (3) | — |
| ФР-118 (ФПФ-7-2) | -30...+50 | 5...780 (6,6·10²...10⁵) | 98(40) | 20 (196) | 1,0(9,8) 30...100 | — | 1 000 (5) | — |
| СФ2-18 | -60...+70 | 5...2 200 (6,6·10²...3·10⁵) | 98(25) | 75 (735) | 20(196) 1...3 000 | 50 (490) | 1 000 | 12 |
| СФ2-19 | -60...+70 | 5...2 200 (6,6·10²...3·10⁵) | 98(25) | 75 (735) | 20(196) 1...3 000 | 50 (490) | 1 000 | 12 |

Основные параметры при

| Тип фоторезистивного элемента | Размер фоточувствительного элемента, мм (число элементов) | Основные параметры при | | | | |
|-------------------------------|---|------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | $U_{\text{пр}}, \text{В}$, не более | $R_{\text{т}}, \text{Мом}$, не менее | $I_{\text{т}}, \text{мкА}$, не более |
| ФСК-0 | 4×7,2 | 0,2...0,9 | 0,6...0,64 | 50 | 1,0 | 15 |
| ФСК-1 | 4×7,2 | 0,2...0,9 | 0,6...0,64 | 50 | 3,3 | 15 |
| ФСК-1а | 4×8,4 | 0,2...0,9 | 0,6...0,64 | 50 | 3,3 | 15 |
| ФСК-16 | 0,8×7,2 | 0,2...0,9 | 0,6...0,64 | 2,5 | 0,18 | 5...8 |
| ФСК-2 | 4×7,5 | 0,2...0,9 | 0,6...0,64 | 50 | 3,3 | 15 |
| ФСК-3 | 2×6 | 0,2...0,9 | 0,6...0,64 | 100 | 2,5 | 40 |
| ФСК-4 | 4×6 | 0,3...0,9 | 0,6...0,64 | 50 | 3,0 | 20 |
| ФСК-4а | 2,8×4 | 0,3...0,9 | 0,6...0,64 | 50 | 1,6 | 35 |
| ФСК-5 | 0,9×1,2 | 0,2...0,9 | 0,6...0,64 | 25 | 5,0 | 5 |
| ФСК-6 | Ø15 с отв. Ø5 | 0,2...0,9 | 0,6...0,64 | 50 | 3,3 | 15 |
| ФСК-7а | 17×7(2) | 0,5...0,85 | 0,62...0,64 | 50 | 0,5 | 100 |
| ФСК-7б | 19×3,2(2) | 0,5...0,85 | 0,62...0,64 | 10 | 0,1 | 100 |
| ФСК-11 | 4×7,2 | 0,4...0,9 | 0,6...0,64 | 50 | 3,3 | 15 |
| ФСК-12 | 4×7,2(2) | 0,4...0,9 | 0,6...0,64 | 50 | 1,6 | 30 |
| ФСК-17а, б | 17×6,5(2) | 0,3...0,85 | 0,62...0,66 | 20 | 2,0 | 10 |
| ФР-765 | Ø5,8* | 0,3...0,85 | 0,62...0,66 | 100 | 1,0 | 1,0 |
| ФСК-111а, б | 2×6 | 0,3...0,8 | 0,6...0,63 | 70 | 0,01 | 1,0 |
| ФСК-М1 | 1×2 | 0,3...0,54 | 0,5...0,52 | 10 | 1,0 | 1,0 |
| ФСК-М2 | 1,1×1,5 | 0,45...0,53 | 0,5...0,52 | 70 | 1,0 | 1,0 |
| СФ2-1 | 0,5×1,5 | 0,5...0,8 | 0,62...0,68 | 15 | 1,0 | 1,0 |
| СФ2-2 | 6×12* | 0,3...0,85 | 0,6...0,7 | 2 | 1 | 1 |
| СФ2-4 | 0,15×1,5 | 0,5...0,8 | 0,6±0,06 | 15 | 10 | 1 |
| СФ2-5 | Ø5,8* | 0,3...0,8 | 0,55±0,02 | 1,3 | 1 | 5 |
| СФ2-8 | Ø5,8* | 0,45...0,85 | 0,6±0,06 | 150 | 100 | 1 |
| СФ2-9 | 3,5×6 | 0,4...0,8 | 0,6±0,06 | 25 | 3,3 | 7,5 |
| СФ2-12 | 0,3×1,5 или 0,75×1,5(3) | 0,4...0,8 | 0,6±0,06 | 5 | 15 | 0,3 |
| СФ2-16 | 0,25×3,4 | 0,45...0,85 | 0,6±0,04 | 10 | 3,3 | 3 |
| ФПФ-7-1 | 3,7×2* | 0,4...0,7 | 0,55...0,6 | 6 | 1,0 | 6 |
| ФПФ-7А | 3,7×2* | 0,4...0,7 | 0,55...0,6 | 6 | 1,0 | 6 |
| ФПФ-7Б | 3,7×2* | 0,4...0,7 | 0,55...0,6 | 6 | 1,0 | 6 |
| ФПФ-7В | 3,7×2* | 0,4...0,7 | 0,55...0,6 | 6 | 1,0 | 6 |
| ФПФ-9-2 | 4,5×3,5* | 0,4...0,7 | 0,54...0,56 | 6 | 1,0 | 6 |
| ФР-118 (ФПФ-7-2) | 3,7×2* | 0,4...0,7 | 0,55...0,6 | 6 | 0,3 | 20 |
| СФ2-18 | 2×7 | 0,3...0,4 | 0,35±0,03 | 100 | 10 | — |
| СФ2-19 | 0,35×35 | 0,3...0,4 | 0,35±0,03 | 5 | 0,25 | — |

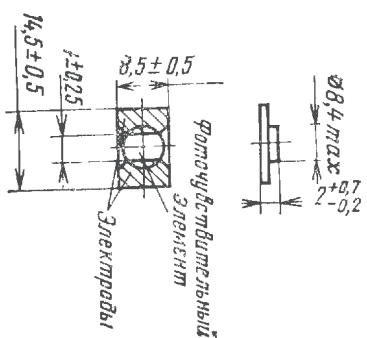
* Размер прямоугольника или круга, в который вписывается фоточувствительный элемент

температуре (20±5) °С

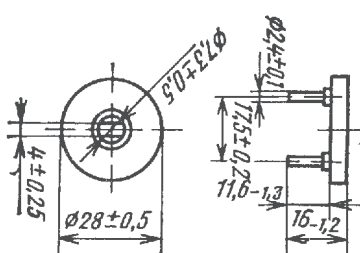
| $I_{\text{фот.}}$ при $E = 200 \text{ лк}$, мА, не менее | $R_{\text{т}}/P_{\text{макс}}$, отн ед., не менее | τ , с, не более | Температурный коэффициент изменения чувствительности в %/°С, не более | $P_{\text{макс}}$, мВт, не более | Сопровождающие излучения в видимом спектре, не менее | Масса, г, не более |
|---|--|----------------------|---|-----------------------------------|--|--------------------|
| 15 | 140 | 0,15 | 0,12...0,2 | 100 | — | 1,5 |
| 15 | 100 | 0,15 | +0,3...-0,7 | 125 | — | 4,5 |
| 0,25...0,8 | 100 | 0,15 | +0,3...-0,7 | 125 | — | 1,2 |
| 0,8...1,3 | — | 0,15 | +0,3...-0,7 | 12,5 | — | 4,5 |
| (при $E=1000 \text{ лк}$) | | | | | | |
| 0,3 | 20 | 0,14 | +0,3...-0,7 | 125 | — | 3,2 |
| 0,4 | 10 | 0,2 | +0,3...-0,7 | 100 | — | 10,0 |
| 2,0 | 50 | 0,14 | +0,3...-0,7 | 150 | — | 6,0 |
| 0,7 | 50 | 0,14 | +0,3...-0,7 | 100 | — | 10,0 |
| 0,083 | 17 | 0,1 | +0,3...-0,7 | 25 | — | 0,03 |
| 1,5 | 100 | 0,14 | +0,3...-0,7 | 125 | — | 5,0 |
| 0,35 | 3,5 | 0,2 | +0,3...-0,7 | 350 | — | 2,5 |
| 0,8 | 8 | 0,2 | +0,3...-0,7 | 350 | — | 2,5 |
| 1,5 | 100 | 0,15 | +0,3...-0,7 | 125 | — | 7,0 |
| 2,5 | 80 | 0,15 | +0,3...-0,7 | 250 | — | 20,0 |
| 1,0 | 100 | 0,1 | +0,3...-0,7 | 350 | — | 10,0 |
| 1,5 | 150 | 0,08 | +0,3...-0,7 | 50 | — | 5,0 |
| 1,0 | 1000 | 0,1 | +0,4...-0,5 | 150 | — | 0,7 |
| 0,01 | 1000 | 0,01 | +0,8...-1,2 | 30 | — | 4,5 |
| 1,0 | 1000 | 0,01 | +0,3...-0,7 | 10 | — | 10,0 |
| 0,5 | 500 | 0,09 | +0,3...-0,7 | 50 | — | 0,5 |
| 0,5 | 500 | 0,1 | +0,3...-0,7 | 50 | — | 1,0 |
| 0,2 | 200 | 0,05 | +0,5...-0,7 | 10 | — | 2,0 |
| (при $E=300 \text{ лк}$) | | | | | | |
| 0,3 | 100 | 0,05 | +0,4...-0,2 | 25 | — | 2,0 |
| 1,0 | 1000 | 0,05 | +0,3...+0,4 | 125 | — | 2,0 |
| 0,24 | 32 | 0,05 | +0,4...+0,4 | 10 | — | 20 |
| 0,2 | 600 | 0,025 | +0,8...+0,4 | 10 | — | 20 |
| (при $E=300 \text{ лк}$) | | | | | | |
| 0,3 | 100 | 0,1 | +0,9...-0,9 | 10 | — | 1,0 |
| 0,3 | 50 | 2,4 | 0,6 | 50 | — | 1,0 |
| (при $E=10 \text{ лк}$) | | | | | | |
| 0,4 | 66 | 3 | 0,6 | 50 | — | 1,0 |
| (при $E=10 \text{ лк}$) | | | | | | |
| 0,24 | 40 | 4 | 0,6 | 50 | — | 1,0 |
| (при $E=10 \text{ лк}$) | | | | | | |
| 0,06 | 10 | 5 | 0,6 | 50 | — | 1,0 |
| (при $E=10 \text{ лк}$) | | | | | | |
| 0,3 | 50 | 2,5 | 0,5 | 50 | — | 1,0 |
| (при $E=4 \text{ лк}$) | | | | | | |
| 0,28 | 14 | 8 | 0,85 | 50 | — | 1,5 |
| (при $E=10 \text{ лк}$) | | | | | | |
| 0,5 | — | 0,01 | ±0,2 | 50 | — | 3,0 |
| (при $P=200 \text{ мВт/см}^2$) | | | | | | |
| 1,0 | — | 0,01 | ±0,2 | 50 | — | 3,0 |
| (при $P=200 \text{ мВт/см}^2$) | | | | | | |
| 1,0 | — | 0,01 | ±0,2 | 50 | — | 3,0 |

Габаритные размеры и относительные спектральные характеристики чувствительности фоторезисторов на основе сульфида кадмия

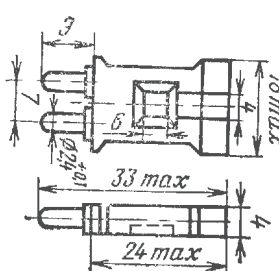
ФСК-0, ФСК-1а



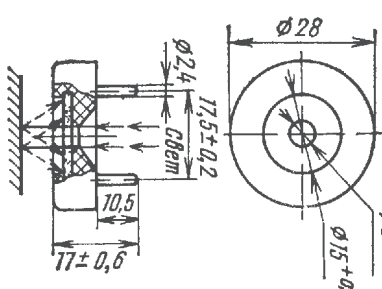
ФСК-1, ФСК-М1



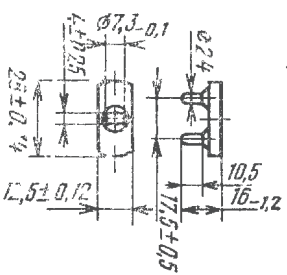
ФСК-4



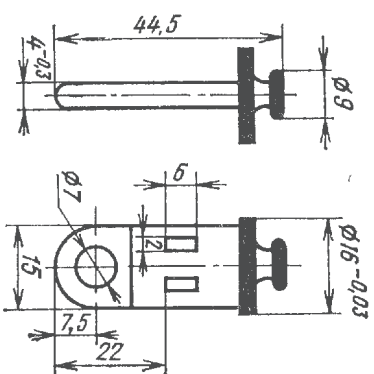
ФСК-6



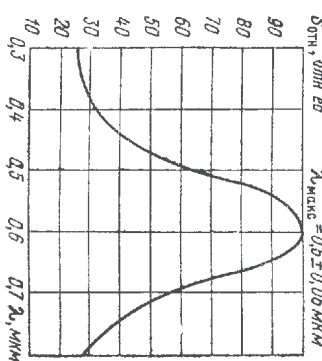
ФСК-2



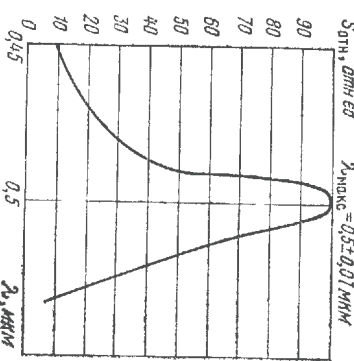
ФСК-3



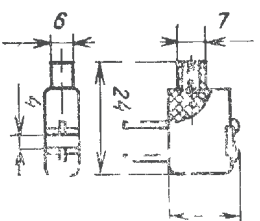
ФСК-1... ФСК-6



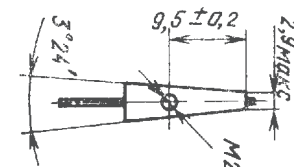
ФСК-М1



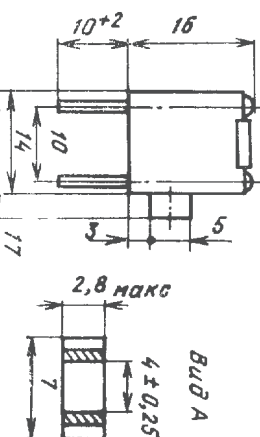
Вариант I



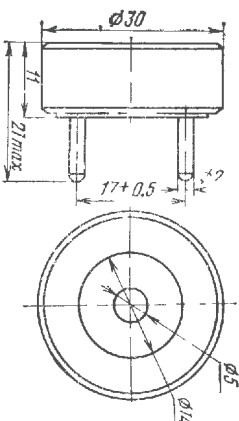
Вариант II



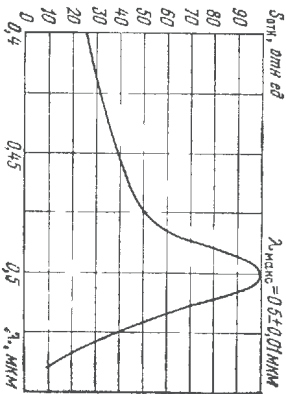
Вид А

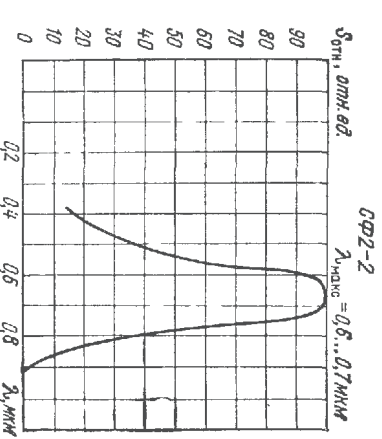
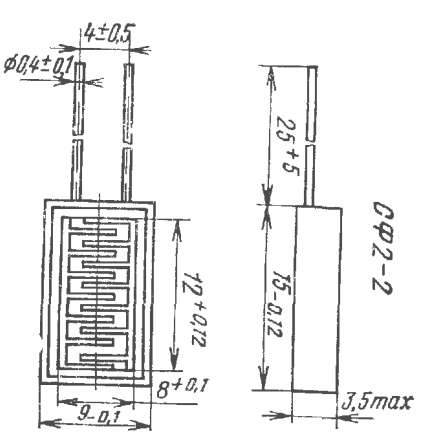
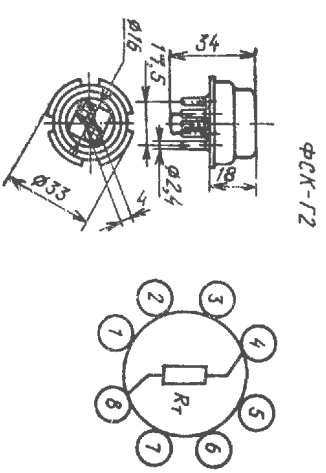
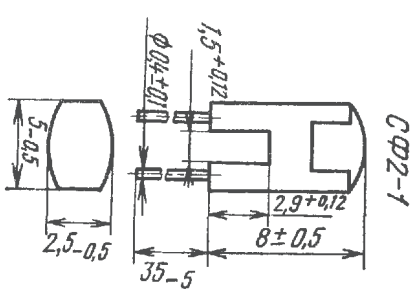
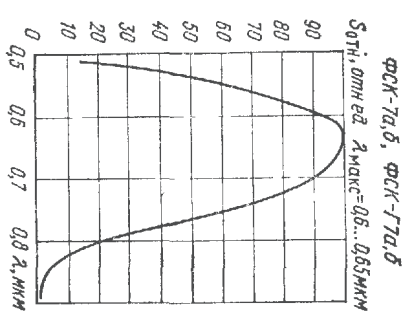
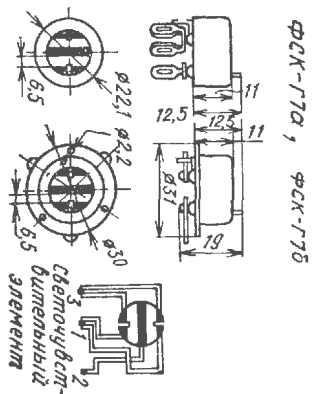


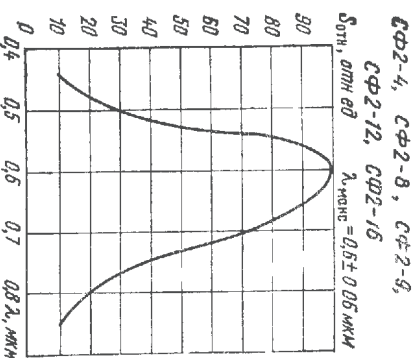
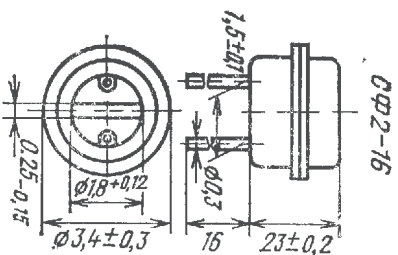
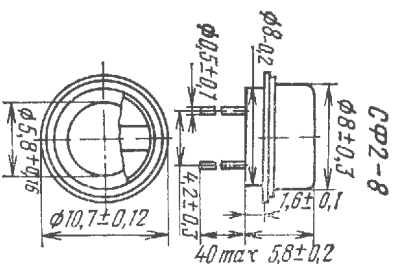
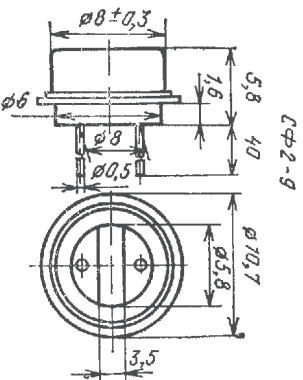
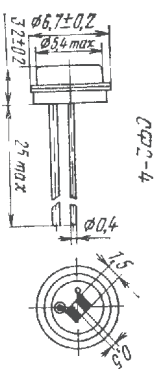
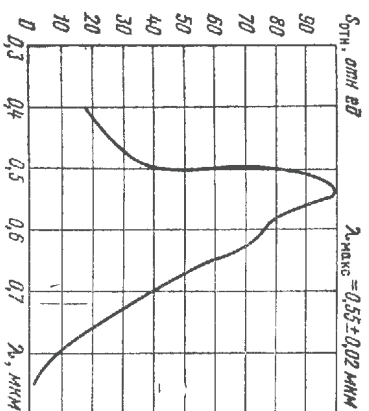
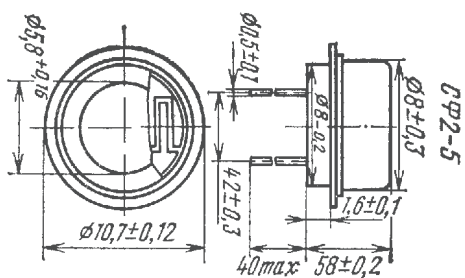
ФСК-М2



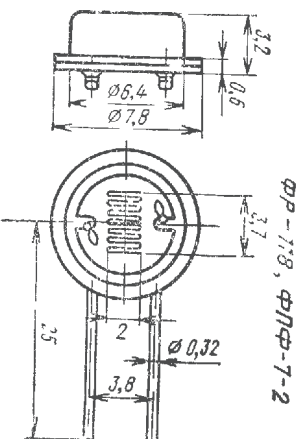
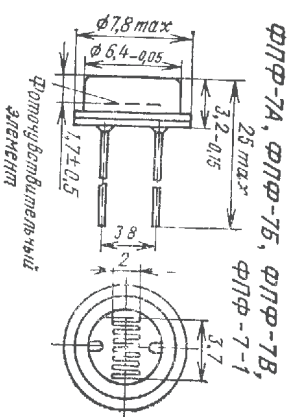
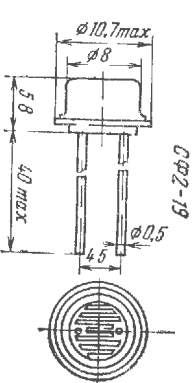
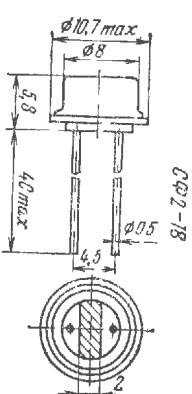
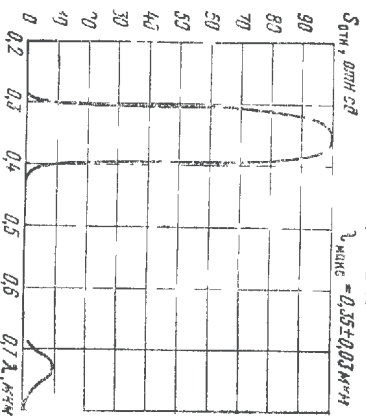
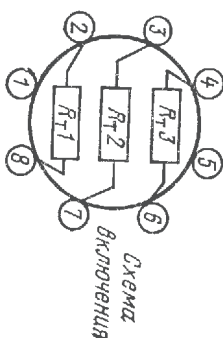
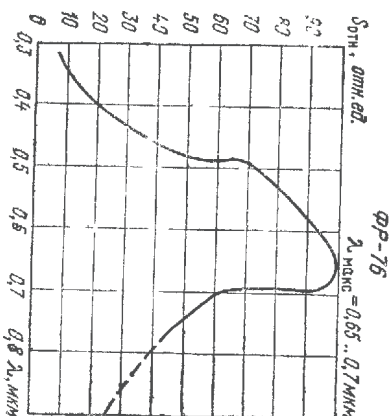
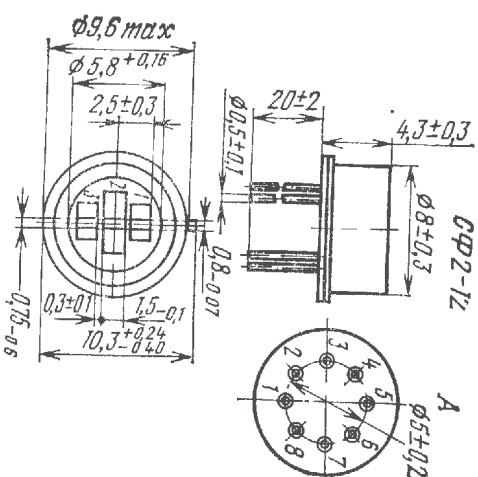
ФСК-М2



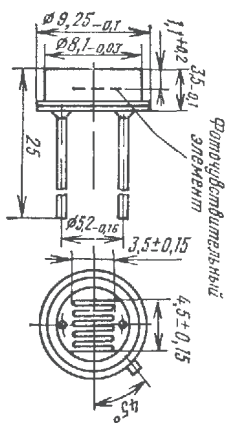




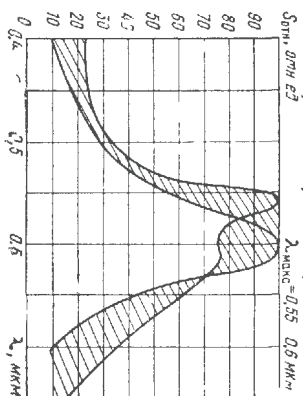
7-25



ФПФ-9-2



ФПФ-7А, ФПФ-7Б, ФПФ-7В, ФПФ-7Г, ФПФ-7Д, ФПФ-7Е, ФПФ-7Ж, ФПФ-7З, ФПФ-7И, ФПФ-7К, ФПФ-7Л, ФПФ-7М, ФПФ-7Н, ФПФ-7О, ФПФ-7П, ФПФ-7Р, ФПФ-7С, ФПФ-7Т, ФПФ-7У, ФПФ-7Ф, ФПФ-7Х, ФПФ-7Ц, ФПФ-7Ч, ФПФ-7Ш, ФПФ-7Щ, ФПФ-7Ъ, ФПФ-7Ы, ФПФ-7Ь, ФПФ-7Э, ФПФ-7Ю, ФПФ-7Я



4.2. Фоторезисторы на основе селенида кадмия

ФСД-1, ФСД-1а, ФСД-Г1, ФСД-Г2, ФР-764,
СФЗ-1, СФЗ-2, СФЗ-2А, СФЗ-2Б, СФЗ-3, СФЗ-4А, СФЗ-4Б,
СФЗ-5, СФЗ-7А, СФЗ-7Б,
СФЗ-8, СФЗ-9А, СФЗ-9Б, СФЗ-16

| Тип фото- резистора | Размер фоточувствительного элемента, мм | $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{вас}}$, мкм | U_p , Г | $R_{\text{Т}}$, М Ω , не менее |
|------------------------|---|-----------------------|------------------------------|-----------|---|
| ФСД-1 | 4×7,2 | 0,4...1,0 | 0,72...0,76 | 20 | 2,0 |
| ФСД-1а | 4×8,4 | 0,4...1,0 | 0,72...0,76 | 20 | 2,0 |
| ФСД-Г1 | 4×7,2 | 0,4...1,0 | 0,72...0,76 | 20 | 2,0 |
| ФСД-Г2 | 4×7,2 | 0,4...1,0 | 0,72...0,76 | 20 | 2,0 |
| ФР-764 | 5,8×1,5 | 0,35...1,1 | 0,7...0,8 | 50 | 3,3 |
| СФЗ-1 | 6×12* | 0,55...0,85 | 0,75...0,82 | 15 | 5 |
| СФЗ-2 | 6×12* | 0,55...0,9 | 0,75...0,82 | 5 | 5 |
| СФЗ-2А | 6×12* | 0,55...0,85 | 0,75...0,82 | 10 | 100 |
| СФЗ-2Б | 6×12* | 0,55...0,85 | 0,75...0,82 | 10 | 10 |
| СФЗ-3 | 10 мм* | 0,4...1,1 | 0,76 | 1,5 | 1,0 |
| СФЗ-4А | 6×5,8* | 0,55...0,85 | 0,72...0,76 | 1,5 | 15 |
| СФЗ-4Б | 6×5,8* | 0,55...0,85 | 0,72...0,76 | 2,0 | 2,0 |
| СФЗ-5 | 6×5,8* | 0,55...0,85 | 0,72...0,76 | 20 | 20 |
| СФЗ-7А | 2×5,8 или 1×5,8 | 0,55...0,85 | 0,72...0,76 | 20 | 2,000 |
| СФЗ-7Б | 2×5,8 или 1×5,8 | 0,55...0,85 | 0,72...0,76 | 20 | 2,0 |
| СФЗ-8 | 2×5,8 | 0,35...1,0 | 0,67...0,77 | 50 | 2,5 |
| СФЗ-9А | 2,5×5,8 | 0,35...0,9 | 0,67...0,77 | 50 | 5,10 ³ |
| СФЗ-9Б | 2,5×5,8 | 0,45...0,9 | 0,67...0,77 | 50 | 5,10 ³ |
| СФЗ-16 | 0,25×1,8 | 0,55...0,88 | 0,67...0,77 | 10 | 10 |

* Размер прямоугольника или круга, в который вписывается фоточувствительный элемент

Фоторезисторы предназначены для применения в качестве приемников и датчиков оптического излучения в составе оптико-электронной аппаратуры, систем фотоэлектрической автоматики и телемеханики, счетно-измерительных приборов, работающих в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,1 мкм. Могут использоваться в цепях постоянного, переменного и импульсного токов.

ФСД-1а выпускается в бескорпусном исполнении, фоточувствительный элемент защищен пленкой прозрачного лака, выводы отсутствуют, что облегчает потребителям делать прижимные контакты к фоточувствительной площадке. Ветчинки вид аналогичен прибору ФСК-0.

ФСД-1, СФЗ-1, СФЗ-2 выпускаются в пластмассовых корпусах.

ФСД-Г1, ФСД-Г2, ФР-764, СФЗ-2А, СФЗ-2Б, СФЗ-4А, СФЗ-4Б, СФЗ-5, СФЗ-7А, СФЗ-7Б, СФЗ-8, СФЗ-9А, СФЗ-9Б и СФЗ-16 выпускаются в маркированных металлических корпусах. Выводы фоторезисторов ФСД-1 и ФСД-Г2 рассчитаны под включение в окладную панель с расположением штырьков РШБ-1 по ГОСТ 7842-71. Конструктивное исполнение фоторезисторов СФЗ-1, СФЗ-5, СФЗ-8, СФЗ-16, ФСД-1а, ФСД-Г1 такое же, как соответственно у фоторезисторов СФЗ-1, СФЗ-5, СФЗ-8, СФЗ-16, ФСК-1а, ФСК-Г1.

Фоторезисторы СФЗ-1 обладают высокой пороговой чувствительностью — до $(2 \cdot 10^{-5}) \cdot 10^{-11}$ лм.

Фоторезисторы ФР-764 являются прямой заменой ФСД-1, ФСД-Г1 и ФСД-Г2.

параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

Таблица 4.3

| I_T , мкА, не более | $I_{\text{общ}}$ (при $E = 200$ лк), мА, не менее | $R_{\text{Т}}/R_{\text{св}}$, отн ед, не менее | τ , с, не более | Температурный коэффициент изменения чувствительности, %/ $^\circ\text{C}$ | $P_{\text{макс}}$, мВт, не более | Сопротивление изоляции между корпусом и выводом, МОм, не менее | Масса, г, не более |
|-----------------------|---|---|----------------------|---|-----------------------------------|--|--------------------|
| 10 | 1,5 | 150 | 0,08 | +0,3...-2,6 | 50 | — | 3,0 |
| 10 | 1,5 | 150 | 0,08 | +0,3...-2,6 | 50 | — | 1,2 |
| 10 | 1,5 | 150 | 0,08 | +0,3...-2,6 | 50 | 1 000 | 7,0 |
| 10 | 1,5 | 150 | 0,08 | +0,3...-2,6 | 50 | 1 000 | 20,0 |
| 10 | 1,5 | 150 | 0,15 | +0,3...-0,7 | 125 | 500 | 5,0 |
| 0,5 | 0,75 | 150 | 0,06 | +0,3...-2,6 | 10 | — | 0,5 |
| 1,0 | 0,5 | 500 | 0,05 | +0,2...-0,9 | 100 | — | 1,0 |
| 2,0 | 3,0 | 1 500 | 0,02 | +0,2...-0,9 | 50 | 500 | 2,0 |
| 0,1 | 1,5 | 1 500 | 0,02 | +0,2...-0,9 | 50 | 500 | 2,0 |
| 0,3 | 0,3 | 1 000 | 0,016 | +0,2...-0,9 | 50 | 500 | 2,0 |
| 1,5 | 2,0 | 1 300 | 0,02 | +0,2...-0,9 | 25 | 500 | 2,0 |
| 0,1 | 1,2 | 12 000 | 0,016 | +0,2...-0,9 | 25 | 500 | 2,0 |
| 1,0 | 0,5 | 500 | 0,01 | +0,2...-0,9 | 50 | 500 | 2,0 |
| 1 | 2,0 | 2 000 | 0,02 | +0,2...-0,9 | 50 | 500 | 2,0 |
| 0,01 | 0,5 | 1,2 · 10 ⁶ | 0,008 | +0,2...-0,9 | 25 | 500 | 2,0 |
| 1,0 | 0,5 | 700 | 0,015 | +0,2...-0,9 | 50 | 500 | 2,0 |
| — | 3,0 | 1,5 · 10 ⁴ | 0,016 | +0,2...-0,9 | 100 | 500 | 2,0 |
| — | 1,5 | 1,5 · 10 ⁴ | 0,005 | +0,2...-0,9 | 100 | 500 | 2,0 |
| 1,0 | 0,5 | 500 | 0,02 | +0,2...-0,9 | 10 | 500 | 1,0 |

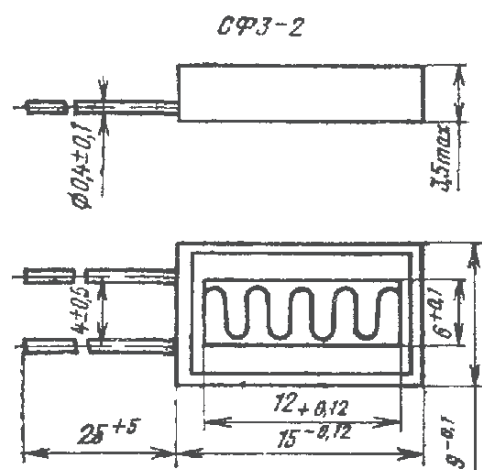
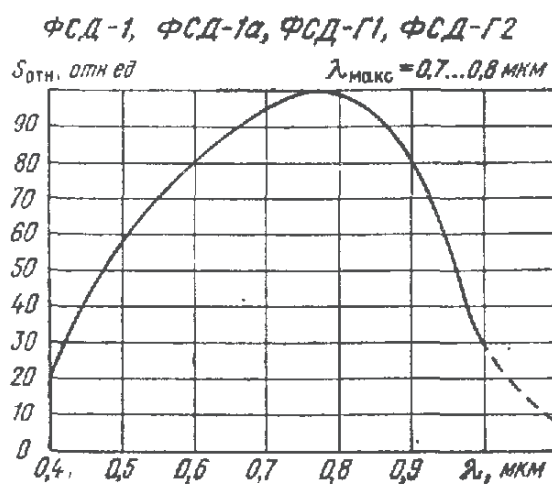
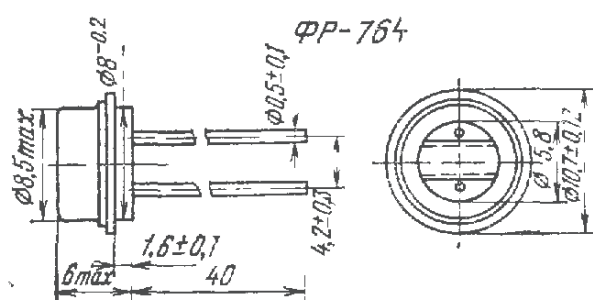
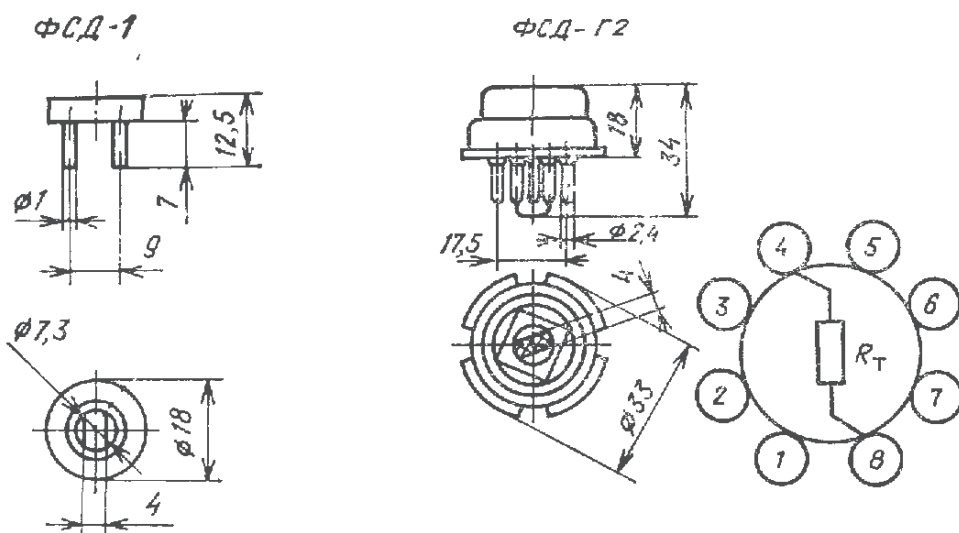
Таблица 4.4

| Тип фоторезистора | Условия эксплуатации | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------------|---|---|--|--|--|--|-------------------|--|
| | Диапазон рабочих температур, °C | Интервал рабочих давлений окружающего воздуха, мм рт. ст. (Па) | Относительная влажность окружающего воздуха, % (при температуре °C) | Допустимое ускорение при воздействии многократных ударов, g (м/с²), не более | Допустимое ускорение, g (м/с²) при воздействии вибрации с частотой, Гц | Допустимое ускорение при воздействии линейных нагрузок, g (м/с²), не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Сохранимость, лет | Критерий долговечности $\Delta I_{\text{общ}} \%$, не более |
| ФСД-1 | -60...+40 | $10^{-8} \dots 780$ (0,13...10) | 80 (25) | 40 (390) | $\frac{0(98)}{1 \dots 2000}$ | 50 (490) | 5 000 | 8 | -40 |
| ФСД-1а | -60...+40 | $10^{-8} \dots 780$ (0,13...10 ⁵) | 80 (25) | 40 (390) | $\frac{10(98)}{1 \dots 2000}$ | 50 (490) | 5 000 | 8 | -40 |
| ФСД-Г1 | -60...+40 | $10^{-8} \dots 780$ (0,13...10 ⁵) | 98 (25) | 40 (390) | $\frac{10(98)}{1 \dots 2000}$ | 50 (490) | 5 000 | 8 | -40 |
| ФСД-Г2 | -60...+40 | $10^{-8} \dots 780$ (0,13...10 ⁵) | 98 (25) | 15 (147) | $\frac{15(147)}{1 \dots 2000}$ | 50 (490) | 5 000 | 8 | -40 |
| ФР-764 | -60...+40 | $10^{-8} \dots 780$ (0,13...10 ⁵) | 98 (25) | 40 (390) | $\frac{15(147)}{1 \dots 2000}$ | 50 (490) | 10 000 | 10 | -40 |
| СФ3-1 | -60...+85 | $5 \dots 800$ (6,6·10 ² ...1,06·10 ⁵) | 80 (25) | 15 (147) | $\frac{5(49)}{1 \dots 80}$ | 25 (490) | 10 000 | 8 | ±35 |
| СФ3-2 | -60...+85 | $5 \dots 780$ (6,6·10 ² ...10 ⁵) | 80 (25) | 12 (118) | $\frac{4(39)}{10 \dots 80}$ | 9 (88) | 5 000 | 8 | ±30 |
| СФ3-2А | -60...+70 | $5 \dots 1100$ (6,6·10 ² ...1,5·10 ⁵) | 98 (40) | 150 (1470) | $\frac{15(147)}{5 \dots 3000}$ | 50 (490) | 5 000 | 8 | ±40 |
| СФ3-2Б | -60...+70 | $5 \dots 1100$ (6,6·10 ² ...1,5·10 ⁵) | 98 (25) | 40 (390) | $\frac{10(98)}{1 \dots 600}$ | 50 (490) | 15 000 | 10 | ±40 |
| СФ3-3 | -60...+70 | $5 \dots 780$ (6,6·10 ² ...10 ⁵) | 98 (25) | — | — | — | 5 000 | 8 | — |
| СФ3-4А | -60...+70 | $5 \dots 1100$ (6,6·10 ² ...1,5·10 ⁵) | 98 (40) | 150 (1470) | $\frac{15(147)}{5 \dots 3000}$ | 50 (490) | 10 000 | 8 | ±30 |
| СФ3-4Б | -60...+70 | $5 \dots 1100$ (6,6·10 ² ...1,5·10 ⁵) | 98 (25) | 40 (390) | $\frac{10(98)}{1 \dots 600}$ | 50 (490) | 15 000 | 10 | ±40 |
| СФ3-5 | -60...+70 | $5 \dots 1100$ (6,6·10 ² ...1,5·10 ⁵) | 98 (40) | 150 (1470) | $\frac{15(147)}{5 \dots 3000}$ | 50 (490) | 5 000 | 12 | ±30 |
| СФ3-7А | -60...+70 | $5 \dots 1100$ (6,6·10 ² ...1,5·10 ⁵) | 98 (40) | 250 (2430) | $\frac{15(147)}{5 \dots 3000}$ | 50 (490) | 5 000 | 8 | ±40 |
| СФ3-7Б | -60...+70 | $5 \dots 1100$ (6,6·10 ² ...1,5·10 ⁵) | 98 (40) | 150 (1470) | $\frac{15(147)}{5 \dots 3000}$ | 50 (490) | 5 000 | 8 | ±40 |
| СФ3-8 | -60...+70 | $5 \dots 1100$ (6,6·10 ² ...1,5·10 ⁵) | 98 (40) | 150 (1470) | $\frac{15(147)}{5 \dots 3000}$ | 50 (490) | 5 000 | 12 | ±30 |
| СФ3-9А | -60...+70 | $5 \dots 2200$ (6,6·10 ² ...3·10 ⁵) | 98 (40) | 150 (1470) | $\frac{15(147)}{5 \dots 3000}$ | 50 (490) | 5 000 | 8 | — |
| СФ3-9Б | -60...+70 | $5 \dots 2200$ (6,6·10 ² ...3·10 ⁵) | 98 (40) | 150 (1470) | $\frac{15(147)}{5 \dots 3000}$ | 59 (490) | 5 000 | 8 | — |
| СФ3-16 | -60...+70 | $5 \dots 1100$ (6,6·10 ² ...1,5·10 ⁵) | 98 (40) | 75 (735) | $\frac{15(147)}{5 \dots 3000}$ | 59 (490) | 5 000 | 12 | ±40 |

Все фоторезисторы на основе селенида кадмия работают без охлаждения фоточувствительного элемента, т.е. при температуре окружающего воздуха.

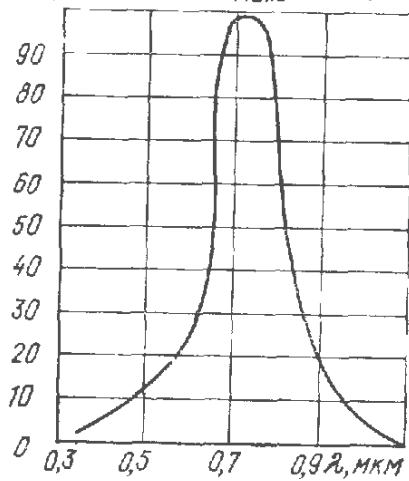
Основные фотоэлектрические параметры и условия эксплуатации приведены в табл. 4.3 и 4.4.

Габаритные размеры и относительные спектральные характеристики чувствительности фоторезисторов на основе селенида кадмия



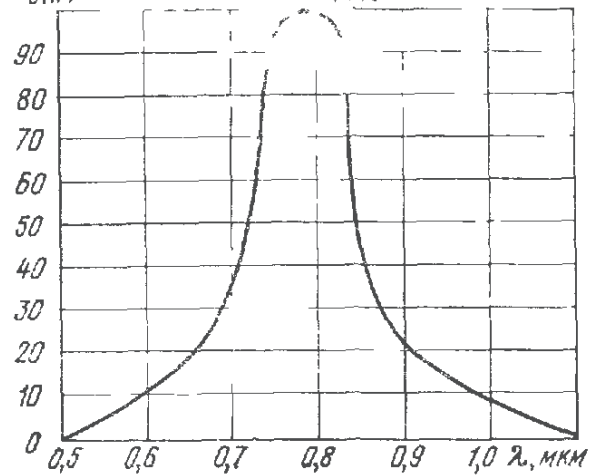
СФЗ-2, СФЗ-16

S_{0TH} , отн ед $\lambda_{max}=0,6 \dots 0,7 \text{ мкм}$

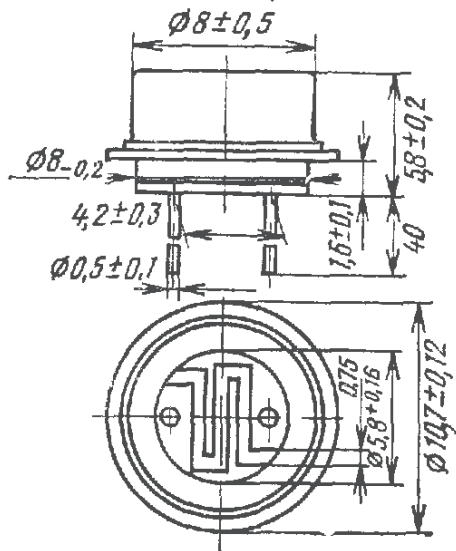


СФЗ-1

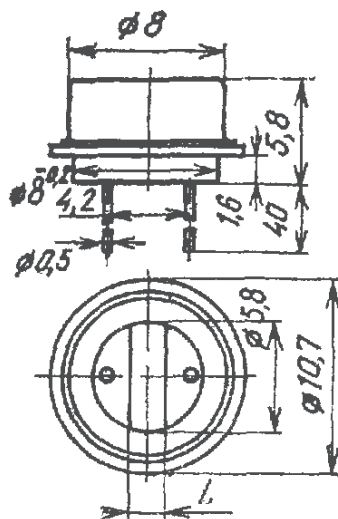
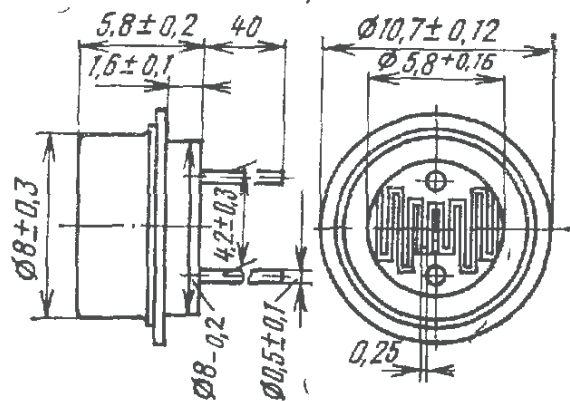
S_{0TH} , отн ед $\lambda_{max}=0,75 \dots 0,8 \text{ мкм}$



СФЗ-2А, СФЗ-2Б



СФЗ-4А, СФЗ-4Б

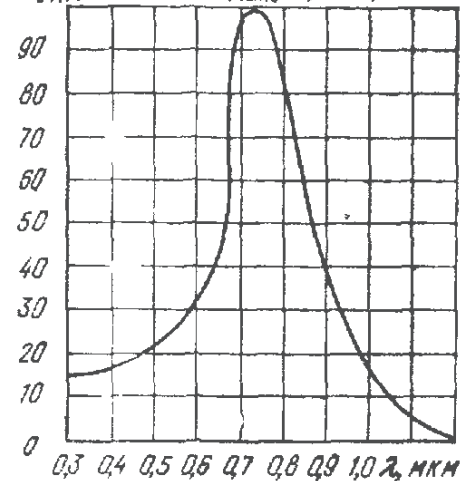


| Тип прибора | L, мм |
|-------------|---------------|
| СФЗ-7А | $1 \pm 0,1$ |
| СФЗ-7Б | $1 \pm 0,1$ |
| СФЗ-9А | $2,5 \pm 0,1$ |
| СФЗ-9Б | $2,5 \pm 0,1$ |

СФЗ-2А, СФЗ-4А,

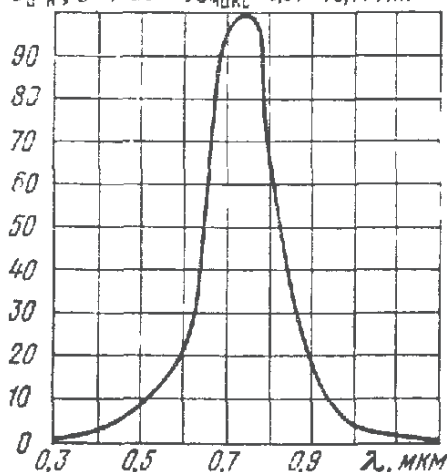
СФЗ-7А, СФЗ-9А

S_{0TH} , отн ед $\lambda_{max}=0,67 \dots 0,77 \text{ мкм}$



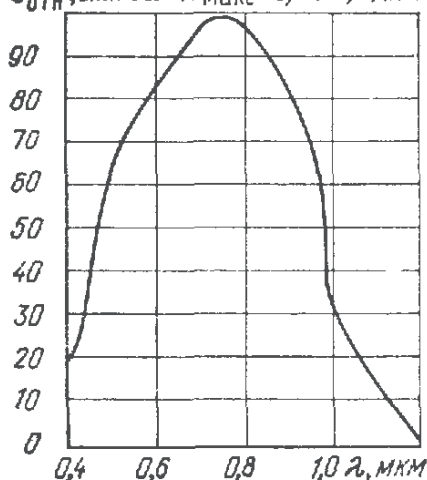
СФЗ-25, СФЗ-4Б, СФЗ-7Б, СФЗ-9Б

$S_{\text{отн}}, \text{отн. ед.}$ $\lambda_{\text{макс}} = 0,67 \dots 0,77 \text{ мкм}$



ФР-764

$S_{\text{отн}}, \text{отн. ед.}$ $\lambda_{\text{макс}} = 0,7 \dots 0,8 \text{ мкм}$



4.3. Фоторезисторы на основе сульфида свинца

**ФСА-0, ФСА-1, ФСА-1а, ФСА-4, ФСА-6,
ФСА-Г1, ФСА-Г2, ФР1-3, ФР1-4, ФР-СС-138,
ФСВ-16АН, ФСВ-17АН, ФСВ-18АА, ФСВ-19АА**

Фоторезисторы предназначены для применения в качестве приемников и датчиков инфракрасного излучения в составе оптико-электронной аппаратуры, систем фотозлектрической автоматики и телемеханики, в радиометрах и измерительных приборах, работающих в диапазоне длин волн от 0,4 до 3,6 мкм. Могут использоваться в цепях постоянного и переменного токов.

ФСА-0, ФСА-1а выпускаются в бескорпусном исполнении, фоточувствительный элемент защищен пленкой лака. Выводы отсутствуют, что обязывает потребителя делать прижимные контакты к фоточувствительной площадке.

ФСА-1, ФСА-4 и ФСА-6 выпускаются в пластмассовом корпусе.

ФСА-Г1, ФСА-Г2, ФР1-3, ФР1-4 и ФР-СС-138 выпускаются в герметичных металлостеклянных корпусах. Входное окно ФР-СС-138 выполнено из просветленного германия.

ФСВ-16АН и ФСВ-17АН имеют вакуумированный стеклянный корпус с входным окном из стекла типа «Пирекс».

Фоточувствительный элемент ФСА-6 представляет собой плоскую шайбу с отверстием, через которое излучение поступает на отражающую поверхность, что дает возможность устанавливать прибор на близком расстоянии от контролируемого объекта.

Выводы ФСА-1, ФСА-4, ФСА-6 и ФСА-Г2 рассчитаны под включение в октальную панель с расположением штырьков РИУ5-1 по ГОСТ 7842—71.

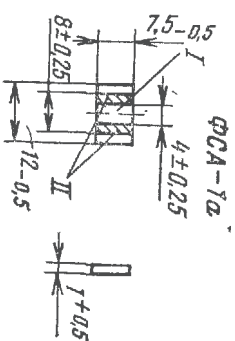
ФСВ-18АА и ФСВ-19АА — охлаждаемые (77 К), имеют специальный объем для жидкого азота. Время выхода на режим не более 30 мин, время непрерывной работы при однократной заливке хладагентом не менее 2 ч. Допускается включение приборов в электрическую схему без охлаждения, при этом их спектральная характеристика сдвигается влево и становится аналогичной характеристикам ФСВ-16АН, ФСВ-17АН.

| Тип фото-резистора | Размеры фоточувствительного элемента, мм | 29, град. Не менее | (СЧЕТНЫЕ) | | | | |
|--------------------|--|--------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------|-----------------------|--|
| | | | $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{васк'}}$, мкм | U_p , В | R_T , Мом, не менее | |
| ФСА-0 | 4x7 | — | 0,4...2,7 | 2,1 | 4...40 | 0,04...0,4 | |
| ФСА-1 | 4x7,5 | — | 0,3...3,0 | 2,0...2,2 | 2...53 | 0,02...1,0 | |
| ФСА-1а | 4x7,5 | — | 0,3...3,0 | 2,0...2,2 | 2...50 | 0,02...1,0 | |
| ФСА-4 | 4x6 | — | 0,3...3,0 | 2,0...2,2 | 4...40 | 0,04 | |
| ФСА-6 | $\phi 14$ с отв. $\phi 5$ | 60 | 0,3...3,0 | 2,0...2,2 | 5...30 | 0,047...0,33 | |
| ФСА-Г1 | 4x10 | — | 0,4...3,0 | 2,0...2,2 | 4...40 | 0,022...1,0 | |
| ФСА-Г2 | 8x12 | — | 0,4...3,0 | 2,0...2,2 | 4...40 | 0,147...0,47 | |
| ФР1-4 | 1x5,8 | — | 1,0...3,2 | 1,5...2,2 | 15 | 0,017...0,35 | |
| ФР-СГ-138 | 3x3,8 | — | 1,0...3,2 | 1,5...2,2 | 25 | 0,22...1,0 | |
| ФР-16АН | 3x3 | 120 | 1,8...3,2 | 2,2 | 20 | 1,5 | |
| ФР-17АН | 4x4 | 70 | 1,0...3,2 | 2,2...2,5 | 20 | 5,9 | |
| ФР-18АА | 6x2 | 70 | 1,0...3,6 | 2,8...3,0 | 25 | 5,0 | |
| ФР-19АА | 6x2 | 70 | 1,0...3,6 | 2,8...3,0 | 25 | $\leq 15,0$ | |

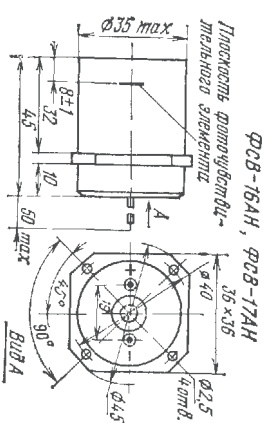
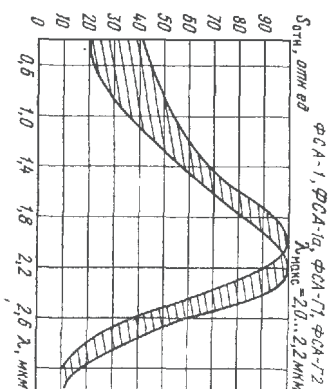
Конструктивное исполнение фоторезисторов ФСА-4, ФСА-6 и ФСА-Г1 такое же, как соответственно у фоторезисторов ФСК-4, ФСК-6 и ФСК-Г1.

Основные фотоэлектрические параметры и условия эксплуатации приведены в табл. 4.5 и 4.6.

Габаритные размеры и относительные спектральные характеристики чувствительности фоторезисторов на основе сульфиды свинца

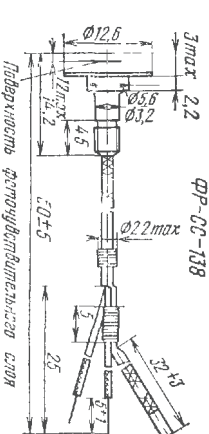


ФСА-Г2
I-фоточувствительный слой
II-электроды

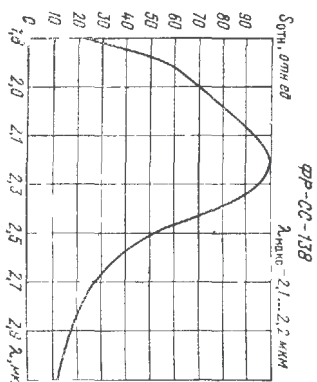


ФР-СГ-138, ФР-СГ-17АН

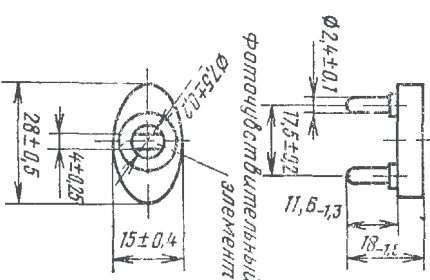
Плоскостной фоточувствительный элемент



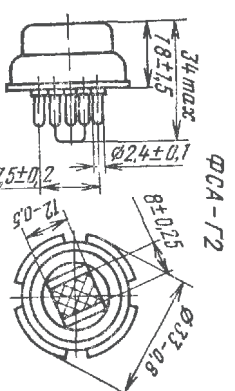
ФР-СГ-138



ФР-СГ-138



ФСА-Г1



ФСА-Г2

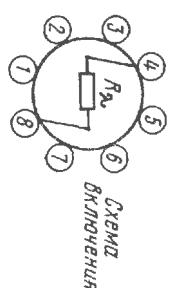
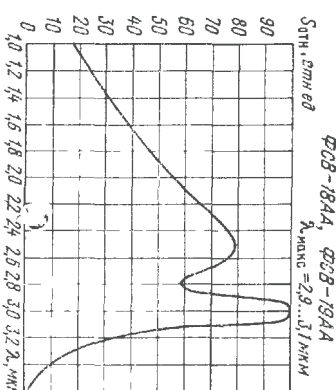


Схема включения

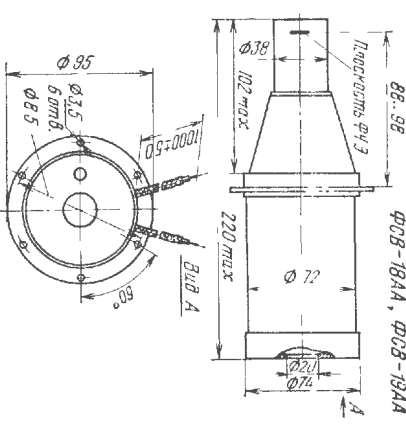
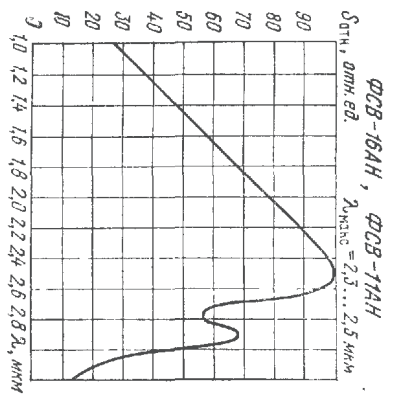
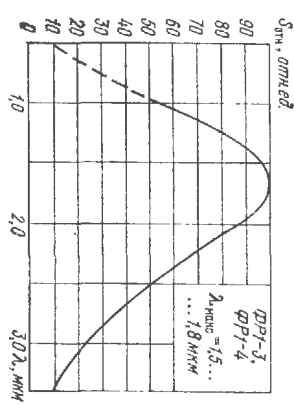
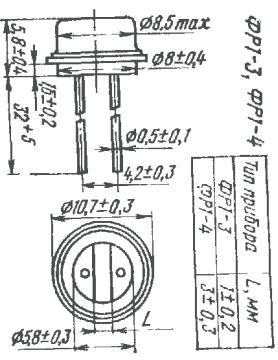


ФР-18АА, ФР-19АА

| параметры при температуре (20±5)°С | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------|---|--|--|--|--------------------------|--|--------------------------|--|
| R_T/R_{25} отн. ед., не менее | T , °С | Температур- ный коэффи- циент измене- ния чувстви- тельности, %/°С | $P_{\text{мощ.}}$ МВт, не бо- лее | D , $\mu\text{A}/\text{Вт}$, не менее | $S_{\text{инт}}$ В/Вт, не ме- нее | Φ , Гц, не более | Сопротив- ление изо- ляции между выводами, Мом, не более | Масса, г, не более | |
| 1,2 | 4·10 ⁻⁴ | -1,5 | 10 | — | — | — | — | 4,5 | |
| 1,2 | 4·10 ⁻⁴ | +1,8...-1,8 | 10 | — | 1500 | 10 ⁻⁷ | — | 4,5 | |
| 1,2 | 4·10 ⁻⁴ | +1,8...-1,8 | 10 | — | 1530 | 10 ⁻⁷ | — | 1,2 | |
| 1,2 | 4·10 ⁻⁴ | +1,8...-1,8 | 10 | — | — | 5·10 ⁻⁶ | — | 5,0 | |
| 1,1 | 4·10 ⁻⁴ | +1,8...-1,8 | 10 | — | 1500 | 10 ⁻⁷ | — | 5,0 | |
| 1,2 | 4·10 ⁻⁴ | +1,8...-1,8 | 10 | — | 1500 | 10 ⁻⁷ | 1000 | 7,0 | |
| 1,2 | 4·10 ⁻⁴ | +1,8...-1,8 | 10 | — | 1500 | 10 ⁻⁷ | 1000 | 30 | |
| — | 4·10 ⁻⁴ | -4,0...-5,0 | 8 | 1,7·10 ³ | 240 | — | 1000 | 5,0 | |
| — | 4·10 ⁻⁴ | -5,0 | 0,4 | 0,9·10 ³ | 82 | — | 100 | 5,0 | |
| — | 2,3·10 ⁻⁴ | -5,0 | 0,4 | 7,7·10 ³ | 1700 | — | 100 | 3,0 | |
| — | 5·10 ⁻⁴ | -5,0 | 1,0 | 4,9·10 ³ | 1000 | — | 100 | 55 | |
| — | 5·10 ⁻⁴ | — | 1,0 | 4,2·10 ³ | 2000 | — | 100 | 55 | |
| — | 5·10 ⁻⁴ | — | 1,0 | 2,4·10 ³ | 2000 | — | 100 | 506 | |
| — | 5·10 ⁻⁴ | — | 1,0 | 2,1·10 ³ | 2000 | — | 100 | 500 | |

Таблица 4.6

| Тип фото-резистора | Диапазон рабочих температур, °С | Интервал рабочих давлений окружающего воздуха, мм рт. ст. (Па) | Условия эксплуатации | | | | |
|--------------------|---------------------------------|--|---|--|--|--|------------------------------|
| | | | Относительная влажность окружающего воздуха, % (при температуре °С) | Допустимое ускорение при воздействии многократных ударов, g (м/с²), не более | Допустимое ускорение, g (м/с²) при воздействии вибрации с частотой, Гц | Допустимое ускорение при воздействии линейных нагрузок, g (м/с²), не более | Минимальная долговечность, ч |
| ФСА-0 | -60...+60 | 0,05...780 (6,6...10³) | 80 (25) | — | — | — | 10 000 |
| ФСА-1 | -60...+70 | 0,05...780 (7,6...10³) | 80 (25) | 35 (340) | 5...10 (93) | 25 (245) | 10 000 |
| ФСА-1а | -60...+70 | 0,05...780 (6,6...10³) | 80 (25) | 35 (340) | 5...10 (93) | 25 (245) | 10 000 |
| ФСА-4 | -60...+60 | 720...730 (9,6...10³...10³) | 80 (25) | 12 (118) | 5...8 (88) | 9 (88) | 10 000 |
| ФСА-6 | -60...+70 | 0,05...780 (6,6...10³) | 80 (25) | 35 (340) | 5...10 (93) | 25 (245) | 10 000 |
| ФСА-11 | -60...+70 | 0,05...780 (6,6...10³) | 98 (40) | 35 (340) | 10...98 (93) | 25 (245) | 10 000 |
| ФСА-12 | -60...+70 | 0,05...780 (6,6...10³) | 98 (40) | 12 (118) | 5...8 (88) | 25 (245) | 10 000 |
| ФР-3 | -60...+60 | 0,1...2 200 (13,3...3 10³) | 98 (35) | 75 (735) | 15 (147) | 50 (490) | 10 000 |
| ФР-4 | -60...+60 | 0,1...2 200 (13,3...3 10³) | 98 (35) | 75 (735) | 15 (147) | 50 (490) | 10 000 |
| ФР-СГ-138 | -60...+60 | 720...780 (9,6...10³...10³) | 98 (40) | 150 (1 470) | 5...2 000 (78) | — | — |
| ФСВ-16АН | -50...+50 | 710...780 (9,4...10³...10³) | 98 (25) | — | 1,5 (14,7) | — | 150 |
| ФСВ-17АН | -50...+50 | 710...780 (9,4...10³...10³) | 98 (25) | — | 1,5 (14,7) | — | 150 |
| ФСВ-18АА | -50...+50 | 710...780 (9,4...10³...10³) | 98 (25) | — | 1,5 (14,7) | — | 150 |
| ФСВ-19АА | -50...+50 | 710...780 (9,4...10³...10³) | 98 (25) | — | 1,5 (14,7) | — | 150 |



4.4. Фоторезисторы на основе селенида свинца

СФА-1А, СФА-2А, СФА-3А, СФА-1Б, СФА-2Б, СФА-3Б, СФА-1В, СФА-2В, СФА-3В, СФА-1Д, СФА-2Д, СФА-3Д

Фоторезисторы предназначены для применения в качестве приемников и датчиков инфракрасного излучения в составе оптико-электронной аппаратуры, систем фотоэлектрической автоматизации и телеконтроля, радиометров и измерительных приборов, работающих в диапазоне длин волн от 0,5 до 4,6 мкм. Могут использоваться в цепях постоянного и переменного токов.

Выпускаются в пластмассовом или герметичном металлоглазном корпусе.

Условия эксплуатации

Интервал рабочих температур, °С -60...+40
 Атмосферное давление окружающего воздуха, мм рт. ст. 710...780 (9,5·10³...10³) (Па)

Относительная влажность окружающего воздуха при температуре 25 °С, %, не более 80

Механические нагрузки:

Вибрация в диапазоне частот от 5 до 80 Гц с ускорением, g (м/с²) 7,5 (73,6) 12 (118) 9 (88,3)

Линейная нагрузка с ускорением, g (м/с²) 7,5 (73,6) 12 (118) 9 (88,3)

Параллельный ресурс работы, ч 500

Срок сохранности, лет 5

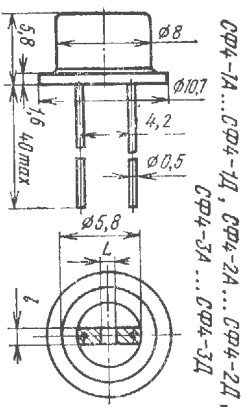
Основные фотоэлектрические параметры фоторезисторов приведены в табл. 4.7.

Таблица 4.7

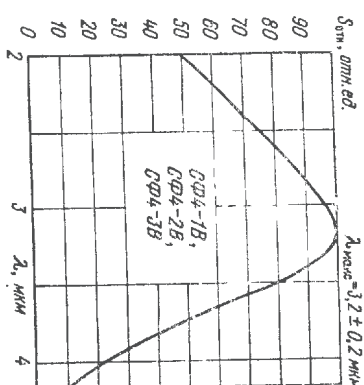
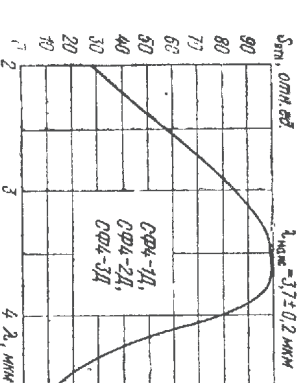
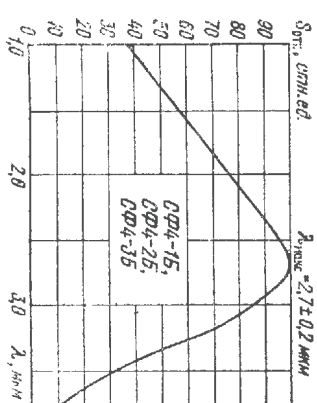
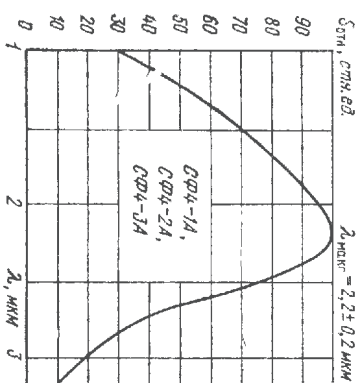
Основные параметры при температуре (20±5) °С

| Тип прибора | Размеры фото-чувствительного элемента, мм | $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | U_p , В | $R_{\text{н}}$, мкОм, не более | τ , с, не более | D^*/I макс, $\text{Рт}^{-1} \cdot \text{Гн}^{1/2}$ см, не менее | D^* (573 К, 1200 Гц), $\text{Вт}^{-1} \cdot \text{Гн}^{1/2}$ см, не менее | S_U нпт, $\text{Р}/\text{Рт}$, не менее |
|-------------|---|-----------------------|-------------------------------|-----------|---------------------------------|----------------------|---|---|--|
| СФ4-1А | 1×1 | 0,5...3,2 | 2,0...2,2 | 2,5...10 | 1,0 | 7·10 ⁻⁸ | 5·10 ¹⁰ | 5·10 ⁸ | 1 000 |
| СФ4-2А | 2×2 | 0,5...3,2 | 2,0...2,2 | 2,5...10 | 1,0 | 7·10 ⁻⁸ | 5·10 ¹⁰ | 5·10 ⁸ | 1 000 |
| СФ4-3А | 3×3 | 0,5...3,2 | 2,0...2,2 | 2,5...10 | 1,0 | 7·10 ⁻⁸ | 5·10 ¹⁰ | 5·10 ⁸ | 1 000 |
| СФ4-1Б | 1×1 | 0,5...3,6 | 2,0...2,7 | 2,5...5,0 | 0,6 | 5·10 ⁻⁸ | 2·10 ¹⁰ | 2·10 ⁸ | 2 000 |
| СФ4-2Б | 2×2 | 0,5...3,6 | 2,0...2,7 | 2,5...5,0 | 0,6 | 5·10 ⁻⁸ | 2·10 ¹⁰ | 2·10 ⁸ | 2 000 |
| СФ4-3Б | 3×3 | 0,5...3,6 | 2,0...2,7 | 2,5...5,0 | 0,6 | 5·10 ⁻⁸ | 2·10 ¹⁰ | 2·10 ⁸ | 2 000 |
| СФ4-1В | 1×1 | 0,5...4,2 | 3,0...3,2 | 2,5...10 | 0,4 | 2·10 ⁻⁸ | 1·10 ¹⁰ | 1·10 ⁸ | 1 000 |
| СФ4-2В | 2×2 | 0,5...4,2 | 3,0...3,2 | 2,5...10 | 0,4 | 2·10 ⁻⁸ | 1·10 ¹⁰ | 1·10 ⁸ | 1 000 |
| СФ4-3В | 3×3 | 0,5...4,2 | 3,0...3,2 | 2,5...10 | 0,4 | 2·10 ⁻⁸ | 1·10 ¹⁰ | 1·10 ⁸ | 1 000 |
| СФ4-1Д | 1×1 | 0,5...4,6 | 3,5...3,7 | 2,5...5,0 | 0,2 | 1·10 ⁻⁸ | 4·10 ⁹ | 4·10 ⁷ | 750 |
| СФ4-2Д | 2×2 | 0,5...4,6 | 3,5...3,7 | 2,5...5,0 | 0,2 | 1·10 ⁻⁸ | 4·10 ⁹ | 4·10 ⁷ | 750 |
| СФ4-3Д | 3×3 | 0,5...4,6 | 3,5...3,7 | 2,5...5,0 | 0,2 | 1·10 ⁻⁸ | 4·10 ⁹ | 4·10 ⁷ | 750 |

Габаритные размеры и относительные спектральные характеристики чувствительности фоторезисторов на основе селенида свинца



| Тип | L , мм | l , мм |
|-------|----------|----------|
| СФ4-1 | 1 | 1 |
| СФ4-2 | 2 | 2 |
| СФ4-3 | 3 | 3 |



Дополнительные параметры и характеристики фоторезисторов СФ-4

Угол зрения, град, не менее 90
 Рассеиваемая мощность, мВт, не более 10
 Сопротивление изоляции, МОм, не менее 100
 Масса, г, не более 5

4.5. Кремниевые фотодиоды и фототранзисторы

ФДК-1, ФДК-1В, ФДМ, 1690, 1690-Б, 1690-В, 1691, ФД-3К, ФД-6К, ФД-7К, ФД-8К, ФД-9К, ФД-10К, ФД-10КП, ФД-11К, ФД-17К, ФД-18К, ФД-19К, ФД-20КП, ФД-20-30К, ФД-20-31К, ФД-20-32К, ФД-20-33К, ФД-21КП, ФД-22КП, ФД-23К, ФД-24К, ФД-25К, ФД-26К, ФД-27К, ФД-28КП, ФД-К-142, ФД-К-155, ФД-К-227, ФД-252, ФД-252-01, ФД-246, ФД-265А, ФД-265Б, ФТ-1К, ФТ-2К

Предназначены для применения в качестве приемников и датчиков инфракрасного излучения в составе оптико-электронной аппаратуры, систем фотозащиты, реческой автоматики и бесконтактного измерения температуры, систем фотозащиты, и измерительной техники, программно-управляемого оборудования и приборов, работающих в диапазоне длин волн от 0,5 до 1,12 мкм. Фотодиоды имеют один р-п переход, фототранзисторы содержат два р-п перехода, за счет чего достигается дополнительное усиление фотосигнала.

ФД-20-30К и ФД-20-32К имеют по два фоточувствительных элемента, ФД-19К, ФД-20КП, ФД-22КП и ФД-20-33К — по четыре. ФД-246 имеет 12 площадок с 64 фоточувствительными элементами, образующими шестизрядный код Грея.

В качестве входных окон у ФД-К-227 используется иммерсионный конус, у ФД-252 и ФД-252-01 — световод. ФД-20-30К оптического входного окна не имеет.

Выпускаются в герметичных металлостеклянных корпусах. Плюсовой вывод фотодиода маркируется точкой на корпусе или цветной меткой на проводоч-

| Тип фотонода или фотогра- фического элемента | Размер фоточувствительного элемента, мм (количество элементов) | 23, град., не ме- нее | Основные | | | |
|---|---|--------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------|--|
| | | | λ , мкм | $\lambda_{\text{крас.}}$ мкм | U_p , В | |
| ФДК-1 | 2,1 | — | 0,5...1,1 | 0,8...0,9 | 20 | |
| ФДК-1в | 2,1 | — | 0,5...1,1 | 0,8...0,9 | 0 | |
| КФДМ | 1,9×1,9 | 36 | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 20 | |
| 1690 | 1,9×1,9 | — | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 20 | |
| 1690-Б | 1,9×1,9 | — | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 20 | |
| 1690-В | 1,9×1,9 | — | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 20 | |
| 1691 | 1,9×1,9 | — | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 0 | |
| ФД-3К | 1,9×1,9 | — | 0,5...1,1 | 0,8...0,9 | 15 | |
| ФД-6К | 1,9×1,9 | — | 0,4...1,1 | 0,82...0,86 | 20 | |
| ФД-7К | 2×2 | — | 0,5...1,12 | 0,82...0,86 | 27 | |
| ФД-8К | 4,4×4,4 или 5,6×5,6 | — | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 20 | |
| ФД-9К | 1,9×1,9 | 120 | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 10 | |
| ФД-10К | 2×2 | — | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 20 | |
| ФД-10КП | 2×2 | — | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 10 | |
| ФД-11К | 2×2 | — | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 10 | |
| ФД-17К | 2×2 | — | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 15 | |
| ФД-18К | 2×2 | — | 0,5...1,12 | 0,85...0,92 | 27 | |
| ФД-19К | 1×1 (4) | — | 0,5...1,1 | 0,75...0,8 | 3 | |
| ФД-20КП | 2×2 (4) | — | 0,5...1,1 | 0,85...0,92 | 7 | |
| ФД-20-30К | 1,5×1,5 (2) | — | 0,5...1,1 | 0,85...0,95 | 5 | |
| ФД-20-31К | 2×1,35 (2) | 60 | 0,47...1,17 | 0,78...0,82 | 0 и 20 | |
| ФД-20-32К | 2×1,35 (2) | — | 0,45...1,06 | 0,78...0,92 | 3 | |
| ФД-20-33К | 0,3×1,4 и 0,4×1,4 | — | 0,45...1,9 | 0,72...1,0 | 5 | |
| ФД-21-КП | по два элемента | — | 0,4...1,1 | 0,72...0,85 | 10 | |
| ФД-22-КП | 1×1 (4) | — | 0,45...1,1 | 0,75...0,9 | 7 | |
| ФД-23К | 1,9×1,9 | 120 | 0,5...1,12 | 0,8...0,85 | 20 | |
| ФД-24К | 1,9×1,9 | — | 0,47...1,12 | 0,75...0,85 | 27 | |
| ФД-25К | 1,9×1,9 | — | 0,4...1,1 | 0,8...0,9 | 20 | |
| ФД-26К | 1,9×1,9 | — | 0,4...1,1 | 0,8...0,95 | 20 | |
| ФД-27К | 1,9×1,9 | 36 | 0,4...1,1 | 0,8...0,95 | 20 | |
| ФД-28КП | 1,24×1,24 | — | 0,4...1,1 | 0,72...0,85 | 4 | |
| ФД-К-142 | 13,7 Квадратный | — | 0,3...1,1 | 0,72...0,85 | 120 | |
| ФД-К-155 | (4) | — | 0,4...1,1 | 0,75...0,85 | 10 | |
| ФД-К-227 | 1,17* | 40 | 0,4...1,1 | 0,78...0,88 | 10 | |
| ФД-252 | 0,6* | 60 | 0,4...1,1 | 0,76...0,88 | 24 | |
| ФД-252-01 | 0,3* | 60 | 0,4...1,1 | 0,78...0,88 | 24 | |
| ФД-246 | 12×0,3 (12) | 32 | 0,5...1,1 | 0,75...0,9 | 0,2 | |
| ФД-256 | и 0,3×0,4 (64) | — | 0,4...1,1 | 0,75...0,9 | 10 | |
| ФД-265А | 1,37* | 36 | 0,4...1,1 | 0,75...0,9 | 4 | |
| ФД-265Б | 1,4×1,4 | 36 | 0,4...1,1 | 0,75...0,9 | 0 | |
| ФТ-1К, гр. 1 | 1,8 | — | 0,5...1,12 | 0,8...0,9 | 5 | |
| ФТ-1К, гр. 2 | 1,8 | — | 0,5...1,12 | 0,8...0,9 | 5 | |
| ФТ-2К, гр. 1 | 1,8 | — | 0,5...1,12 | 0,8...0,9 | 5 | |
| ФТ-2К, гр. 2 | 1,8 | — | 0,5...1,12 | 0,8...0,9 | 5 | |

* Размер прямоугольника или круга, в который вписывается фоточувствительный элемент.

параметры при температуре (20±5) °С

| T , мкА, не более | S , мкВ/мкА/дк, не менее | Φ , мВ/Тл ^{1/2} , не более | τ_c , с, не более | $K_{\text{фс}}$, %, не более | Сопротивление изоляции между корпусом и выво- дом, МОм, не менее | Масса, г, не более |
|------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------|-------------------------------|---|-----------------------|
| 3 | 3 | — | 10 ⁻⁵ | — | — | 0,3 |
| 3 | 3 | — | 10 ⁻⁵ | — | — | 0,3 |
| 3 | 3 | — | 10 ⁻⁵ | — | — | 0,3 |
| 1 | (7,5·10 ⁻³) | — | 5·10 ⁻⁶ | — | 100 | 0,8 |
| 1 | (8·10 ⁻³) | — | 5·10 ⁻⁶ | — | 200 | 0,8 |
| 1 | (8·10 ⁻³) | — | 5·10 ⁻⁶ | — | 200 | 0,8 |
| 3 | (8·10 ⁻³) | — | 5·10 ⁻⁶ | — | 200 | 0,8 |
| 3 | (8·10 ⁻³) | — | 5·10 ⁻⁶ | — | 200 | 0,8 |
| 0,5 | 3 | — | 4·10 ⁻⁶ | — | 100 | 0,8 |
| 1 | (1,4·10 ⁻²) | — | 10 ⁻⁵ | — | 100 | 1,6 |
| 1 | (4,7·10 ⁻¹) | — | 1,2·10 ⁻⁵ | — | 200 | 1,0 |
| 1 | (6·10 ⁻³) | — | 1,3·10 ⁻⁵ | — | 100 | 1,6 |
| 10 | 3 | — | 10 ⁻⁵ | — | 100 | 1,0 |
| 0,005 | 4,4 (0,7·10 ⁻²) | — | 6·10 ⁻⁶ | — | 100 | 2,0 |
| 0,2 | 5 | — | 5·10 ⁻⁶ | — | 100 | 3,0 |
| 10 | (4,7·10 ⁻¹) | — | 10 ⁻⁵ | — | 100 | 10 |
| 5 | 6 | — | 10 ⁻⁵ | — | 100 | 10 |
| 0,1 | 4,2 (группа А): 3,8 (группа Б) | 2,5·10 ⁻⁹ | 3·10 ⁻⁶ | 2 | 50 | 1,2 |
| 0,1 | 4 | — | 5·10 ⁻⁶ | 2 | 100 | 4,0 |
| 0,1 | (0,3 А Вг) при 0,9 мкм | — | 1,8·10 ⁻⁶ | 3 | 200 | 0,65 |
| 0,1 | 4 (группа А); 3,8 (группа Б) | — | 10 ⁻⁵ | — | 200 | 0,8 |
| 0,1 | 4 | 4·10 ⁻¹⁰ | 1,6·10 ⁻⁶ | 0,5 | 100 | 2,0 |
| 0,05 | 4,5 (0,25 А Вг) при 0,9 мкм | 1,5·10 ⁻¹⁰ | 1,2·10 ⁻⁷ | 10 | 100 | 2,0 |
| 0,017 | 3,3 | 4·10 ⁻¹⁰ | 6·10 ⁻⁶ | — | 100 | 1,0 |
| 0,05 | 4,4 | — | 10 ⁻⁶ | 2 | 100 | 2,0 |
| 0,1 | 4,4 (7·10 ⁻³) | — | 10 ⁻⁵ | — | 100 | 2,0 |
| 2,5 | 6 (4,7·10 ⁻¹) | 5·10 ⁻⁹ | 10 ⁻⁵ | — | 100 | 10 |
| 1 | (4·10 ⁻³) | — | 7,5·10 ⁻⁶ | — | 200 | 1,0 |
| 3 | (4·10 ⁻³) | — | 1,2·10 ⁻⁶ | — | 200 | 1,0 |
| 1 | (7,5·10 ⁻³) | — | 10 ⁻⁵ | — | 100 | 1,0 |
| 0,02 | 3,5 (0,2 А Вг) при 0,63 мкм | 8·10 ⁻¹² | 1,6·10 ⁻⁷ | — | 100 | 5,0 |
| 1,5 | 10 | — | 8·10 ⁻⁸ | 5 | 200 | 21,0 |
| 10 | 3,5 | — | 10 ⁻⁵ | — | 100 | 2,0 |
| 0,1 | 3 (0,15 А Вг) при 0,63 мкм | 5·10 ⁻¹⁰ | 5·10 ⁻⁸ | — | 100 | 2,0 |
| 0,01 | (0,35 А Вг) при 0,63 мкм | — | 5·10 ⁻⁹ | — | 1000 | 3,0 |
| 0,01 | (0,35 А Вг) при 0,63 мкм | — | 2·10 ⁻⁹ | — | 1000 | 3,0 |
| 1,0 | 3,5 | — | 10 ⁻⁵ | 5 | 100 | 15 |
| (при +60 °С) | | | | | | |
| 0,005 | 6 (0,6 А Вг) при 0,9 мкм | 1·10 ⁻¹¹ | 2·10 ⁻⁹ | — | — | 1,0 |
| 0,1 | (7,5·10 ⁻³) | — | 5·10 ⁻⁶ | — | 100 | 1,0 |
| 1,0 | (6·10 ⁻³) | — | 5·10 ⁻⁶ | — | 100 | 1,0 |
| 3,0 | (0,4) | — | 8·10 ⁻⁵ | — | 100 | 0,9 |
| 1,0 | (0,2) | — | 8·10 ⁻⁵ | — | 100 | 0,9 |
| 3,0 | (0,4) | — | 8·10 ⁻⁵ | — | 100 | 0,9 |
| 1,0 | (0,2) | — | 8·10 ⁻⁵ | — | 100 | 0,9 |

| Тип фотодиода или фототранзистора | Условия эксплуатации | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|---|--|--|--|---|------------------------------|--------------------|
| | Диапазон рабочих температур, °C | Интервал рабочих давлений окружающего воздуха, мм рт. ст. (Па) | Относительная влажность окружающего воздуха, % (при температуре °C) | Допустимое ускорение при воздействии многократных ударов, g (м/с²), не более | Допустимое ускорение, g (м/с²)/при воздействии вибрации с частотой, Гц | Допустимое ускорение при воздействии линейных нагрузок, g (м/с²), не более | Предельная рабочая (кратковременная) освещенность, лк, не более | Минимальная долговечность, ч | Сохраняемость, лет |
| ФДК-1 | -50...+80 | — | — | — | — | — | — | 1 000 | 3 |
| ФДК-1В | -50...+80 | — | — | — | — | — | — | 1 000 | 3 |
| КФДМ | -60...+75 | 5...1 100 (6,6·10²...1,5·10⁵) | 98(35) | 500 (4 900) | 20(196) 1...5 000 | 200 (1 960) | 2 000 (4 500) | 5 000 | 12 |
| 1690 | -50...+80 | 730...780 (9,7·10⁴...10⁵) | — | — | — | — | 2 000 | 5 000 | 8 |
| 1690-Б | -50...+80 | 730...780 (9,7·10⁴...10⁵) | — | — | — | — | 2 000 | 5 000 | 8 |
| 1690-В | -50...+85 | 5...780 (6,6·10²...10⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | 20(196) 1...3 000 | 150 (1 470) | 2 000 | 2 000 | 8 |
| 1691 | -50...+80 | 730...780 (9,7·10⁴...10⁵) | — | — | — | — | — | 5 000 | 12 |
| ФД-3К | -60...+80 | 730...780 (9,7·10⁴...10⁵) | 98(40) | — | — | — | — | 1 000 | 8 |
| ФД-6К | -50...+75 | 730...780 (9,7·10⁴...10⁵) | 98(35) | — | — | — | — | 5 000 | 8 |
| ФД-7К | -60...+75 | 5...2 200 (6,6·10²...3·10⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | 20(197) 1...5 000 | 200 (1 960) | 1 000 (11 000) | — | 12 |
| ФД-8К | -60...+85 | 5...2 200 (6,6·10²...3·10⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | 20(196) 1...5 000 | 200 (1 960) | 2 000 | 5 000 | 15 |
| ФД-9К | -50...+50 | 730...780 (9,7·10⁴...10⁵) | — | — | — | — | — | 2 000 | 8 |

Продолжение табл. 4.9

| Тип фотодиода или фототранзистора | Условия эксплуатации | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|---|--|--|--|---|------------------------------|--------------------|
| | Диапазон рабочих температур, °C | Интервал рабочих давлений окружающего воздуха, мм рт. ст. (Па) | Относительная влажность окружающего воздуха, % (при температуре °C) | Допустимое ускорение при воздействии многократных ударов, g (м/с²), не более | Допустимое ускорение, g (м/с²)/при воздействии вибрации с частотой, Гц | Допустимое ускорение при воздействии линейных нагрузок, g (м/с²), не более | Предельная рабочая (кратковременная) освещенность, лк, не более | Минимальная долговечность, ч | Сохраняемость, лет |
| ФД-10К | -60...+85 | 10...1 100 (1,3·10⁻²...1,5·10⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | 20(196) 1...5 000 | 200 (1 960) | 1 200 (4 500) | 5 000 | 12 |
| ФД-10КП | 25±5 | 730...780 (9,7·10⁴...10⁵) | — | — | — | — | — | 1 000 | 3 |
| ФД-11К | -60...+60 | 15...1 100 (2·10³...1,5·10⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | 20(196) 1...5 000 | 200 (1 960) | 1 200 (4 500) | 5 000 | 12 |
| ФД-17К | -40...+75 | 730...780 (9,7·10⁴...10⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | 12(117) 10...2 000 | — | 1 000 | 2 000 | 6 |
| ФД-18К | -60...+75 | 5...2 200 (6,6·10²...3·10⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | 20(196) 1...5 000 | 200 (1 960) | 1 100 (11 000) | 2 000 | 12 |
| ФД-19КК | -60...+60 | 10...2 200 (1,3·10⁻²...1,5·10⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | 20(196) 1...5 000 | 150 (1 470) | 1 500 (10 000) | 5 000 | 12 |
| ФД-20КП | -50...+85 | 10...2 200 (1,3·10⁻²...1,5·10⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | 40(390) 1...5 000 | 150 (1 470) | 1 500 (25 000) | 10 000 | 12 |
| ФД-20-30К | -60...+85 | 5...2 200 (6,6·10²...3·10⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | 40(390) 1...5 000 | 500 (4 900) | 1 500 | 10 000 | 15 |
| ФД-20-31К | -60...+85 | 10...2 200 (1,3·10⁻²...1,5·10⁵) | 98(40) | 200 (1 960) | 40(390) 1...5 000 | 500 (4 900) | 1 500 | 10 000 | 15 |
| ФД-20-32К | -60...+85 | 10...2 200 (1,3·10⁻²...1,5·10⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | 40(390) 1...5 000 | 500 (4 900) | 1 500 | 10 000 | 25 |

| Тип фотодиода или фототранзистора | Условия эксплуатации | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|--|---|--|---|---------------------------------|
| | Диапазон рабочих температур, °C | Интервал рабочих давлений окружающего воздуха, мм рт. ст. (Па) | Относи- тельная влажность окружаю- щего воз- духа, % (при тем- пературе °C) | Допусти- мое уско- рение при воздейст- вии много- кратных ударов, g (м/с ²), не более | Допустимое ускорение, g (м/с ²)/при воздействии вибрации с частотой, Гц | Допустимое ускорение при воздействии линейных нагрузок, g (м/с ²), лк, не более | Предельная рабочая (кратковре- менная) освещенность, не более | Минималь- ная долговеч- ность, ч | Сохра- ние- мость, лет |
| ФД-20-33К | -60...+85 | 5...2 200 (6,6·10 ² ...3·10 ⁵) | 98(35) | 40 (390) | $\frac{20(196)}{1...2\ 000}$ | 50 (490) | 1 500 | 10 000 | 15 |
| ФД-21КП | -60...+85 | 5...2 200 (6,6·10 ² ...3·10 ⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | $\frac{20(196)}{1...5\ 000}$ | 150 (1 470) | 2 000 (45 000) | 5 000 | 12 |
| ФД-22-КП | -50...+85 | 10 ⁻⁶ ...2 200 (1,3·10 ⁻⁴ ...3·10 ⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | $\frac{40(390)}{5...5\ 000}$ | 150 (1 470) | 1 500 (25 000) | 10 000 | 12 |
| ФД-23К | -60...+85 | 10 ⁻⁴ ...1 100 (1,3·10 ⁻² ...1,5·10 ⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | $\frac{20(196)}{1...3\ 000}$ | 150 (1 470) | 1 100 (45 000) | 7 000 | 10 |
| ФД-24К | -60...+75 | 5...2 200 (6,6·10 ² ...3·10 ⁵) | 98(35) | 100 (980) | $\frac{20(196)}{1...3\ 000}$ | 150 (1 470) | 1 100 (11 000) | 4 000 | 10 |
| ФД-25К | -60...+85 | 5...780 (6,6·10 ² ...10 ⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | $\frac{20(196)}{1...3\ 000}$ | 150 (1 470) | 2 000 | 5 000 | 6 |
| ФД-26К | -60...+85 | 5...780 (6,6·10 ² ...10 ⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | $\frac{20(196)}{1...3\ 000}$ | 150 (1 470) | 2 000 | 5 000 | 6 |
| ФД-27К | -60...+85 | 5...780 (6,6·10 ² ...10 ⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | $\frac{20(196)}{1...3\ 000}$ | 150 (1 470) | 2 000 (45 000) | 5 000 | 6 |

7-19

Продолжение табл. 4.9

| Тип фотодиода или фототранзистора | Условия эксплуатации | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|--|---|--|---|---------------------------------|
| | Диапазон рабочих температур, °C | Интервал рабочих давлений окружающего воздуха, мм рт. ст. (Па) | Относи- тельная влажность окружаю- щего воз- духа, % (при темпера- туре °C) | Допусти- мое уско- рение при воздейст- вии много- кратных ударов, g (м/с ²), не более | Допустимое ускорение, g (м/с ²)/при воздействии вибрации с частотой, Гц | Допустимое ускорение при воздействии линейных нагрузок, g (м/с ²), не более | Предельная рабочая (кратковре- менная) освещенность, лк, не более | Минималь- ная долговеч- ность, ч | Сохра- ние- мость, лет |
| ФД-28КП | -60...+70 | 10 ⁻⁶ ...2 200 (1,3·10 ⁻⁴ ...3·10 ⁵) | 98(40) | 40 (390) | $\frac{30(196)}{1...5\ 000}$ | 200 (1 960) | 1 000 | 5 000 | 12 |
| ФД-К-142 | -60...+85 | 1...780 (1,3·10 ² ...10 ⁵) | 98(35) | — | — | — | — | 1 000 | 6 |
| ФД-К-155 | -50...+50 | 1...780 (1,3·10 ² ...10 ⁵) | 98(40) | — | $\frac{2,0(19,6)}{50}$ | — | — | 2 000 | 6 |
| ФД-К-227 | -60...+80 | 5...2 200 (6,6·10 ² ...3·10 ⁵) | 98(40) | 25 (240) | $\frac{7,5(73,5)}{5...5\ 000}$ | 150 (1 470) | — | 2 000 | 12 |
| ФД-252 | -60...+85 | 5...2 200 (6,5·10 ² ...3·10 ⁵) | 98(40) | — | $\frac{40(390)}{1...5\ 000}$ | — | — | 1 000 | 6 |
| ФД-252-01 | -60...+85 | 5...2 200 (6,6·10 ² ...3·10 ⁵) | 98(40) | — | $\frac{40(390)}{1...5\ 000}$ | — | — | 1 000 | 6 |
| ФД-246 | -60...+60 | 5...1 100 (6,6·10 ² ...1,5·10 ⁵) | 98(35) | 40 (390) | $\frac{20(196)}{2...2\ 000}$ | — | (150 000) | 1 000 | 6 |

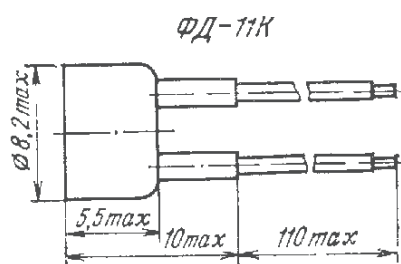
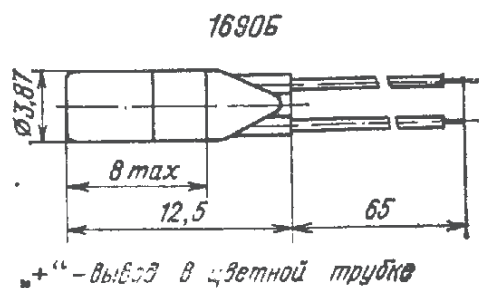
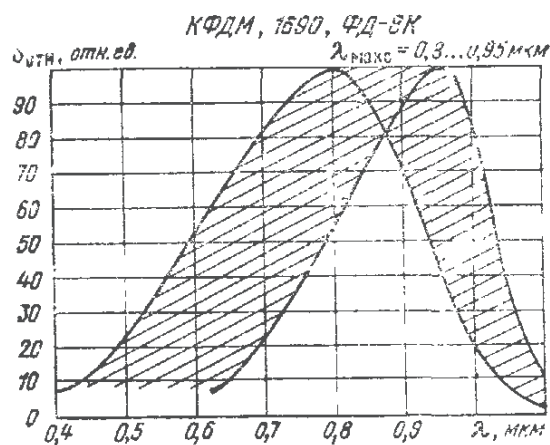
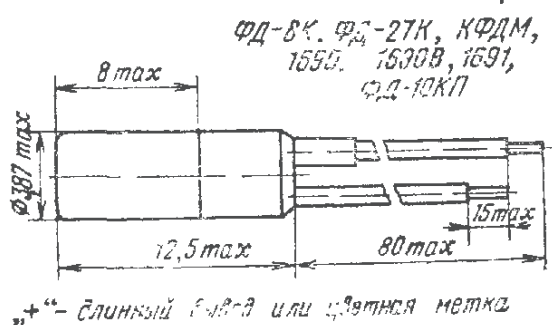
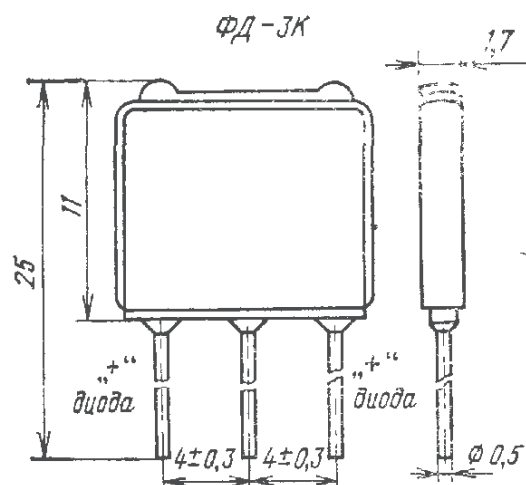
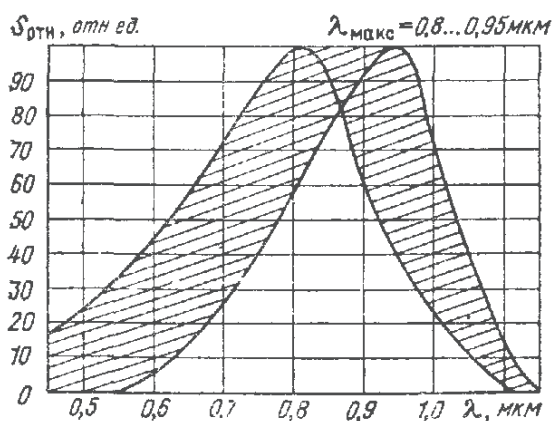
ном выводе. При отсутствии меток плюсовым является длинный вывод фото-
диода или двойной вывод фототранзистора. Фототранзисторы не имеют отдель-
ного вывода базы.

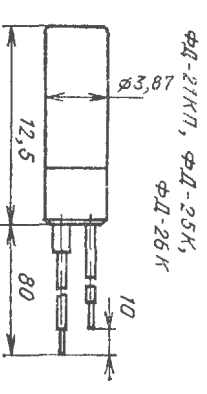
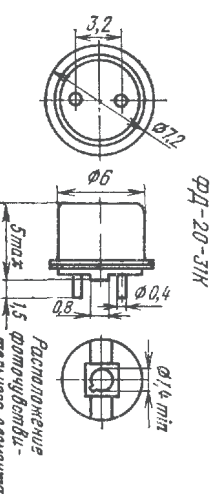
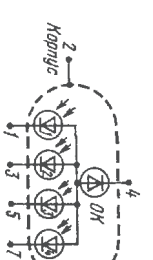
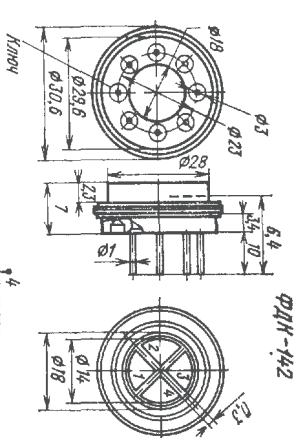
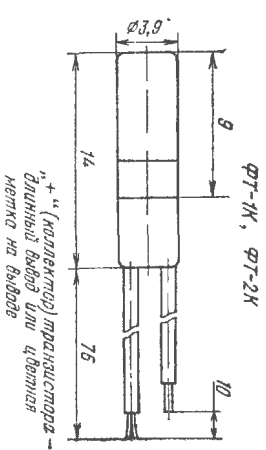
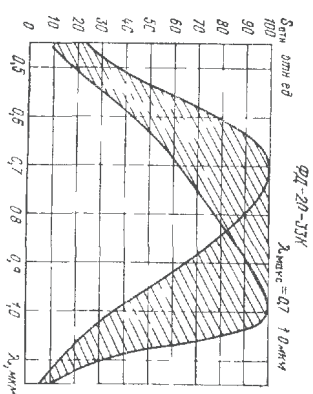
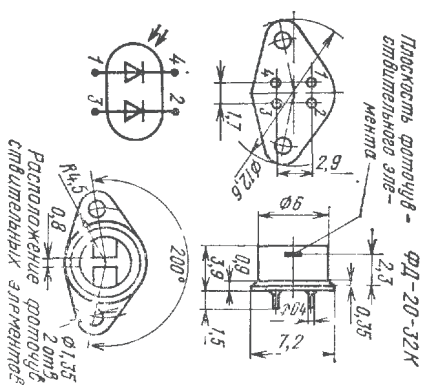
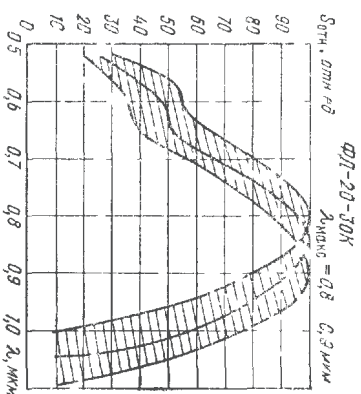
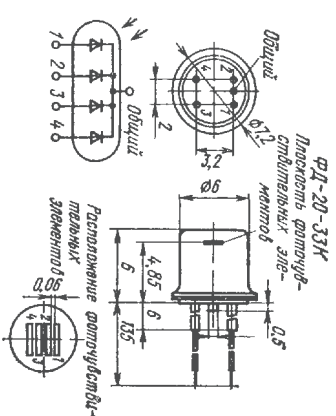
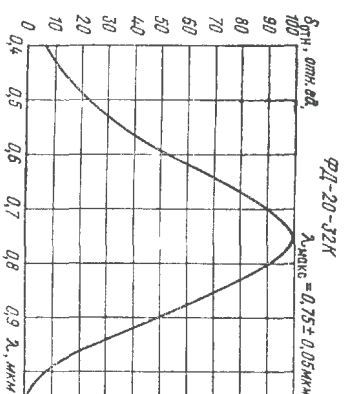
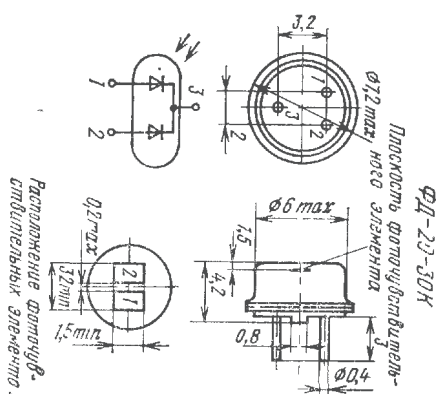
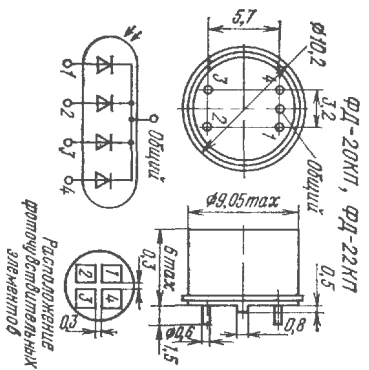
Приборы работают в двух режимах: фотодиодном — с внешним источником
смещения и в вентильном — без источника смещения. В фотодиодном режиме
обеспечивается высокая амперваттная чувствительность, в вентильном — высо-
кая обнаружительная способность.

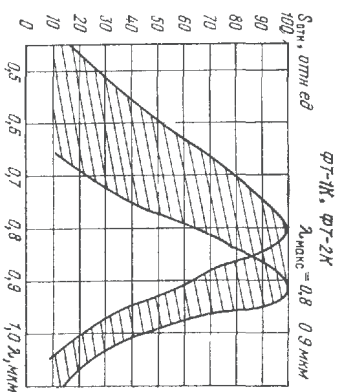
Основные параметры и условия эксплуатации фотодиодов и фототранзисто-
ров приведены в табл. 4.8 и 4.9.

Габаритные размеры и относительные спектральные характеристики чувствительности кремниевых фотодиодов и фототранзисторов

Кремниевые фотодиоды
(Типовая характеристика)







ФД-1, ФД-2, ФД-3, ФД-3А, ФД-4Г, ФД-5Г,
ФД-6Г, ФД-7Г, ФД-10Г-А, ФД-10-Б,
93-111А, 93-111Б, 93-111В, ПФД-2, ФТ-1Г, ФТ-2Г,
ФТ-3Г, ФТ-3, ФТ-4, ФТ-5

Таблица 4.10

| Тип прибора | Диаметр фото чувстви- тельного элемента, мм | 2θ , град, не менее | λ , мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | Основные параметры при температуре (20±5)°C | | | | | | |
|----------------|--|----------------------------|-----------------|----------------------------------|---|-----------------------|--|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| | | | | | U_p , В | I_T , мкА, не более | $S_{\text{ичт}}$, мВ/дм, не менее | $\Phi_{\text{вп}}$, дм не более | τ_c , с, не более | R_T , МОм, не менее | Масса, г, не более |
| ФД-1 | 5 | 0,4 | 1,9 | 1,5 | 20 | 30 | 6 6 | 1,5 10 10 | 2 10 ⁻² | — | 1,0 |
| ФД-2 | 1,3 | 0,4 | 1,8 | 1,5 | 30 | 25 | 6 6 5,0 (пр II) | 2,8 10 10 ×10 ⁻¹⁰ | 2 10 ⁻² | — | 0,8 |
| ФД-3А | 2,45 | 0,4 | 1,8 | 1,5 | 16 | 10 | 5,0 | 1,1 10 10 | 5 10 ⁻² | 100 | 1,0 |
| ФД-4Т | 2,45 | 0,4 | 1,8 | 1,5 | 16 | 10 | 6,5 | 1,8 10 10 | 5 10 ⁻² | 50 | 0,8 |
| ФД-5Т | 2,5 | 0,3 | 1,8 | 1,5 | 20 | 30 | 7 | 1,5 10 10 | 5 10 ⁻² | 50 | 0,8 |
| ФД-6Т | 2,45 | 0,4 | 1,8 | 1,5 | 15 | 8 | 10 | 1,7 10 ⁻² | 5 10 ⁻² | 100 | 1,6 |
| ФД-7Т | 1,3 | 0,3 | 1,8 | 1,5 | 10 | 13 | 7 | 1,1 10 ⁻² | 5 10 ⁻² | 100 | 1,0 |
| ФД-10А | 1,3 | 0,5 | 1,8 | 1,5 | 10 | 10 | 17 | 5 10 ⁻² | 0,12 10 ⁻² | 100 | 2,5 |
| ФД-10А-Б | 1,3 | 0,5 | 1,8 | 1,5 | 10 | 20 | 17 | — | 0,12 10 ⁻² | 100 | 2,5 |
| 93-11А | 1,3 | 0,5 | 1,8 | 1,5 | 10 | 10 | 17 | — | 0,12 10 ⁻² | 100 | 2,5 |
| 93-11Б | 1,3 | 0,5 | 1,8 | 1,5 | 10 | 20 | 8 | — | 2 10 ⁻² | 100 | 2,5 |
| 93-11В | 1,3 | 0,5 | 1,8 | 1,5 | 10 | 25 | 8 | — | 2,5 10 ⁻² | 100 | 2,5 |

| | | | | | | | | |
|----------------|----------|--|-------|--|----------------|-------------------|-------|----|
| $\Phi L-1$ | 20±5 | $\frac{720}{(9,6 \cdot 10^4 \cdot 10^*)}$ | 750 | $\frac{12(117)}{20, \frac{5000}{2,5(24,5)}}$ | 20 (196) | — | 8 000 | 8 |
| $\Phi L-2$ | —40 +50 | $\frac{720}{(9,6 \cdot 10^4 \cdot 10^*)}$ | 750 | $\frac{50}{10(98)}$ | — | — | 4 000 | 8 |
| $\Phi L-3$ | 5 60 | $\frac{720}{(9,6 \cdot 10^4 \cdot 10^*)}$ | 750 | $\frac{60}{7,5(73,5)}$ | — | — | 4 000 | — |
| $\Phi L-3A$ | —60 +60 | $\frac{720}{(9,6 \cdot 10^4 \cdot 10^*)}$ | 750 | $\frac{35}{(340)}$ | 2 000 | 2 000 | 2 000 | 8 |
| $\Phi L-4T$ | —60 +50 | $\frac{720}{(9,6 \cdot 10^4 \cdot 10^*)}$ | 750 | — | — | — | 500 | — |
| $\Phi L-5T$ | —50 +50 | $\frac{10,6}{(1,3 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 10^{-2})}$ | 2 200 | $\frac{35}{(340)}$ | 100 (980) | 1 050 (20 000) | 5 000 | 12 |
| $\Phi L-6T$ | —60 +50 | $\frac{400}{(5,3 \cdot 10^4 \cdot 10^*)}$ | 800 | $\frac{12}{(117)}$ | — | — | 2 000 | — |
| $\Phi L-7T$ | —50 +50 | $\frac{720}{(9,6 \cdot 10^4 \cdot 10^*)}$ | 750 | $\frac{35}{(340)}$ | 50 (20 000) | 1 050 (20 000) | 5 000 | 6 |
| $\Phi L-10T-A$ | —50. +50 | $\frac{400}{(6,1 \cdot 10^4 \cdot 10)}$ | 750 | $\frac{35}{(340)}$ | 60 (590) | 600 | 25 | 12 |
| $\Phi L-10T-B$ | —50 +50 | $\frac{400}{(6,1 \cdot 10^4 \cdot 10^*)}$ | 750 | $\frac{35}{(340)}$ | 60 (590) | 600 | 25 | 12 |
| $\Phi L-11A$ | —50 +50 | $\frac{400}{(6,1 \cdot 10^4 \cdot 10^*)}$ | 750 | — | — | 600 | 25 | 12 |
| $\Phi L-11B$ | —50 +50 | $\frac{400}{(6,1 \cdot 10^4 \cdot 10^*)}$ | 750 | — | — | 600 | 25 | 12 |
| $\Phi L-11B$ | —50 +50 | $\frac{460}{(6,1 \cdot 10^4 \cdot 10^*)}$ | 750 | $\frac{5,5000}{20(196)}$ | — | 600 | 25 | 12 |

Фотодиоды работают в двух режимах фотодиодном и вентильном. Фото-транзисторы могут работать как фотодиоды (режим с плавающей базой), так и в транзисторном режиме с источником смещения в базовой цепи. Фото-транзисторы имеют отдельный вывод базы.

Основные фотоэлектрические параметры и условия эксплуатации фотопроводов приведены в табл 4 10 и 4 11, а фототранзисторов — в табл 4 12 и 4 13

| Тип прибора | Площадь фоточувствительного элемента, мм ² | 23, град, не менее | Основные параметры | | | |
|-------------|---|--------------------|--------------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| | | | λ , мкм | $\lambda_{\text{уакс}}$, мкм | U_p , В | I_p , мкА, не более |
| ФТ-1Г | 3 | 90 | 0,4...1,8 | 1,5...1,6 | 1...5 | 300 |
| ФТ-2Г | 1 | 90 | 0,4...1,8 | 1,5...1,6 | 12...24 | 500 |
| ФТ-3Г | 3 | 90 | 0,4...1,8 | 1,5...1,6 | 10...12 | 10 000 |
| ФТГ-3 | 3 | 90 | 0,4...1,8 | 1,5...1,55 | 5...10 | 60 |
| ФТГ-4 | 3 | 90 | 0,4...1,8 | 1,5...1,55 | 5...10 | 40 |
| ФТГ-5 | 3 | 90 | 0,4...1,8 | 1,5...1,55 | 5...10 | 50 |

Таблица 4.13

| Тип прибора | Диапазон рабочих температур, °С | Интервал рабочих давлений окружающего воздуха, мм рт. ст. (Па) | Условия эксплуатации | | | | |
|-------------|---------------------------------|--|--|---|---|---|--|
| | | | Относительная влажность окружающего воздуха, % (при температуре, °С) | Допустимое ускорение при воздействии многократных ударов, g (м/с ²), не более | Допустимое ускорение, g (м/с ²) при воздействии вибрации с частотой, Гц | Допустимое ускорение при воздействии линейных нагрузок, g (м/с ²), не более | Минимальная долговечность, ч, не менее |
| ФТ-1Г | -60...+50 | 720...780 (9,5·10 ⁴ ...10 ⁵) | 98(20) | — | — | — | 500 |
| ФТ-2Г | -60...+35 | 720...780 (9,5·10 ⁴ ...10 ⁵) | 98(20) | — | — | — | 500 |
| ФТ-3Г | -60...+50 | 720...780 (9,5·10 ⁴ ...10 ⁵) | 98(40) | — | — | — | 500 |
| ФТГ-3 | -60...+85 | 720...780 (9,5·10 ⁴ ...10 ⁵) | 98(35) | 150 (1 470) | 12 (117) 20...2 500 15(147) | 150 (1 170) | 10 000 |
| ФТГ-4 | -60...+50 | 720...780 (9,5·10 ⁴ ...10 ⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | 5...2 500 15(147) | 150 (1 170) | 2 000 |
| ФТГ-5 | -60...+85 | 720...780 (9,5·10 ⁴ ...10 ⁵) | 98(40) | 150 (1 470) | 1...2 000 | 150 (1 170) | 14 000 |

Фотодиод ЛФД-2 предназначен для работ в лавинном режиме. Выпускается в металлокерамическом корпусе, имеющем входное стеклянное окно. Масса фотодиода не более 2 г.

Перечень его параметров существенно отличается от тех, которые приведены в табл. 4.10, а поэтому они даны отдельно ниже.

Основные фотоэлектрические параметры фотодиода ЛФД-2 при температуре (20±5) °С

Диаметр фоточувствительного элемента, мкм 200
Рабочее напряжение при коэффициенте умножения фототока $M_{\Phi}=10$ и сопротивлении нагрузки, равном 1 кОм, В 16...25
Темновой ток при напряжении (8±1) В, мкА, не более 1
Собственная емкость при напряжении (8±1) В, пФ, не более 6

при температуре 20±5 °С

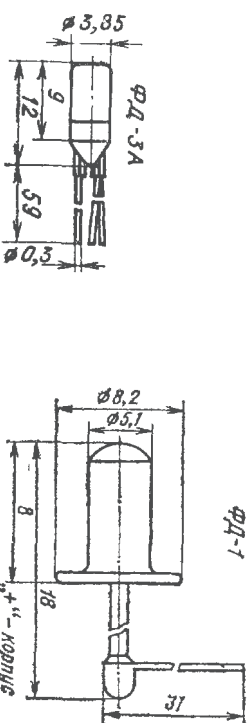
| $S_{\text{инт}}$, А/Вт, не менее | $\Phi_{\text{ш}}$, лм, не более | t_c , с, не более | R_d , МОм, не менее | Коэффициент усиления по току, не менее | Предельно допустимая мощность рассеивания, мВт, не более | Масса, г, не более |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|--|--|--------------------|
| 0,2 | 5·10 ⁻⁷ | 2·10 ⁻⁴ | — | 20 | 50 | 1,5 |
| 2,0 | 2,5·10 ⁻⁷ | 1·10 ⁻⁵ | — | 20 | 50 | 1,5 |
| 2...7 | — | 1·10 ⁻⁴ | — | 100 | 50 | 1,5 |
| 1,0 | 2,5·10 ⁻⁷ | (2...10)·10 ⁻⁶ | 0,3 | 60 | 45 | 1,8 |
| 3,0 | 1·10 ⁻⁷ | (2...10)·10 ⁻⁵ | — | 40 | 45 | 1,8 |
| 1,0 | 5·10 ⁻⁷ | 2·10 ⁻⁵ | 0,2 | 50 | 45 | 1,8 |

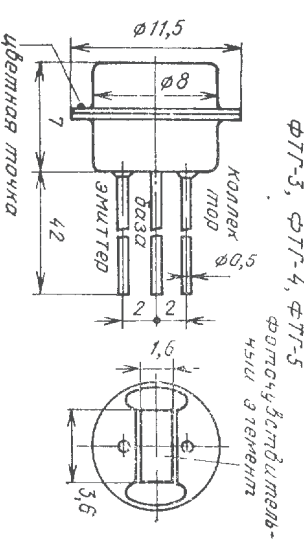
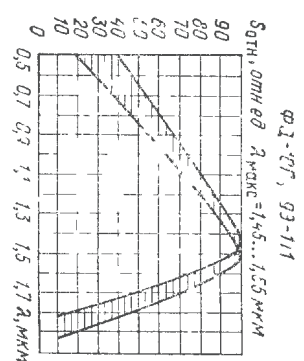
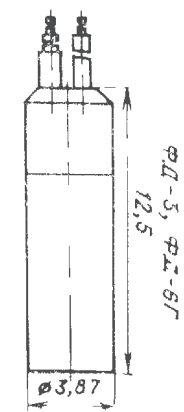
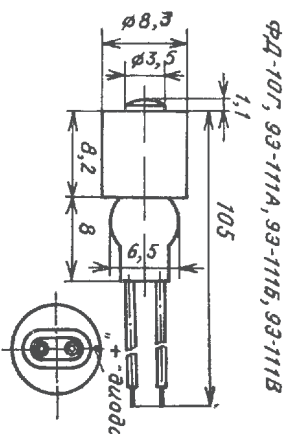
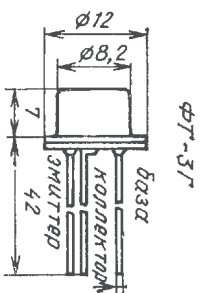
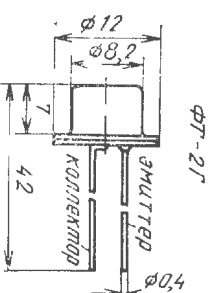
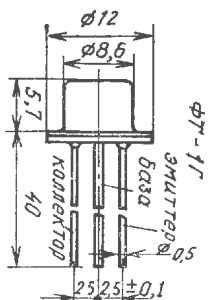
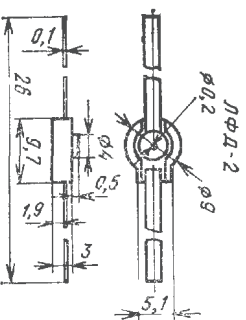
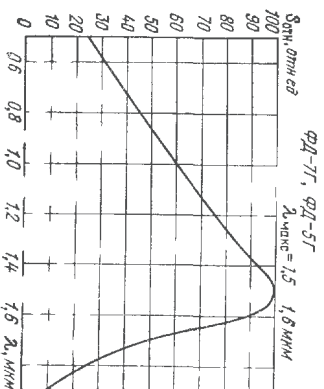
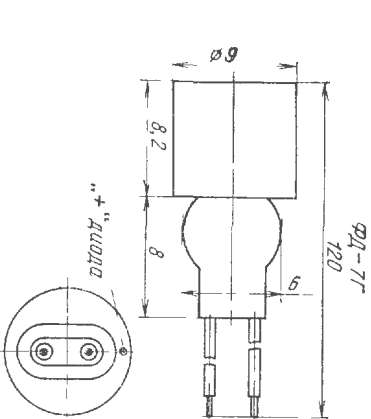
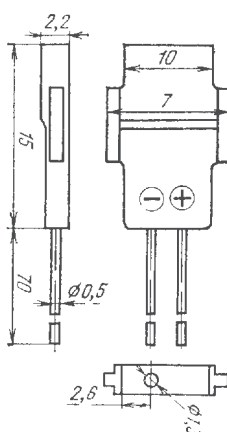
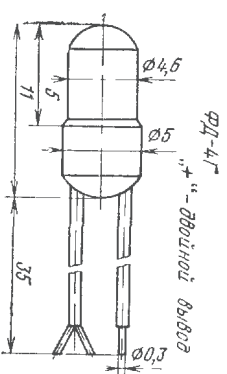
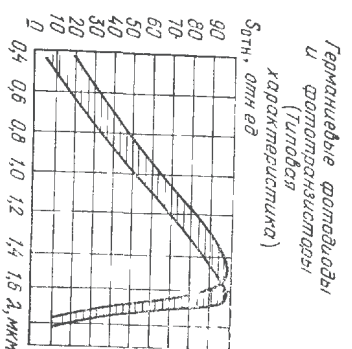
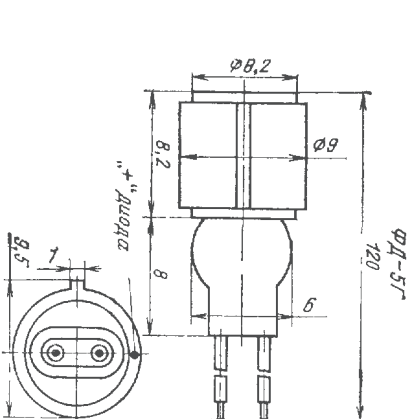
Последовательное сопротивление, Ом, не более 25
Верхняя граничная частота, ГГц, не менее 1
Максимальный коэффициент умножения фототока, не менее 15
Темновой ток при напряжении 10 В и коэффициенте умножения фототока $M_{\Phi}=10$, мкА, не более 10
Спектральная токовая чувствительность, А/Вт, не менее:
на длине волны 0,632 мкм 0,15
на длине волны 1,06 мкм 0,5
Спектральная плотность напряжения шума при напряжении 10 В и сопротивлении нагрузки 1 кОм, В·Гц^{-1/2} 3·10⁻⁸
Порог чувствительности при полосе пропускания 50 МГц, сопротивлении нагрузки 1 кОм на длине волны 1,06 мкм, Вт, не более 5·10⁻⁸

Условия эксплуатации

Интервал рабочих температур, °С +15...+25
Атмосферное давление окружающего воздуха, мм рт. ст. (6,7·10⁴...10⁵) (Па)
Относительная влажность окружающего воздуха при температуре 40 °С, %, не более 80
Механические нагрузки:
вибрация в диапазоне частот 5...1000 Гц с ускорением, g (м/с²) ≤7,5 (73,6)
многократные удары с ускорением, g (м/с²) ≤150 (1472)
линейные нагрузки с ускорением, g (м/с²) ≤25 (245)

Габаритные размеры и относительные спектральные характеристики чувствительности германиевых фотодиодов и фотопланаристов





4.7. Фотоприемные устройства

ФПУ-14

Многоканальные фотоэлектрические МДП-фотодиодные приемные устройства предназначены для преобразования оптических сигналов в диапазоне длин волн от 0,5 до 1,1 мкм в электрические, их усиления, хранения и считывания произвольной выборкой в составе герметичной оптико-электронной аппаратуры. Выпускаются в бескорпусном исполнении (рис. 4.1,а) Масса ФПУ не более 15 г

Организация ФПУ. Фотоприемные устройства представляют собой матрицу 32×32 кремниевых фотоприемных ячеек с электронной схемой управления и усиления в каждой ячейке. Схема расположения фоточувствительных ячеек на кристалле приведена на рис. 4.1,б. Принципиальная электрическая схема

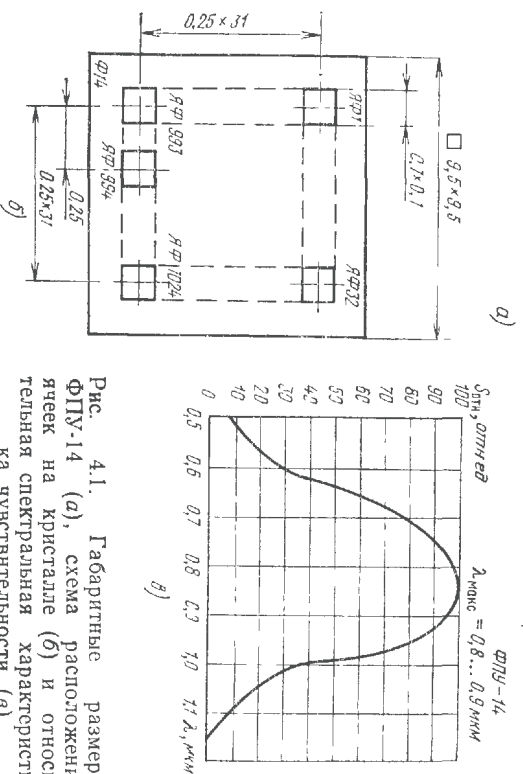
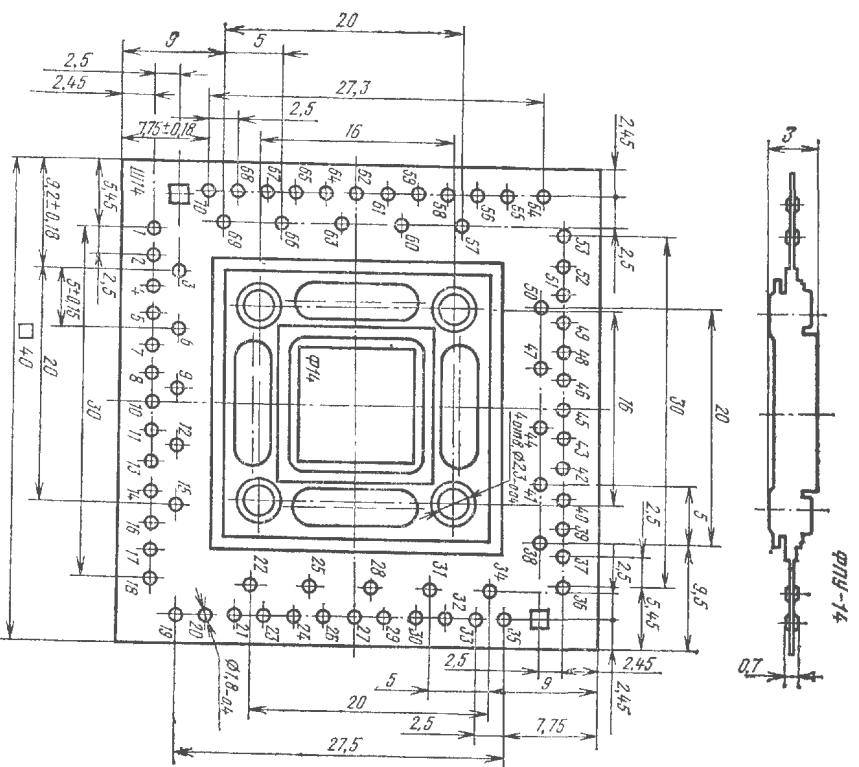


Рис. 4.1. Габаритные размеры ФПВ-14 (а), схема расположения ячеек на кристалле (б) и относительная спектральная характеристика чувствительности (в)

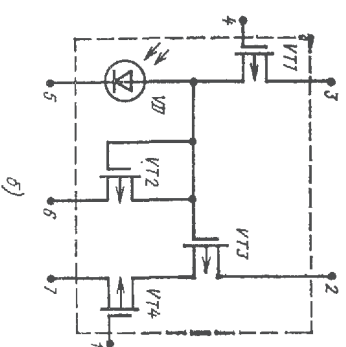
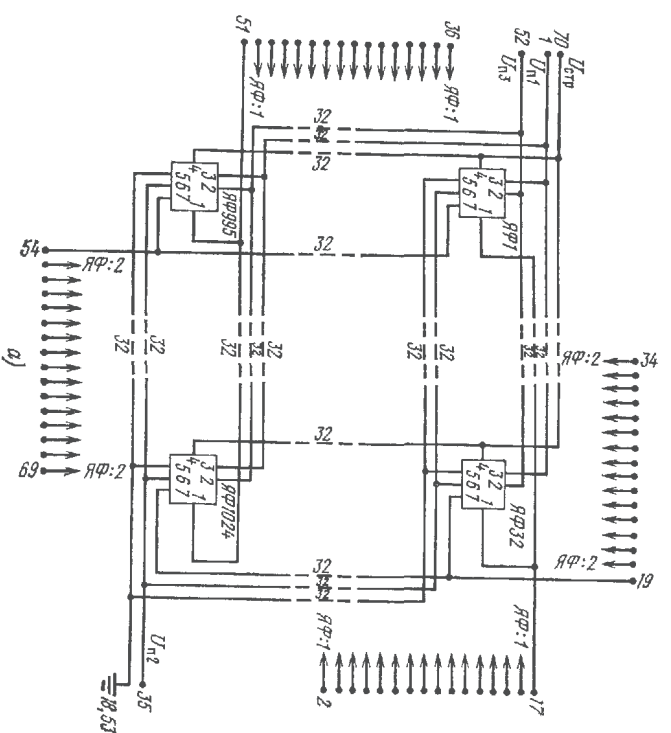


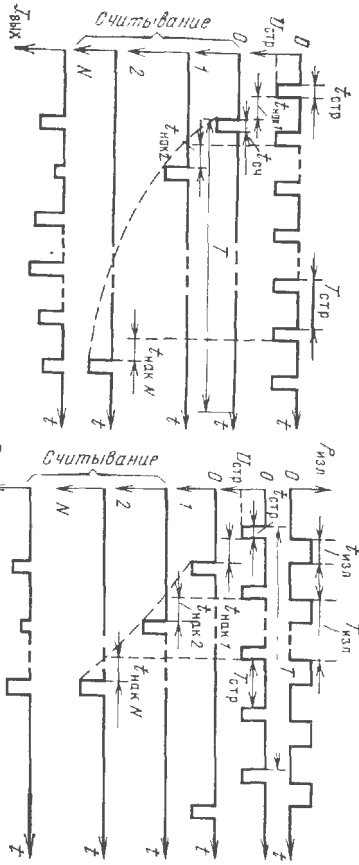
Рис. 4.2. Электрическая схема ФПВ-14: а — схема соединения фотоувствительных ячеек; б — схема фотоувствительной ячейки

ФПВ и фотоприемной ячейки приведена на рис. 4.2, обозначение выводов дано в табл. 4.14. Выбор информации произвольный, число разрядов 32. Линейные размеры фотоувствительной площадки каждой фотоприемной ячейки $0,1 \times 0,1$ мм. Шаг размещения фотоувствительных элементов $0,28$ мм. Техническими условиями предусмотрены две модификации изделия — ФПВ-14А и ФПВ-14Б. В первой модификации изделия все фотоувствительные ячейки (1024 шт.) должны быть работоспособными. Во второй модификации допускается не более двух неработающих ячеек, расположенных в центральной зоне, и не более 25 ячеек — в остальной части приемной площадки. Центральная зона представляет собой центральный квадрат, состоящий из $14 \times 14 = 196$ ячеек.

Таблица 4.14
Обозначение выводов ФПУ-14

| Наименование | Источники питания 1, 2, 3 |
|--------------|-----------------------------------|
| Г вх | Входы адресные 1, 2, ..., 31, 32 |
| Г вых | Выходы адресные 1, 2, ..., 31, 32 |
| Корпус | Вход генератора стира- |
| ция | ция |

ФПУ-14
Временная диаграмма подачи сигналов в режиме А



Временная диаграмма подачи сигналов в режиме Б

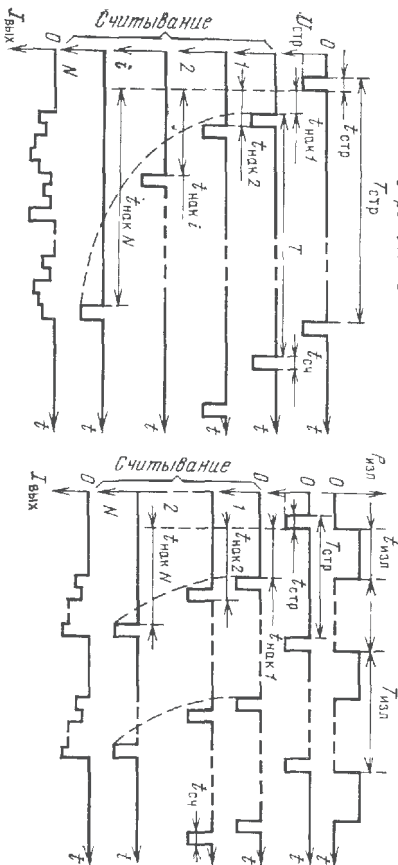


Рис. 4.3. Временные диаграммы управляющих сигналов ФПУ-14

Электрические и фотоэлектрические параметры ФПУ при (20±5) °С

Выходной ток ячеек при отсутствии потока излучения в диапазоне спектральной чувствительности, мкА, не менее 150

Разброс значений выходного тока ячеек при отсутствии потока излучения, %, не более 30

Токловая монохроматическая чувствительность, А/Дж, не менее 8·10⁸

Разброс значений токовой монохроматической чувствительности ячеек, %, не более 30

Энергия насыщения ячеек, Дж/яч, не более 5·10⁻¹¹

Время хранения информации, с, не менее 10⁻⁴

Коэффициент фотоэлектрической связи между ячейками, %, не более 5

Минимальное время накопления информации, с, не более 10⁻⁷

Интегральная чувствительность от источника типа «Аз», А/лм, не менее 1,2·10³

Режим работы ФПУ

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Напряжение источников питания, В: | —9,5 —8,6 |
| $U_{к.п1}$ | —6,3 —5,7 |
| $U_{к.п2}$ | —9,5 —8,6 |
| $U_{к.п3}$ | Отрицательная |

Фотоприемные устройства работают в четырех режимах (А, Б, В и Г):

А и Б — режимы приема непрерывного излучения;

В и Г — режимы приема импульсного излучения;

А и Г — режимы одноадресного считывания;

Б и В — режимы многоадресного считывания.

Диаграммы управляющих сигналов для указанных режимов показаны на рис. 4.3.

Основные требования к временным характеристикам управляющих сигналов приведены в табл. 4.15.

Максимальное напряжение сигналов считывания и стирания не должно превышать — 12 В.

Таблица 4.15

| Параметр | Режим А | Режим Б | Режим В | Режим Г |
|---|------------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| Длительность импульса излучения $t_{изл}$, мкс | — | — | 0,2...1 000 | 0,2...1 000 |
| Длительность периода повторения импульсов излучения $T_{изл}$, мкс | — | — | $T_{стр}$ | $T_{стр}$ |
| Длительность импульса стирания $t_{стр}$, мкс | 0,2...5,0 | 0,2...5,0 | 0,2...5,0 | 0,1...5,0 |
| Время накопления заряда $t_{накл}$, мкс | $\geq 1,0$ | $1,0 + (i-1) \cdot t_{сч}$ | $t_{изл}$ | $t_{изл}$ |
| Длительность импульса считывания $t_{сч}$, мкс | 0,2...10,0 | 0,2...10,0 | 0,2...10,0 | 0,2...10,0 |
| Длительность периода повторения импульсов стирания $T_{стр}$, мкс | $\geq t_{стр} + t_{накл} + t_{сч}$ | $\geq t_{стр} + t_{накл} + N \cdot t_{сч}$ | $\geq t_{стр} + t_{изл} + N \cdot t_{сч}$ | $\geq t_{стр} + t_{изл} + t_{сч}$ |
| Длительность периода повторения импульсов считывания $T_{сч}$, мкс | $N \cdot T_{стр}$ | $T_{стр}$ | $T_{стр}$ | $N \cdot T_{стр}$ |

Примечание. N — число адресов; i — порядковый номер адреса ($1 \leq i \leq N$); длительность фронтов и срезов импульсов управляющих сигналов и импульсов излучения должны быть не более 25% от длительности импульсов; непрерывность установившейся держания длительности периодов повторения импульсов и длительностей импульсов не более 10%; выходы на пьезоэлементы импульсы и в паузах между импульсами не более 10% амплитуды импульса.

ФУО-611, ФУО-612, ФУО-613, ФУО-614

Эти устройства предназначены для приема и регистрации инфракрасного излучения в диапазоне длин волн от 1 до 5,2 мкм. Фотопрямые устройства применяются в радиометрах и системах фотоэлектрической автоматики.

Фотоприемные устройства представляют собой изделия, содержащие фоторезистор на основе халькогенидов свинца с термоэлектрическим окислителем (до 220 К) и усилитель фотосигнала, размещенные в едином герметичном металлоэлектронном корпусе. Каждый тип фотоприемного устройства имеет девять модификаций, отличающихся друг от друга размерами фоточувствительной площадки. Масса фотоприемного устройства не более 150 г.

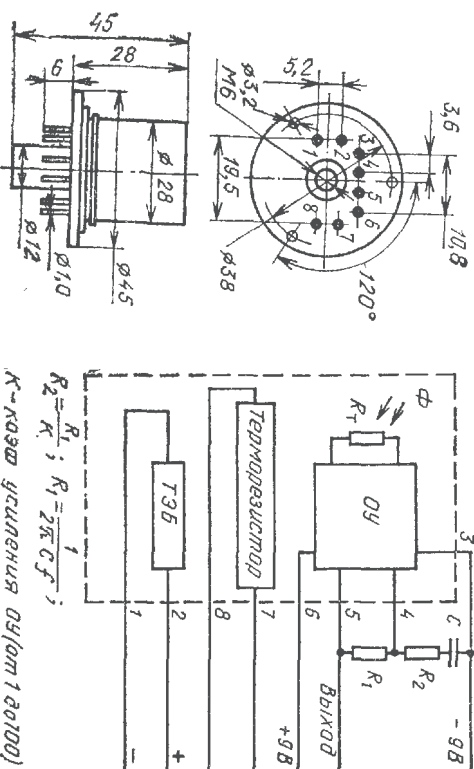
Обозначение выводов приведено в табл. 4.16.

Основные электрические параметры

| | |
|---|-------|
| Напряжение питания усилителя фотосигнала, В | 18±3 |
| Ток, потребляемый усилителем фотосигнала, мА, не более | 30 |
| Напряжение питания термоэлектрического охладителя, В | 2 |
| Ток, потребляемый термоэлектрическим охладителем, А, не более | 3 |
| Выходное сопротивление усилителя фотосигнала, Ом, не более | 1 000 |
| Сопровождающее излучение между выводами и корпусом ФПУ, МВт, не менее | 100 |

Фотоплетрические параметры устройств приведены в табл. 4.17.

Габаритные размеры, схема включения
и относительные спектральные характеристики чувствительности



| Вывод | Наименование |
|--------|---|
| 1 | Минус термозлектрического охладителя |
| 2 | Плюс термозлектрического охладителя |
| 3 | Нуль питания электронного тракта ФПУ |
| 4 | Инвертирующий вход операционного усилителя (регулировка усиления) |
| 5 | Выход электронного тракта ФПУ |
| 6 | Плюс питания электронного тракта ФПУ |
| 7,8 | Терморезистор |
| Корпус | Минус питания электронного тракта ФПУ |

Таблица 4.17

| Тип фото- репенного устройства | Размерна фо- тоувели- тельного элемента, мм | λ , мкм | λ , нм | λ , нм | $S_{\text{фот.}}$ Б/В, не менее | $D^* \cdot \text{Br}^* \cdot X$ $\times 10^4 / X$ мкм, не менее | t_c , нс корре |
|--------------------------------------|--|-----------------|----------------|----------------|---------------------------------------|--|---------------------|
| ФУУ-611-1 | 0,1×0,1 | 1,0...3,1 | 2,0±0,2 | 5,105 | 5,108 | 1,5-10 ⁻⁵ | |
| ФУУ-611-2 | 0,2×0,2 | 1,0...3,1 | 2,0±0,2 | 3,105 | 5-108 | 1,5-10 ⁻⁵ | |
| ФУУ-611-3 | 0,3×0,3 | 1,0...3,1 | 2,0±0,2 | 1,105 | 5-108 | 1,5-10 ⁻⁵ | |
| ФУУ-611-4 | 0,5×0,5 | 1,0...3,1 | 2,0±0,2 | 8,105 | 5-108 | 1,5-10 ⁻⁵ | |
| ФУУ-611-5 | 1,0×1,0 | 1,0...3,1 | 2,0±0,2 | 5,104 | 5-108 | 1,5-10 ⁻⁵ | |
| ФУУ-611-6 | 2,0×2,0 | 1,0...3,1 | 2,0±0,2 | 3,104 | 5-108 | 1,5-10 ⁻⁵ | |
| ФУУ-611-7 | 3,0×3,0 | 1,0...3,1 | 2,0±0,2 | 2,104 | 5-108 | 1,5-10 ⁻⁵ | |
| ФУУ-611-8 | 5,0×5,0 | 1,0...3,1 | 2,0±0,2 | 2,104 | 5-108 | 1,5-10 ⁻⁵ | |
| ФУУ-611-9 | 0,5×3,0 | 1,0...3,1 | 2,0±0,2 | 2,104 | 5,108 | 1,5-10 ⁻⁵ | |
| ФУУ-612-1 | 0,1×0,1 | 1,0...3,6 | 2,7±0,2 | 1,106 | 3-109 | 5,10-4 | |
| ФУУ-612-2 | 0,2×0,2 | 1,0...3,6 | 2,7±0,2 | 8,105 | 3-109 | 5-10-4 | |
| ФУУ-612-3 | 0,3×0,3 | 1,0...3,6 | 2,7±0,2 | 6,105 | 3-109 | 5-10-4 | |
| ФУУ-612-4 | 0,5×0,5 | 1,0...3,6 | 2,7±0,2 | 4,105 | 3-109 | 5-10-4 | |
| ФУУ-612-5 | 1,0×1,0 | 1,0...3,6 | 2,7±0,2 | 2,105 | 3-109 | 5-10-4 | |
| ФУУ-612-6 | 2,0×2,0 | 1,0...3,6 | 2,7±0,2 | 5,104 | 3-109 | 5-10-4 | |
| ФУУ-612-7 | 3,0×3,0 | 1,0...3,6 | 2,7±0,2 | 2,104 | 3-109 | 5-10-4 | |
| ФУУ-612-8 | 5,0×5,0 | 1,0...3,6 | 2,7±0,2 | 1,104 | 3-109 | 5-10-4 | |
| ФУУ-612-9 | 0,5×3,0 | 1,0...3,6 | 2,7±0,2 | 1,105 | 3-109 | 5-10-4 | |
| ФУУ-613-1 | 1,0×0,1 | 1,0...4,4 | 3,3±0,2 | 1,106 | 4,109 | 2,10-4 | |
| ФУУ-613-2 | 0,2×0,2 | 1,0...4,4 | 3,3±0,2 | 8,105 | 4,109 | 2,10-4 | |
| ФУУ-613-3 | 0,3×0,3 | 1,0...4,4 | 3,3±0,2 | 6,105 | 4,109 | 2,10-4 | |
| ФУУ-613-4 | 0,5×0,5 | 1,0...4,4 | 3,3±0,2 | 4,105 | 4,109 | 2,10-4 | |
| ФУУ-613-5 | 1,0×1,0 | 1,0...4,4 | 3,3±0,2 | 2,105 | 4,109 | 2,10-4 | |
| ФУУ-613-6 | 2,0×2,0 | 1,0...4,4 | 3,3±0,2 | 5,104 | 4,109 | 2,10-4 | |
| ФУУ-613-7 | 3,0×3,0 | 1,0...4,4 | 3,3±0,2 | 2,104 | 4,109 | 2,10-4 | |
| ФУУ-613-8 | 5,0×5,0 | 1,0...4,4 | 3,3±0,2 | 1,104 | 4,109 | 2,10-4 | |
| ФУУ-613-9 | 0,5×0,3 | 1,0...4,4 | 3,3±0,2 | 1,105 | 4,109 | 2,10-4 | |
| ФУУ-614-1 | 0,1×0,1 | 1,0...5,2 | 3,8±0,2 | 5,105 | 2,5-109 | 5,10-5 | |
| ФУУ-614-2 | 0,2×0,2 | 1,0...5,2 | 3,8±0,2 | 5,105 | 2,5-109 | 5,10-5 | |
| ФУУ-614-3 | 0,3×0,3 | 1,0...5,2 | 3,8±0,2 | 2,105 | 2,5-109 | 5,10-5 | |
| ФУУ-614-4 | 0,5×0,5 | 1,0...5,2 | 3,8±0,2 | 1,105 | 2,5-109 | 5,10-5 | |
| ФУУ-614-5 | 1,0×1,0 | 1,0...5,2 | 3,8±0,2 | 1,105 | 2,5-109 | 5,10-5 | |
| ФУУ-614-6 | 2,0×2,0 | 1,0...5,2 | 3,8±0,2 | 3,104 | 2,5-109 | 5,10-5 | |
| ФУУ-614-7 | 3,0×3,0 | 1,0...5,2 | 3,8±0,2 | 1,104 | 2,5-109 | 5,10-5 | |
| ФУУ-614-8 | 5,0×5,0 | 1,0...5,2 | 3,8±0,2 | 1,104 | 2,5-109 | 5,10-5 | |
| ФУУ-614-9 | 0,5×0,3 | 1,0...5,2 | 3,8±0,2 | 3,104 | 2,5-109 | 5,10-5 | |

Фотоприемные устройства состоят из двухэлементного фоторезистора на основе халькогенидов связи с термоэлектрическим охлаждением и двухканального усилителя фотосигнала, размещенных в едином герметичном металлическом корпусе.

Фотоприемное устройство ФУЛ-611 имеет два фоточувствительных элемента, работающих в диапазоне длин волн от 1 до 45 мкм.

Фотоприемное устройство ФУМ-611 имеет два фоточувствительных элемента, работающих в различных спектральных диапазонах: первый — в диапазоне от 1 до 3,1 мкм, второй — в диапазоне от 1 до 5,2 мкм. Обозначение выводов приведено в табл. 4.18. Масса фотоприемного устройства не более 150 г.

Основные электрические параметры

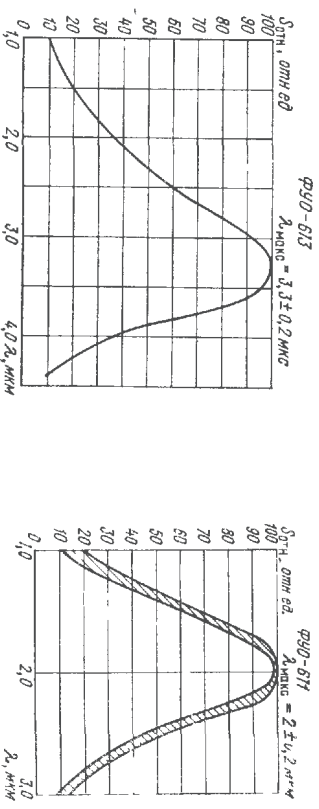
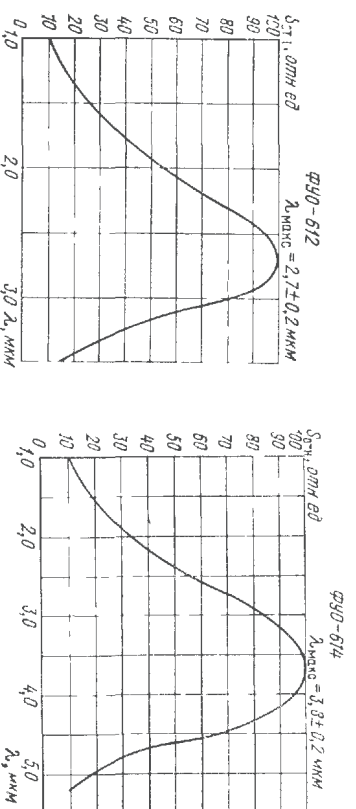
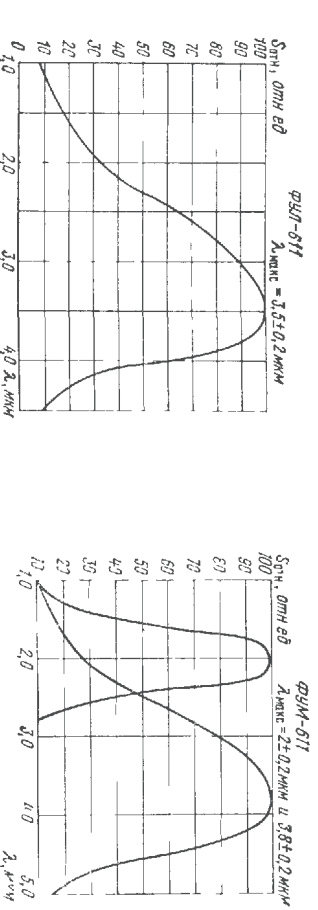
Напряжение питания усилителя фотосигнала, В 18 ± 3
 Ток, потребляемый усилителем фотосигнала, мА, не более 30
 Напряжение питания термоэлектрического охладителя, В 2
 Ток, потребляемый термоэлектрическим охладителем, А, не более 3
 Выходное сопротивление усилителя фотосигнала, Ом, не более 1000
 Сопротивление изоляции между выводами и корпусом ФПУ, МОм, не менее 100

Фотоэлектрические параметры фотоприемных устройств приведены в табл. 4.19

Таблица 4.19

| Тип фотоприемного устройства | Размеры фоточувствительного элемента, мм (число элементов) | $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | $S_{\text{фнт}}^*$, В/Вт, не менее | D^* , Вт $^{-1}$ Х $^{1/2}$ Х $_{\text{см}}$, не менее | τ , с, не более |
|------------------------------|--|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---|----------------------|
| ФУЛ-611-11 | $0,4 \times 1,7(2)$ | $1,0 \dots 4,5$ | $3,5 \pm 0,2$ | $1 \cdot 10^4$ | $4 \cdot 10^9$ | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |
| ФУЛ-611-12 | $0,7 \times 4,5(2)$ | $1,0 \dots 4,5$ | $3,5 \pm 0,2$ | $5 \cdot 10^3$ | $4 \cdot 10^9$ | $0,2 \cdot 10^{-3}$ |
| ФУМ-611-4 | $0,5 \times 0,5(2)$ | $1,0 \dots 3,1$ | $2,0 \pm 0,2$ | $8 \cdot 10^5$ | $5 \cdot 10^8$ | $1,5 \cdot 10^{-3}$ |
| | | $1,0 \dots 5,2$ | $3,8 \pm 0,2$ | $6 \cdot 10^4$ | $1,6 \cdot 10^9$ | $5 \cdot 10^{-3}$ |

Габаритные размеры, схема включения и относительные спектральные характеристики чувствительности

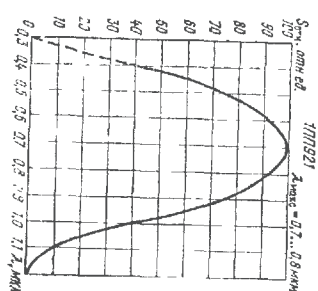
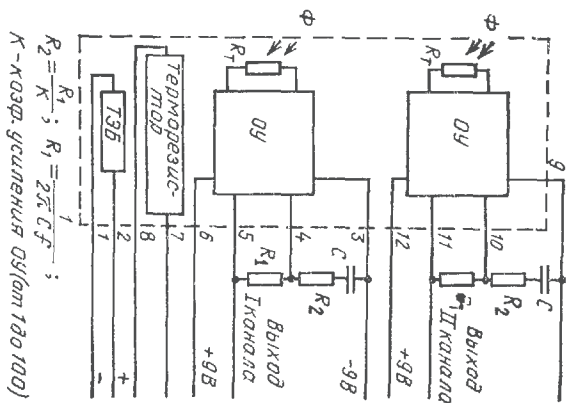
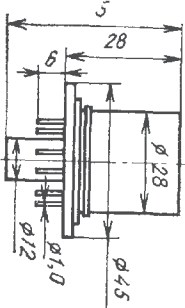


ФУЛ-611, ФУМ-611

Двухканальные охлаждаемые (220 К) герметичные ФПУ предназначены для приема и регистрации инфракрасного излучения в диапазоне длин волн от 1 до 5,2 мкм. Применяются в радиометрах и системах фотоэлектрической автоматики.

Таблица 4.18

| Выход | Наименование |
|--------|---|
| 1 | Минус термоэлектрического охладителя |
| 2 | Плюс термоэлектрического охладителя |
| 3 | Ноль питания I канала электронного тракта ФПУ |
| 4 | Инвертирующий вход операционного усилителя I канала ФПУ (регулировка усиления I канала ФПУ) |
| 5 | Выход I канала электронного тракта ФПУ |
| 6 | Плюс питания I канала электронного тракта ФПУ |
| 7,8 | Терморезистор |
| 9 | Ноль питания II канала электронного тракта ФПУ |
| 10 | Инвертирующий вход операционного усилителя II канала ФПУ (регулировка усиления II канала ФПУ) |
| 11 | Выход II канала электронного тракта ФПУ |
| 12 | Плюс питания II канала электронного тракта ФПУ |
| Корпус | Минус питания электронного тракта ФПУ |



Основные фотоэлектрические параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

| | |
|---|---------------------|
| Размеры фоточувствительной площадки, мм | 0,05×1 |
| Зазор между фоточувствительными площадками, мм | 0,05 |
| Интерлиньяжная токовая чувствительность от источника типа «А», А/дм, не менее | 10 |
| Импедансная чувствительность от источника с длиной волны 0,9 мкм и длительностью оптического импульса 0,1 мкс, В/Дж, не менее | 5·10 ¹⁰ |
| Пороговая чувствительность от источника с длиной волны 0,9 мкм и длительностью оптического импульса 0,1 мкс, Дж, не более | 4·10 ⁻¹⁵ |
| Напряжение коллектор — база, В | 10 |
| Ток эмиттера, мА | 0,2... 0,8 |
| Сопровождение нагрузки выхода, Ом | 1 |
| Темновой ток фотодиода при разомкнутой базе и напряжении коллектор — база 10 В, мкА, не более | 10 |
| Обратный ток коллектора при напряжении коллектор — база 10 В, мкА, не более | 0,1 |
| Емкость коллектора при напряжении коллектор — база 10 В, пФ, не более | 8 |
| Емкость эмиттера при напряжении эмиттер — база 0,1 В, пФ, не более 1,5 | |

| | |
|---|----|
| Напряжение коллектор — база, В, не более | 20 |
| Напряжение коллектор — эмиттер, В, не более | 15 |

Габаритные размеры, принципиальная электрическая схема и относительная спектральная характеристика чувствительности

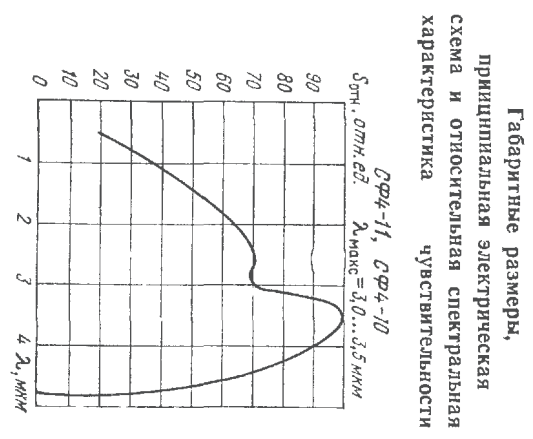
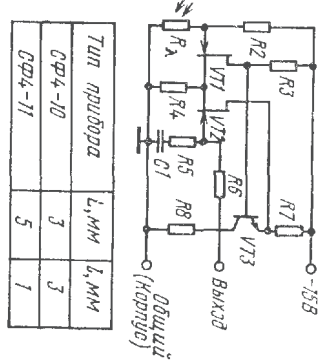
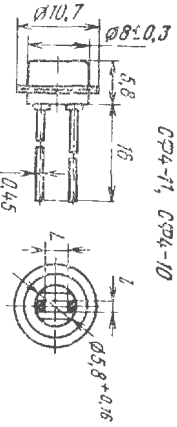
Фотооприемные устройства предназначены для работы в качестве приемников инфракрасного излучения в составе опико-электронной аппаратуры и систем фотоэлектрической автоматики, работающих в диапазоне длин волн от 0,5 до 4,6 мкм.

Фотопрямые устройства представляют собой селенито-свинцовые фото-резисторы с встроенным усилителем фотосигнала. Фотопрямые устройства выполнены в герметичном металлостеклянном корпусе с прозрачным входным окном.

Фотоприемные устройства СФ4-10, СФ4-11 различаются между собой размерами фоточувствительной площади. Масса ФПЧ не более 5 г.

| Размер фоточувствительной площадки, мм: | |
|---|-------------------|
| СФ4-10 | 3X3 |
| СФ4-11 | 1X5 |
| Обнаружительная способность при температуре источника излучения 573 К и частоте модуляции излучения 1200 Гц, Вт ⁻¹ ·Гц ^{1/2} ·см, не менее: | |
| СФ4-10 | 8·10 ⁸ |
| СФ4-11 | 5·10 ⁸ |
| Больтовая чувствительность при температуре источника излучения 573 К и частоте модуляции излучения 1200 Гц, В/Вт, не менее: | |
| СФ4-10 | 1200 |

| | |
|--------------------------------------|--------------------|
| СФ4-11 | 1000 |
| Постоянная времени, с, не более | 5·10 ⁻⁶ |
| Выходное сопротивление, Ом, не более | 5 |
| Напряжение питания, В | 15 |



МФ-6А, МФ-6Б

Многоканальные фотоэлектрические МДП-фотодиодные приемные устройства МФ-6А, МФ-6Б предназначены для преобразования оптических сигналов в диапазоне длин волн от 0,5 до 1 мкм в электрические, их усиления, хранения и считывания произвольной выборкой в составе различной оптико-электронной аппаратуры. Выполнены в стандартном 48-выводном металлокремниевом корпусе, имеющем стеклянное входное окно. Габаритные размеры корпуса ФПУ без выводов 31×16,5×3 мм. Масса фотоприемного устройства не более 5 г.

Организация ФПУ. Фотоприемные устройства представляют собой матрицу 16×16 интегральных кремниевых фотоприемных ячеек с электронной схемой

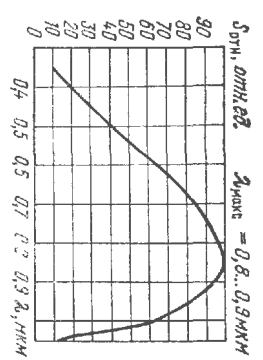
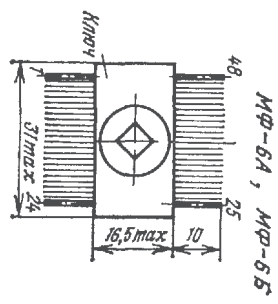
Таблица 4.20

| Рывод | Наименование |
|---|-----------------------------------|
| 1, 33, 2, 32, 3, 31, 4, 30, 5, 29, 6, 28, 7, 27, 8, 26, 9, 25, 35 | Выходы адресные 1, 2, ..., 15, 16 |
| 10, 11, 12, 22, 23, 34, 36, 46, 47, 38 | Минус источника питания |
| 20, 38, 19, 39, 18, 40, 17, 41, 16, 42, 15, 43, 14, 44, 13, 45 | Входы адресные 1, 2, ..., 15, 16 |
| 21, 27 | Общий |
| 24 | Вход генератора стирания |

усиления и управления в каждой ячейке. Обозначение выводов МФ-6 табл. 4.20. Выбор информации произвольный, число разрядов 16. Линейные размеры фоточувствительной площадки каждой фотоприемной ячейки составляют 0,1×0,1 мм. Шаг размещения фоточувствительных элементов 0,25 мм. Информационная емкость 256 ячеек. Допускается не более двух неработающих ячеек

Электрические и фотоэлектрические параметры при температуре (20±5) °С

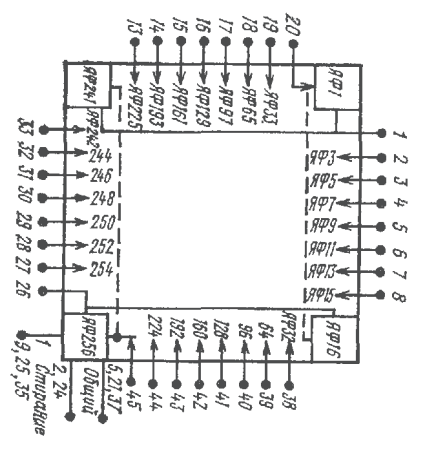
| | |
|--|------------|
| Токowa монохроматическая чувствительность, А/Вт, не менее | 0,22 |
| Вольтова монохроматическая чувствительность, В/Дж, не менее 1·10 ¹⁰ | |
| Выходное напряжение логического нуля, мВ, не менее: | |
| МФ-6А | 150 |
| МФ-6Б | 300 |
| Выходное напряжение логической единицы, мВ, не более: | |
| МФ-6А | 50 |
| МФ-6Б | 100 |
| Время хранения информации, мкс, не менее | 200 |
| Минимальная длительность, мкс, не более: | |
| импульса считывания | 0,2 |
| Ток потребления, мА, не более | 0,2 |
| Напряжение источника питания | —6 В ±5 % |
| смещения подложки | 5 В ±5 % |
| стирания | —12 В ±5 % |
| считывания | —12 В ±5 % |
| Длительность кадра, мкс | 20...250 |



МФ-14

Многоканальное фотоэлектрическое МДП-фотодиодное приемное устройство МФ-14 предназначено для преобразования оптических сигналов в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,1 мкм в электрические, их усиления, хранения и считывания

Габаритные размеры, схема соединения выводов и относительная спектральная характеристика чувствительности



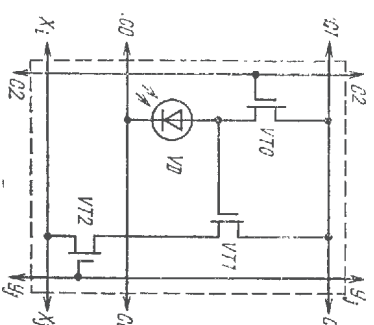


Рис. 4.4. Схема фоточувствительной ячейки МФ-14

на затвор транзистора $V70$ подается постоянное напряжение. Выбор информации произвольный, число разрядов 32.

Линейные размеры фоточувствительной площадки каждой фотоприемной ячейки $0,1 \times 0,1$ мм. Шаг размещения фоточувствительных элементов $0,25$ мм. Информационная емкость 1 024 ячеек.

Электрические и фотоэлектрические параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

Диапазон спектральной чувствительности, мкм $0,4 \dots 1,1$

Максимум спектральной характеристики, мкм $0,8 \dots 0,9$

Токовая чувствительность, А/Дж , не менее $9,6 \cdot 10^7$

Порог чувствительности в режиме статического смещения, Дж/яч , не более $4 \cdot 10^{-16}$

Порог чувствительности в режиме динамического смещения, Дж/яч $(0,7 \dots 1,2) \cdot 10^{-13}$

Разброс выходных токов фоточувствительных ячеек в режиме динамического смещения $7 \dots 12$ мкА или $(3 \dots 5) \%$ от максимального значения

Энергия насыщения, Дж , не менее $1,5 \cdot 10^{-12}$

Динамический диапазон в режиме динамического смещения, дБ $10 \dots 20$

Время хранения информации, мкс, не менее 200

Напряжение источников питания $-6 \text{ В} \pm 5 \%$; $-9 \text{ В} \pm 5 \%$

Амплитуда напряжения тактовых и управляющих импульсов $-12 \text{ В} \pm 5 \%$

МФ-16А, МФ-16Б, МФ-16В

Многоканальные фотоэлектрические МДП-фотодиодные приемные устройства предназначены для преобразования оптических сигналов в диапазоне длин волн от $0,4$ до $1,1$ мкм в электрические, их усиления, считывания произвольной выборкой и хранения в составе различной оптико-электронной аппаратуры.

Фотоприемные устройства выпускаются в бескорпусном исполнении и предназначены для применения в аппаратуре, обеспечивающей их защиту от внешней окружающей среды.

Организация ФПУ. Фотоприемные устройства представляют собой матрицу 16×16 интегральных кремниевых фотоприемных ячеек с электронной схемой усиления и управления в каждой ячейке.

В зависимости от способа подачи напряжения обратного смещения на фотодиод (импульсного или постоянного) режим работы МДП-фотодиода может быть динамическим или статическим.

Выбор информации произвольный, число разрядов 16.

Линейные размеры фоточувствительной площадки каждой фотоприемной ячейки $0,1 \times 0,1$ мм. Шаг размещения фоточувствительных элементов $0,25$ мм. Информационная емкость 256 ячеек.

Преобразование оптической информации в электрический сигнал производится в три последовательных цикла — считание, запись (накопление) и считывание. Подключение ФПУ к внешним электрическим цепям осуществляется с помощью гибкого шлейфа, имеющего 36 выводов, обозначение которых приведено в табл. 4.21.

Таблица 4.21

| Выход | Наименование | Р. вход | Наименование | Вывод | Наименование |
|-------|--------------------------------|---------|----------------------------------|-------|--------------------------------|
| 1 | $U_{\text{г2}}(U_{\text{с2}})$ | 13 | Вход 10 | 25 | Выход 15 |
| 2 | Выход 1 | 14 | Вход 9 | 26 | Выход 14 |
| 3 | Выход 5 | 15 | Вход 8 | 27 | Выход 12 |
| 4 | Выход 9 | 16 | Вход 7 | 28 | Выход 11 |
| 5 | Выход 13 | 17 | Вход 6 | 29 | Выход 10 |
| 6 | Выход 16 | 18 | Вход 5 | 30 | Выход 8 |
| 7 | Вход 16 | 19 | Вход 4 | 31 | Выход 7 |
| 8 | Вход 15 | 20 | Вход 3 | 32 | Выход 6 |
| 9 | Вход 14 | 21 | Вход 2 | 33 | Выход 4 |
| 10 | Вход 13 | 22 | Вход 1 | 34 | Выход 3 |
| 11 | Вход 12 | 23 | $-U_{\text{ср}}(-U_{\text{с2}})$ | 35 | Выход 2 |
| 12 | Вход 11 | 24 | $-U_{\text{г1}}(-U_{\text{с1}})$ | 36 | $U_{\text{г2}}(U_{\text{с2}})$ |

Электрические и фотоэлектрические параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

Диапазон спектральной чувствительности, мкм $0,4 \dots 1,06$

Максимум спектральной характеристики, мкм $0,7 \dots 0,9$

Вольтовая чувствительность, 10^9 В/Дж , не менее: 3

МФ-16А 6

МФ-16Б 8

МФ-16В $7,2 \cdot 10^7$

Токовая чувствительность, А/Дж , не менее $(5 \dots 7) \cdot 10^{-13}$

Порог чувствительности, Дж/яч : $6 \cdot 10^{-16}$

в режиме статического смещения

в режиме динамического смещения

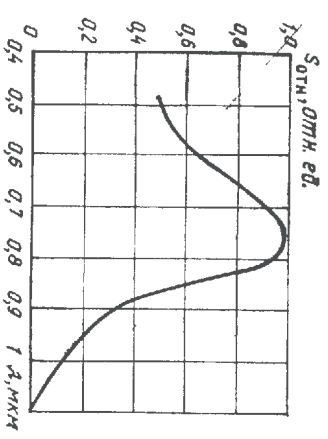
Разброс выходных токов фоточувствительных ячеек в режиме динамического смещения $40 \dots 50$ мкА или $20 \dots 30 \%$ от максимального значения

Энергия насыщения, Дж , не менее $2,5 \cdot 10^{-12}$

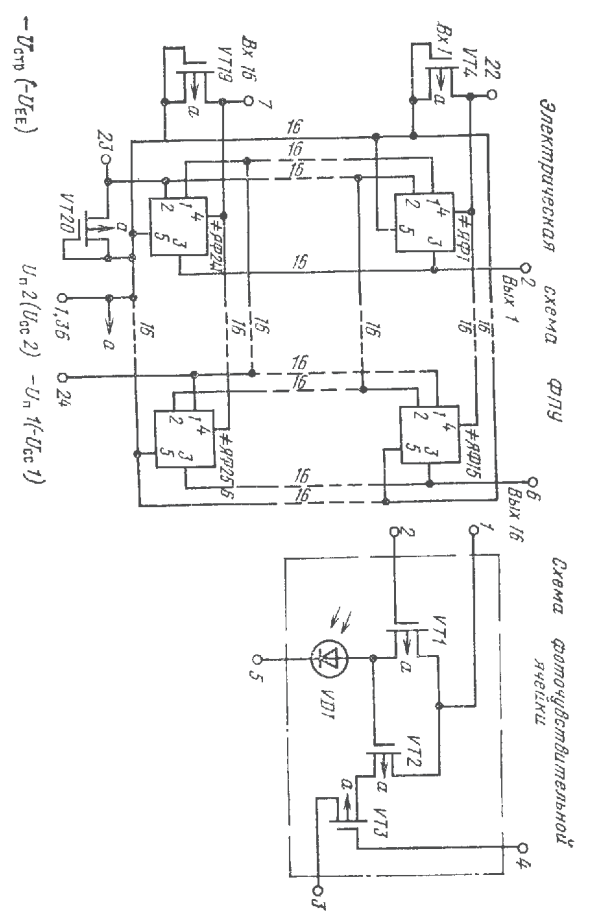
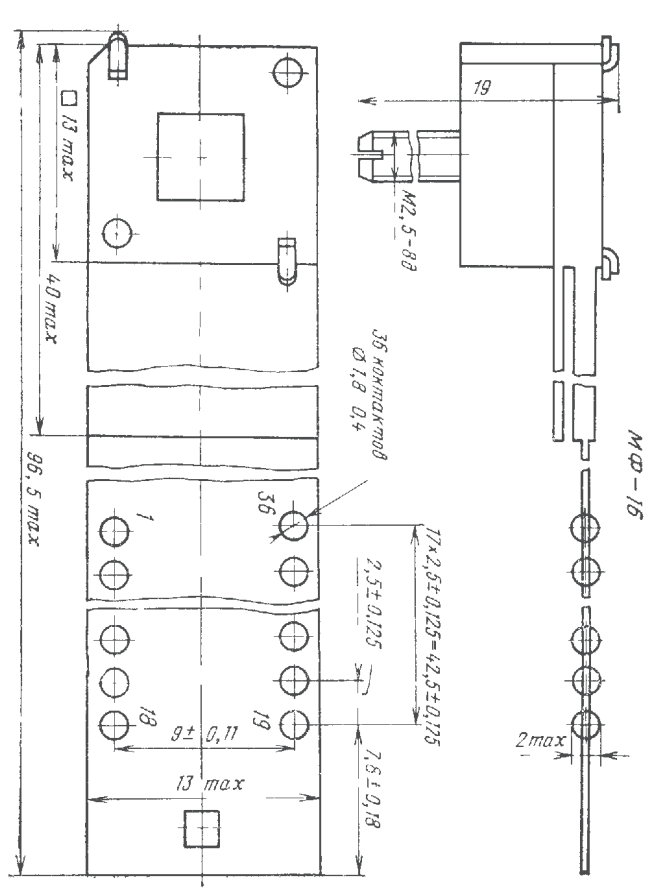
Динамический диапазон в режиме динамического смещения, дБ $3,6 \dots 5,0$

Время хранения информации, мкс, не менее 200

| | |
|---|------------------------|
| Напряжение источников питания | —6 В±2 %; —12 В±5 % |
| Амплитуда напряжения тактовых и управляющих импульсов (импульсов стирания и считывания) | —12 В±10 % |
| Напряжение смещения подложки | —5±5 % |
| Длительность сигнала считывания, мкс, не менее | 0,2 |
| Длительность сигнала стирания, мкс, не менее | 0,2 |
| Выходные напряжения, мВ, не более: | |
| логического нуля | —80 |
| на длине волны 0,63 мкм | —20 |
| Потребляемый ток, мА, не более | 2,5 |
| Минимальная нагрузка, ч | 10 000 |
| Диапазон рабочих температур, °С | —60 ... +70 |



Габаритные размеры, электрическая схема ФПУ, схема фоточувствительной ячейки и относительная спектральная характеристика чувствительности



МИФ-15

Многоканальное фотозлектрическое МДП-фотодиодное приемное устройство МИФ-15 предназначено для преобразования оптических сигналов в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,05 мкм в электрические, их усиления, хранения и считывания произвольной выборкой в составе различной оптико-электронной аппаратуры.

Выполнено в герметичном металлоглазном корпусе, имеющем входное окно из кварцевого стекла. Габаритные размеры корпуса без выводов 52×52×14 мм. Масса фотоприемного устройства не более 250 г

Организация ФПУ. Фотоприемное устройство представляет собой матрицу 32×32 интегральных кремниевых фотоприемных ячеек с электронной схемой усиления и управления в каждой ячейке.

Электрическая принципиальная схема фотоприемной ячейки приведена на рис. 4.5.

Выбор информации произвольный, число разрядов 32.

Линейные размеры фоточувствительной площадки каждой фотоприемной ячейки составляют 0,1×0,1 мм.

Количество кристаллов 4.

Шаг размещения фоточувствительных элементов на кристалле 0,25 мм

Шаг по фотоокнам между кристаллами 1,5 мм.

Число фотоприемных ячеек в одном кристалле 256.

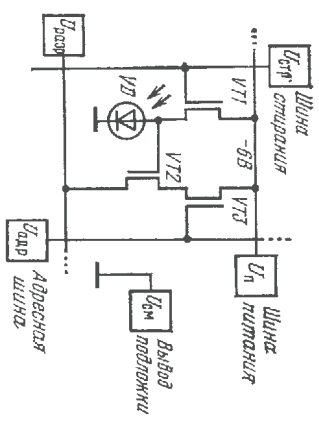


Рис. 4.5. Схема фоточувствительной ячейки МИФ-15

Обозначение выводов МИФ-15

| Вывод | Наименование |
|--|--------------------------------------|
| 1, 76 | Корпус |
| 2, 56, 3, 55, 4, 54, 5, 53, 6, 52, 7, 51, 8, 50, 9, 49, 11, 47, 12, 46, 13, 45, 14, 44, 15, 43, 16, 42, 17, 41, 18, 40 | Выходы адресные 1, 2, 3, ..., 31, 32 |
| 57, 58, 59, 29 | Подложка |
| 75, 21, 74, 22, 73, 23, 72, 24, 71, 25, 70, 26, 69, 27, 68, 28, 67, 30, 66, 31, 65, 32, 64, 33, 63, 34, 62, 35, 61, 36, 60, 37 | Входы адресные 1, 2, 3, ..., 31, 32 |
| 38, 39, 48 | Вход генератора стирания |

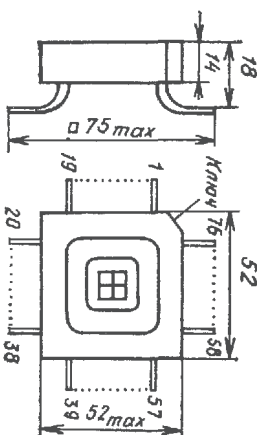
Информационная емкость ФПУ 1 024 ячейки.

Относительная спектральная характеристика чувствительности МИФ-15 такая же, как у ФПУ-36.

| | |
|--|-------------------------|
| Электрические и фотоэлектрические параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ | |
| Диапазон спектральной чувствительности, мкм | 0,35 ... 1,05 |
| Максимум спектральной чувствительности, мкм | 0,8 ... 0,9 |
| Порог чувствительности на длине волны 0,63 мкм, Дж/яч, не более | 5 · 10 ⁻¹² |
| Выходное напряжение логического нуля, мВ, не менее | 75 |
| Выходное напряжение логической единицы, мВ, не более | 250 |
| Время хранения информации, мкс, не менее | 200 |
| Минимальная длительность импульса считывания, мкс | 1 |
| Частота повторения импульсов считывания, кГц | 1 ... 50 |
| Время считывания слова, мкс, не более | 10 |
| Ток потребления, мА, не более | — |
| Напряжение питания | $-6 \text{ В} \pm 5\%$ |
| Напряжение смещения подложки | $5 \text{ В} \pm 5\%$ |
| Амплитуда напряжения импульсов считывания и стирания | $-12 \text{ В} \pm 5\%$ |

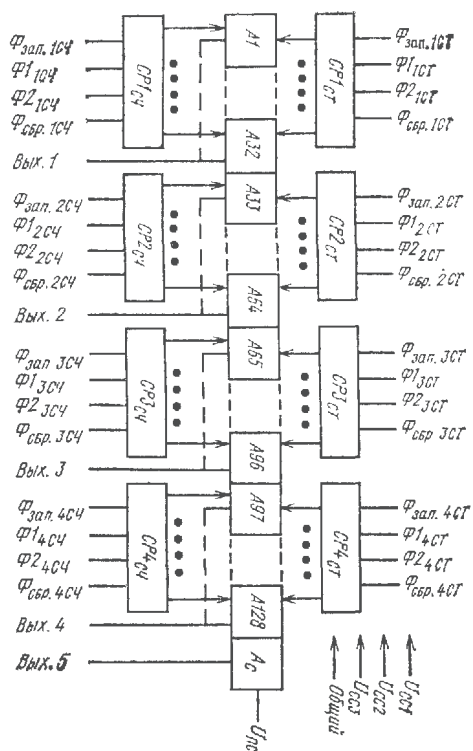
Габаритные размеры

МИФ-15



ФПУ-36

Многоканальное фотоэлектрическое МДП-фотоподложное приемное устройство предназначено для преобразования оптических сигналов в диапазоне длин волн от 0,4 до 1 мкм в электрические и их последовательного считывания. Оно мо-

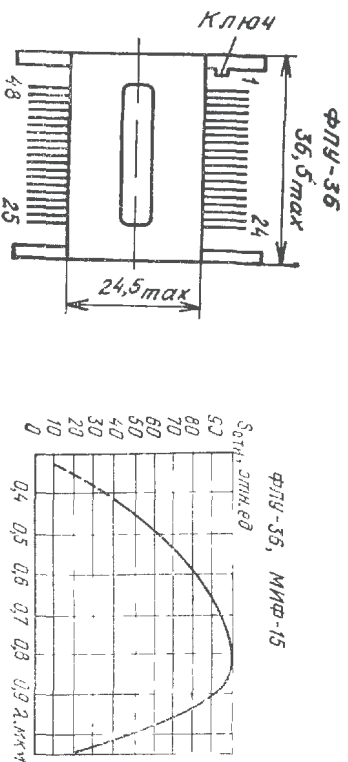


Шаг размещения фоточувствительных элементов 75 мкм.

| | |
|---|------------------------|
| Электрические и фотоэлектрические параметры при температуре (20±5)°С | |
| Диапазон спектральной чувствительности, мкм | 0,4 ... 1,0 |
| Максимум спектральной характеристики, мкм | 0,8 ... 0,9 |
| Токовая монохроматическая чувствительность, А/Дж, не менее | 7·10 ⁷ |
| Разброс значений токовой монохроматической чувствительности, %, не более | ±15 |
| Энергия насыщения ячеек, Дж/яч, не менее | 3·10 ⁻¹² |
| Выходной ток ячеек при отсутствии потока излучения (темновой ток), мкА | 400 ... 1 000 |
| Темновой ток синхронизирующего фотодиода, мкА, не более | 0,1 |
| Динамический диапазон по энергии, дБ, не менее | 20 |
| Диапазон частот сканирования | 40 кГц ... 2,5 МГц |
| Амплитуда напряжения тактовых и управляющих импульсов | ±12 В±5 % |
| Напряжение источников питания | ±9 В±10 % -6 В±10 % |
| Потребляемая мощность, мВт, не более | 25 |

Габаритные размеры

и относительная спектральная характеристика чувствительности



ФПУ-30, ФПУ-31, ФПУ-32, ФПУ-34

Многоканальные фотоэлектрические МДП-фотоприемные устройства ФПУ-30, ФПУ-31, ФПУ-32 и ФПУ-34 предназначены для преобразования оптических сигналов в электрические и их последовательного считывания в составе оптико-электронной аппаратуры, работающей в диапазоне длин волн от 3 до 5 мкм. Фотоприемные устройства ФПУ-30, ФПУ-31, ФПУ-32 и ФПУ-34 различаются между собой конструкцией корпуса и количеством фоточувствительных элементов.

Фотоприемное устройство ФПУ-30 выпускается в стандартном 48-выводном металлокерамическом корпусе типа 421.48-3, имеющем лейкокалпфировое входное окно. Фотоприемное устройство должно размещаться в специальном корпусе-криостате. Габаритные размеры корпуса без выводов составляют 36×24×4,2 мм.

Фотоприемные устройства ФПУ-31 и ФПУ-34 выпускаются в стеклянном корпусе-криостате. ФПУ снабжены охлаждаемым фильтром, формирующим спектральную характеристику приборов. Для присоединения прибора к внеш-

ним электрическим цепям он имеет разъем типа РС-32. Габаритные размеры приборов 53×101×117 мм.

Фотоприемное устройство ФПУ-32 выпускается в металлокерамическом корпусе-криостате ФПУ снабжено охлаждаемым фильтром, формирующим спектральную характеристику прибора. Для присоединения к внешним электрическим цепям ФПУ имеет разъем типа РС-32. Габаритные размеры прибора 43×115×140 мм.

Охлаждение фоточувствительных элементов ФПУ-31, ФПУ-32 и ФПУ-34 осуществляется заливкой в полость корпуса-криостата жидкого азота (77 К). Фотоприемное устройство ФПУ-32 может охлаждаться с помощью микроходо-длинника Джоуля — Томпсона.

Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения не допускается.

Обозначение выводов ФПУ-31, ФПУ-34 приведено в таб. 4.23, ФПУ-32 — в табл. 4.24.

Принципиальные электрические схемы ФПУ приведены на рис. 4.8 и 4.9. Организация ФПУ. Фотоприемные устройства ФПУ-30, ФПУ-31, ФПУ-32 и ФПУ-34 представляют собой интегральную линейную структуру МДП-фото-приемников из антимонида индия, работающих на принципе инжекции заряда (ПЗИ), совмещенную с кремневым МДП-коммутатором Коммутатор имеет выходной источник повторитель.

Таблица 4.23

| Выход | Наименование |
|--------------------|---|
| 3...17, 22, 24, 25 | Свободные |
| 1 | Выход |
| 23, 29 | Экранирующий вывод выходного провода |
| 18, 19 | Выходы 33, 34 |
| 21 | Входы генераторов тактовых импульсов $U_{т2}$, $U_{т1}$ |
| 26, 30 | Общий |
| 28 | Источники питания $U_{п1}$, $U_{п2}$ |
| 27, 32 | Вход генератора управляющих импульсов сброса $U_{упрб2}$ |
| 20 | Входы генераторов управляющих импульсов $U_{упрб1}$, $U_{упрб5}$ |
| 31 | Вход генератора запускающих импульсов $U_{упрб1}$ |

Таблица 4.24

| Выход | Наименование |
|--------------------|---|
| 14 | Выход $U_{с3}$ |
| 15, 22, 21, 24, 32 | Вход генератора импульсов инжекции ($U_{мс5}$) |
| 20, 25 | Источники питания ($U_{сс1}$, $U_{сс2}$, $U_{сс3}$, $U_{сс4}$) |
| 27, 28 | Входы генераторов управляющих импульсов $U_{мс3}$, $U_{мс4}$ |
| 26 | Входы генераторов тактовых импульсов $U_{с1}$, $U_{с2}$ |
| 29 | Вход генератора запускающих импульсов $U_{мс1}$ |
| 22, 31 | Вход генератора импульсов сброса $U_{мс2}$ |
| 30 | Общий |

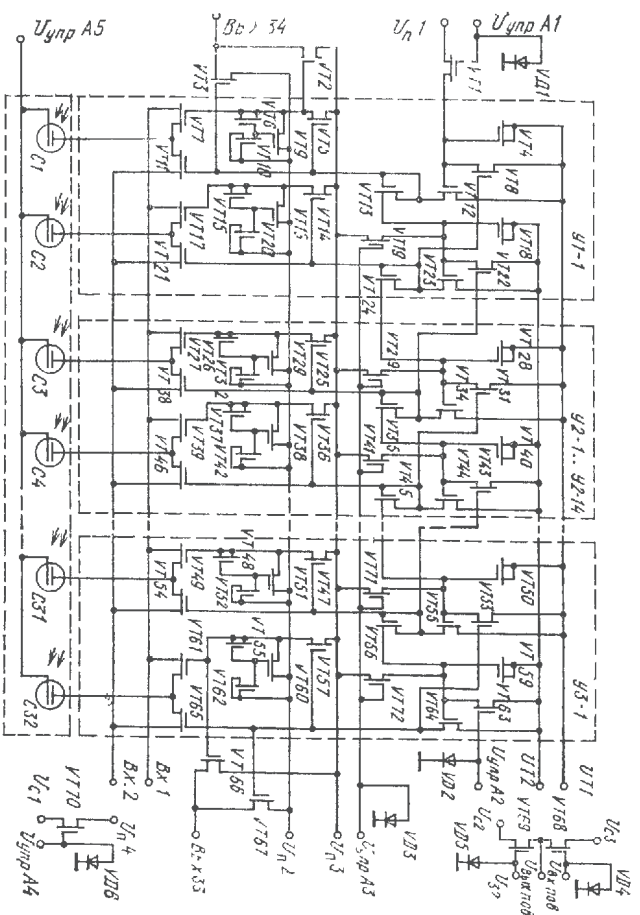


Рис. 4.8. Схема электрическая принципиальная ФПУ-31

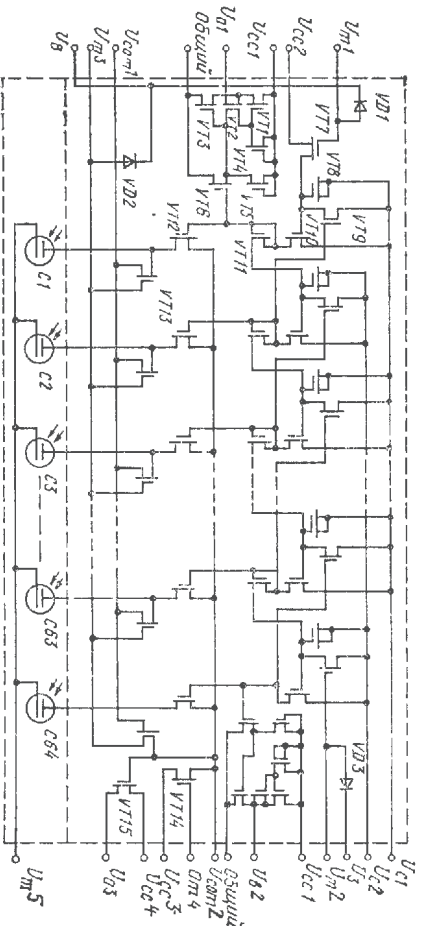


Рис. 4.9. Схема электрическая принципиальная ФПУ-32

Информационный сигнал обрабатывается специальным блоком обработки и выделения сигнала методом двойной коррелированной выборки. Блок обработки не входит в комплект ФПУ.

Фотоприемные устройства работают в двух режимах: режиме непрерывного накопления (рис. 4.10) и в режиме последовательного накопления (рис. 4.11).

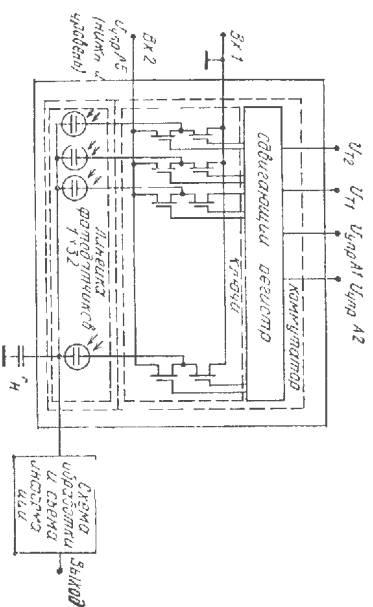


Рис. 4.10. Функциональная схема включения ФПУ-31, работающего в режиме непрерывного накопления

Таблица 4.25

| Наименование параметра, единица измерения | Значение параметра | Выход |
|--|--------------------|-------|
| Амплитуда напряжения тактовых импульсов $U_{т1}$, В | —13,5...—16,5 | 18,19 |
| Длительность тактовых импульсов, мкс | 5...400 | 18,19 |
| Длительность фронтов тактовых импульсов, нс | 100 | 18,19 |
| Амплитуда напряжения импульсов нижескани | 0...—12* | 32 |
| $U_{упр4}$ (нижний уровень), В | 0,2...2 | 32 |
| Длительность фронтов импульсов нижескани, нс | 100 | 32 |
| Амплитуда напряжения импульсов накопления | —8...+11 | 32 |
| $U_{упр4}$ (верхний уровень), В | 0,2...2 | 32 |
| Длительность фронтов импульсов накопления, нс | 100 | 32 |
| Амплитуда напряжения запускающих импульсов | —14,2...—15,8 | 20 |
| $U_{упр4}$, В | 5...400 | 20 |
| Длительность запускающих импульсов, мкс | 100 | 20 |
| Длительность фронтов запускающих импульсов, нс | 14,2...—15,8 | 28 |
| Амплитуда напряжения импульсов сброса | —14,2...—15,8 | 28 |
| $U_{упр4}$, В | 5...400 | 28 |
| Длительность импульсов сброса, мкс | 100 | 28 |
| Длительность фронтов импульсов сброса, нс | —13,5...—16,5 | 30 |
| Напряжение, В: | —13,5...—16,5 | 30 |
| источника питания 1 $U_{п1}$ | —13,5...—16,5 | 30 |
| источника питания 2 $U_{п2}$ | —13,5...—16,5 | 30 |
| источника питания 3 $U_{п3}$ | —13,5...—16,5 | 30 |
| источника питания 4 $U_{п4}$ | —13,5...—16,5 | 30 |
| управления $U_{упр4}$ | —13,5...—16,5 | 30 |

* Устанавливается индивидуально

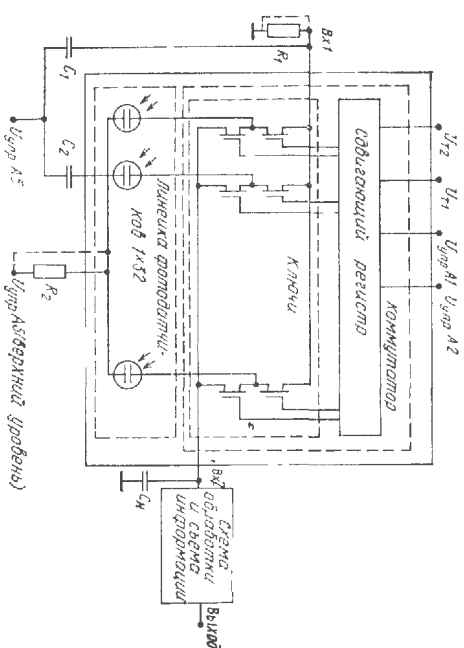


Рис. 4.11. Функциональная схема включения ФТУ-31, работающего в режиме последовательного накопления

Таблица 4.26

| Наименование параметра, единиц измерения | Значение параметра | Выходы |
|---|--------------------|--------|
| Амплитуда напряжения тактовых импульсов $U_{сг}$, В | —13,5...—16,5 | 27, 28 |
| Длительность тактовых импульсов, мкс | 8...65 | 27, 28 |
| Длительность фронтов тактовых импульсов, нс | 200 | 27, 28 |
| Амплитуда напряжения импульсов инжекции U_{m3} , В | 0...—12* | 14 |
| Длительность импульсов инжекции, мкс | 1...1,5 | 14 |
| Длительность фронтов импульсов инжекции, нс | 200 | 14 |
| Амплитуда напряжения запускающих импульсов U_{m1} , В | —14,2...—15,8 | 26 |
| Длительность запускающих импульсов, мкс | 8...65 | 26 |
| Длительность фронтов запускающих импульсов, нс | 200 | 26 |
| Амплитуда напряжения импульсов сброса U_{m2} , В | —14,2...—15,8 | 29 |
| Длительность импульсов сброса, мкс | 8...65 | 29 |
| Длительность фронтов импульсов сброса, нс | 200 | 29 |
| Амплитуда управляющих импульсов U_{m3} , U_{m4} , В | —14,2...—15,8 | 20, 25 |
| Длительность управляющих импульсов, мкс | 4 | 20, 25 |
| Длительность фронтов управляющих импульсов, нс | 200 | 20, 25 |
| Напряжение, В: | | |
| источника питания 1 $U_{сг1}$ | —13,5...—16,5 | 32 |
| источника питания 2 $U_{сг2}$ | —13,5...—16,5 | 24 |
| источника питания 3 $U_{сг3}$ | —3...—11* | 15 |
| источника питания 4 $U_{сг4}$ | —13,5...—16,5 | 21 |
| $U_{сг0 m1}$ | —3...—11* | 21 |
| Коммутируемое напряжение подложки U_v , В | 0 | 23, 31 |

- Устанавливается индивидуально.

Основные фотоэлектрические параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$
Количество фотоувствительных элементов:

| | | | | |
|---|----------|--------|-------------------------------------|------------|
| ФПЧ-31 | ФПЧ-32 | ФПЧ-34 | 64 | Однорядная |
| Растопложение фоточувствительных элементов | | | | линейка |
| Угол зрения, град. | не менее | | 40 | 78 |
| Рабочая температура фоточувствительного элемента, К | | | 10 ⁶ ... 10 ⁷ | |
| Интегральная вольтовая чувствительность, В/Вт | | | 5·10 ⁻¹² | |
| Пороговый ток, Вт, не более | | | 10 | |
| Коэффициент фотоэлектрической связи, % | не более | | | |

Электрические параметры и режимы работы ФПЧ, обеспечивающие указанные фотоперехватные параметры, приведены в табл. 4.25 и 4.26.

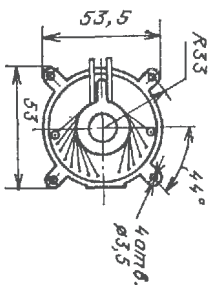
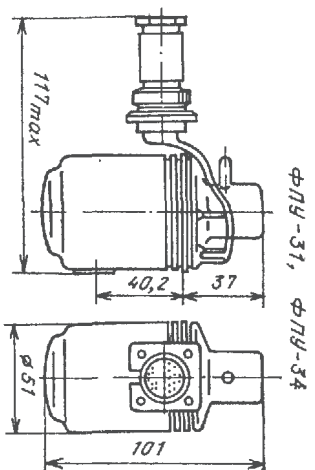
Условия эксплуатации фотоприемных устройств

Условия эксплуатации упомянутых ранее ФПЧ приведены в табл. 4.27.

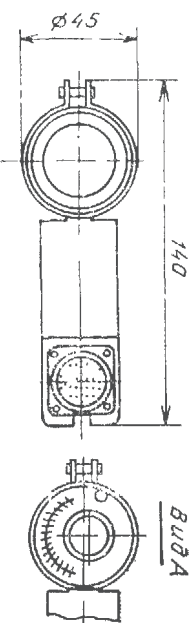
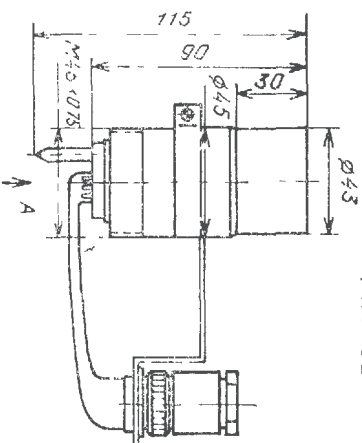
Таблица 4.27

| Условия эксплуатации | | | | | | | | | |
|----------------------|--|---|---|---|---|---|--|--|----------------------------|
| Тип прибора Бора | Диапазон рабочих температур, °С | Относительная влажность окружающего воздуха, % (при температуре °С) | Интервал рабочих давлений, мм рт. ст. (Па) | Допустимое ускорение при воздействии многократных ударов, g(m/c²), не более | Допустимое ускорение, g (м/с²)/при воздействии вибрации с частотой Гц | Допустимое ускорение при воздействии линейных нагрузок, g(м/с²) | Минимальная долговечность, ч, не менее | Сохраняемость, лет, не менее | |
| | ФПВ-14 | -60...+85 | — | 5...2 200 (6,6·10³...3 10⁵) | 40 (390) | $\frac{10}{(98)}$ 10...2000 | 25 (245) | 5 000 | 12 |
| | ФУУ-611 ... ФУО-614 ФУЛ-611 ФУМ-611 | -60...+60 | 98(25) | 400...780 (5,3·10³...10¹) | 70 (690) | 2011 6' 1...2000 | 50 (490) | 1 000 | 10 |
| | 1 ППЗ-21 МФ-6 МФ-14 МФ-16 МИФ-15 | -60...+85 -60...+80 -60...+80 -60...+80 -10...+40 | 8(35) 8(25) 98(25) 8(25) 98(40) | — — — — 5...2 200 (6,6·10³...3 10⁵) | — — — — 10 (98) | — — — — $\frac{10}{(98)}$ 1...600 | — — — 20 (245) | 10 000 10 000 10 000 10 000 10 000 | 12 12 12 12 12 |
| | СФ-9 СФ-10 ФПТ-36 | 25±5 | — | — | — | — | — | 25 000 | 25 |
| | ФПТ-30 ФПТ-31 ФПТ-32 ФПТ-34 | 25±5 | 98(25) | 710...7·0 (3,4·10³...10²) | — | — | — | — | — |

Габаритные размеры



ФПЗС1Л-1



4.8. Фотоувеличительные приборы с переносом заряда

ФПЗС1Л, ФПЗС1Л-1

Преобразователи линейные ФПЗС1Л представляют собой многоэлементные кремневые фотоэлектрические приборы с самосканированием на принципе пе-

реноса заряда. Приборы предназначены для использования в измерительной оптико-электронной аппаратуре и устройствах автоматической оптической фокусировки, работающих в диапазоне длин волн от 0,5 до 1 мкм.

Преобразователи выполнены в стандартном металлокерамическом корпусе, имеющем стеклянное входное окно. Линейная структура, изготовленная в виде большой полупроводниковой ИС, расположена внутри корпуса.

Преобразователи ФПЗС1Л и ФПЗС1Л-1 различаются между собой только величиной интегральной вольтовой чувствительности

Габаритные размеры преобразователей по корпусу без выводов составляют 3,3×14,7×29,5 мм. Масса прибора не более 5 г.

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой линейные многоэлементные фотоприемные структуры, состоящие из двух регистров сдвига с поверхностным переносом заряда и четырехфазным управлением. Каждый регистр содержит по 500 фотоувеличительных элементов, размещенных на 20 мкм в направлении, перпендикулярном переносу заряда. Размеры элемента 24 мкм в направлении переноса заряда и 200 мкм в перпендикулярном направлении.

Наименьший шаг пространственной дискретизации в каждом регистре составляет 3 мкм. Регистры смещены относительно друг друга на 1,5 мкм в направлении переноса. Возможно одновременное считывание сигналов двух строк изображения с мультиплексных выходов 3,4 и параллельное считывание сигналов двух строк изображения с раздельным объемом с выходов 1 и 2. Каждый из выходов можно использовать для вывода заряда в регистр. Обозначение выводов ФПЗС1Л дано в табл. 4.28

Таблица 4.28

| Вывод | Наименование |
|-------|--|
| 1 | Сток выходов 3, 4 |
| 2 | Слив выхода 3 |
| 3 | Разделительный электрод выходов 3, 4 |
| 4 | Подложка |
| 5 | Четвертые фазные электроды |
| 6 | Третьи фазные электроды |
| 7 | Исток выходного транзистора 1 |
| 8 | Затвор сбросового транзистора выхода 1 |
| 9 | Сток сбросового транзистора выхода 1 |
| 10 | Слив выходов 1, 2 |
| 11 | Сток выходов 1, 2 |
| 12 | Разделительный электрод выходов 1, 2 |
| 13 | Сток сбросового транзистора выхода 2 |
| 14 | Затвор сбросового транзистора выхода 2 |
| 15 | Сток сбросового транзистора выхода 2 |
| 16 | Исток выходного транзистора 2 |
| 17 | Вторые фазные электроды |
| 18 | Первые фазные электроды |
| 19 | Исток выходного транзистора выходов 3, 4 |
| 20 | Затвор сбросового транзистора выходов 3, 4 |
| 21 | Сток сбросового транзистора выходов 3, 4 |
| 22 | Слив выхода 4 |
| 23 | Сток выходов 3, 4 |
| 24 | Слив выходов 3, 4 |

Основные фотоэлектрические параметры при температуре (20±5) °С

Диапазон спектральной чувствительности, мкм 0,5 ... 1,0
 Максимум спектральной чувствительности, мкм 0,7 ... 0,8
 Вольтовая чувствительность от источника излучения типа «А» мВ/мк,
 не менее:

| | |
|---|------|
| ФПЭС1Д | 3,0 |
| ФПЭС1Д-1 | 20,0 |
| Максимальная экспозиция, дж·с, не более | 0,35 |
| Напряжение сигнала насыщения, В, не менее | 1,5 |
| Динамический диапазон выходного сигнала, дБ, не менее | 50 |
| Неравномерность напряжения светового сигнала, %, не более | 10 |
| Неравномерность напряжения темнового сигнала, %, не более | 10 |

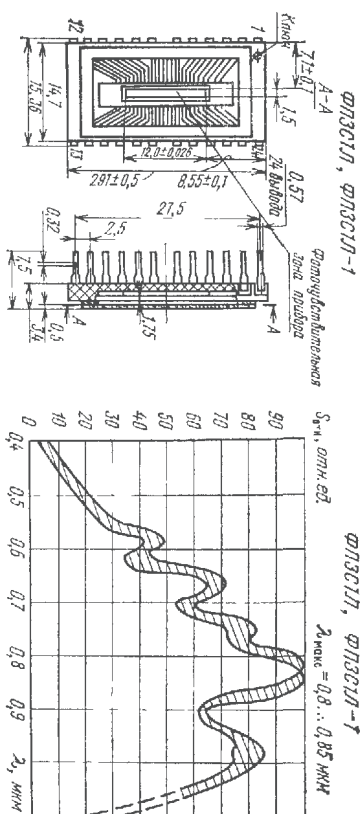
Электрические параметры и режимы работы, при которых обеспечиваются упомянутые выше фотоэлектрические параметры, приведены в табл. 4.29.

Т а б л и ц а 4.29

Электрические параметры и режимы

| Наименование параметра, единица измерения | Значение параметра | Выход |
|---|--------------------|-----------------|
| Постоянное напряжение на подложке, В | 15...25 | 4 |
| Верхний уровень импульсов регистров и электрода переноса, В | 12...15 | 3, 5, 6, 18, 19 |
| Нижний уровень импульсов регистров и электрода переноса, В | 0. 2 | 3, 5, 6, 18, 19 |
| Верхний уровень импульсов входного диода, В | 15...17 | 1 |
| Нижний уровень импульсов входного диода, В | 0...5 | 1 |
| Постоянное напряжение на раздельном электроде, В | 5...15 | 2, 24 |
| Постоянное напряжение на входном электроде, В | 5...15 | 23 |
| Верхний уровень импульсов на затворе сбросового транзистора, В | 5...10 | 9, 15 |
| Нижний уровень импульсов на затворе сбросового транзистора, В | —10...—5 | 9, 15 |
| Постоянное напряжение на стоке сбросового транзистора и экранярующем электроде, В | 0...5 | 10, 14 |
| Верхний уровень импульсов на электроде слива, В | 12...15 | 11 |
| Нижний уровень импульсов на электроде слива, В | 0...2 | 11 |
| Постоянное напряжение на выходном диоде, В | 0...3 | 12 |
| Постоянное напряжение на затворе входного транзистора, В | —5...0 | 22 |
| Постоянное напряжение на истоке (стоке) выходных транзисторов, В | 0 | 7, 17 |
| Постоянный ток стока (истока) выходных транзисторов, мА | 0,2...1,0 | 8, 16 |
| Постоянное напряжение на барьерном электроде, В | 10...15 | 13 |

Габаритные размеры и относительная спектральная характеристика чувствительности



ФПЭС1М-А, ФПЭС1М-Б, ФПЭС1М-В

Преобразователи представляют собой многоэлементные фотоэлектрические приборы с самосканнированием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в передающей аппаратуре черно-белого телевидения, работающей в спектральном диапазоне длин волн от 0,48 до 1,0 мкм. Преобразователи выполнены в стандартном металлокерамическом корпусе типа 421-48-3. В крышке корпуса имеется стеклянное входное окно. Фотопримечная матрица, выполненная в виде большой полупроводниковой ИС, расположена внутри корпуса.

Преобразователи ФПЭС1М-А, ФПЭС1М-Б и ФПЭС1М-В различаются между собой числом допустимых дефектных площадок.

Габаритные размеры преобразователей по корпусу без выводов составляют 4,8×24×36,5 мм. Масса прибора не более 14 г.

Организация преобразователя. Преобразователи представляют собой фотопримечную матрицу с числом элементов 512×576. Матрица содержит секцию накопления, секцию памяти, верхний и нижний выходные регистры. Регистры имеют свои входные устройства и устройства формирования выходного сигнала. Преобразователи построены на приборах с зарядовой связью. Схема питания матрицы трехфазная, с калдровым переносом накопленной информации. Вывод зарядов осуществляется через регистр, примыкающий к секции памяти. Верхняя и нижняя половинки матрицы симметричны. Любая из половин может служить как для накопления, так и для хранения зарядов, что позволяет выбирать оптимальное положение матрицы, при котором воспроизводимое изображение получается наилучшим.

При работе преобразователи в телевизионном режиме принимаемое изображение преобразуют на секцию накопления.

Размер секции накопления или секции памяти 6,91×9,22 мм.

Размер фоточувствительного элемента 24×18 мкм.

Обозначение выводов фотопримечной матрицы приведено в табл. 4.30.

Таблица 4.30

| Выход | Наименование |
|--------|---|
| 2, 27 | Подложка |
| 3, 26 | Вторые выходные затворы |
| 4, 25 | Первые выходные затворы |
| 5, 24 | Сток (исток) выходного транзистора регистра |
| 6, 23 | Затвор сбросового транзистора |
| 7, 22 | Сток (исток) выходного регистра |
| 8, 21 | Исток (сток) выходного транзистора регистра |
| 9, 40 | Первые фазные электроды секции памяти |
| 10, 39 | Вторые фазные электроды секции памяти |
| 11, 38 | Третьи фазные электроды секции памяти |
| 12, 37 | Разделительный электрод |
| 13, 36 | Третьи фазные электроды секции накопления |
| 14, 35 | Первые фазные электроды секции накопления |
| 15, 34 | Вторые фазные электроды секции накопления |
| 16, 41 | Вторые входные затворы |
| 17, 42 | Первые входные затворы |
| 18, 43 | Исток выходного регистра |
| 19, 44 | Третьи фазные электроды выходного регистра |
| 20, 45 | Вторые фазные электроды выходного регистра |
| 21, 46 | Первые фазные электроды выходного регистра |
| 22, 47 | Подложка |

Таблица 4.31

| Наименование параметра, единица измерения | Значение параметра | Выход |
|--|--------------------|------------------------|
| Постоянное напряжение на подложке, В | 0 | 2, 22, 27, 47 |
| Уровень накопления, В | 5...15 | 13, 14, 15, 34, 35, 36 |
| Уровень обогащения, В | 1...5 | 13, 14, 15, 34, 35, 36 |
| Нижний уровень импульсов вертикального переноса, В | 1,5...7,5 | 13, 14, 15, 34, 35, 36 |
| Верхний уровень импульсов вертикального переноса, В | 12...18 | 9, 10, 11, 37, 38, 39 |
| Нижний уровень импульсов выходного регистра, В | 1,5...7,5 | 13, 14, 15, 34, 35, 36 |
| Верхний уровень импульсов выходного регистра, В | 12...20 | 19, 20, 21, 45, 46, 47 |
| Постоянное напряжение на стоке, В | 10...19 | 19, 20, 21, 45, 46, 47 |
| Постоянное напряжение фона, В | 3,5...10,5 | 7, 22 |
| Постоянное напряжение на разделительных электродах выходного регистра, В | 3...9 | 16, 17, 41, 42 |
| Рабочий ток выходного транзистора, мА | 1...2 | 12, 37 |
| | | 8, 21 |

Основные фотоэлектрические параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

Диапазон спектральной чувствительности, нм 0,48...1,0
 Максимум спектральной чувствительности, нм 0,7...0,8
 Вольтовая чувствительность от источника излучения типа «А», мВ/лк, не менее 20
 Максимальная освещенность при времени кадра 20 мс, лк, не менее 2
 Максимальное напряжение выходного сигнала, мВ, не менее 100

Глубина модуляции напряжения сигнала на отметке 200 линий в центре, %, не менее 41
 Неравномерность напряжения, %, не более: 20
 светового сигнала 20
 темнового сигнала 20

Электрические параметры и режимы работы ФПЭСИМ представлены в табл. 4.31.

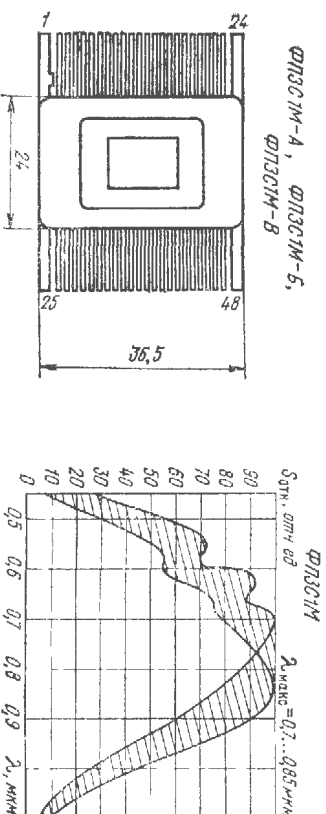
Изготовить матричную фотоувеличительную структуру с числом элементов порядка 10^5 и более, в которой не было бы ни одного элемента, не соответствующего по параметрам требованиям технических условий (т. е. дефектного элемента), чрезвычайно трудно. Поэтому почти все выпускаемые образцы имеют то или иное количество дефектных элементов. Допустимое число дефектов для ФПЭСИМ указано в табл. 4.32.

Таблица 4.32

| Тип прибора | Количество допускаемых дефектов | | |
|-------------|--|--|--|
| | Зона I | Зона II | Зона III |
| ФПЭСИМ-А | Нет | Нет | Не более 10 дефектов по п.2 примечаний |
| ФПЭСИМ-Б | Не более 2 дефектов по п.2 примечаний | Не более 10 дефектов по п.2 примечаний | Суммарная площадь, занимаемая дефектами по п.2 и 3 примечаний, не более 2 % от площади зоны III |
| ФПЭСИМ-В | Не более 20 дефектов по п.2 примечаний | Не более 10 дефектов по п.2 примечаний | Суммарная площадь, занимаемая дефектами по п.2 и 3 примечаний, не более 10 % от площади зоны III |

Примечания 1. Площадь воспроизводимого изображения разбивается на три центра-рованные непрерывно расширяющиеся зоны с внешними линейными размерами, соответствующими следующим частям полного размера воспроизводимого изображения: 30 % — зона I, 60 % — зона II, 100 % — зона III.
 2. Допускаемый локальный дефект на поле изображения, имеющий вид пятна, не выходит за границы участка, соответствующего по площади 60 % фотоувеличительным элементам.
 3. Допускаемый дефект на поле изображения, имеющий вид столба, не выходит за границы участка, соответствующего двум смежным столбам фотоувеличительных элементов прибора.

Габаритные размеры и относительная спектральная характеристика чувствительности



ФПЗСЗМ, ФПЗСЗМ-1

Т а б л и ц а 4.34

Преобразователи матричные ФПЗСЗМ представляют собой многоэлементные фотоэлектрические приборы с самосканированием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в передающей аппаратуре цветного и черно-белого телевидения, работающей в спектральном диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм.

Преобразователи выполнены в стандартном планарном металлокерамическом корпусе. В крышке корпуса имеется стеклынное входное окно. Фотопрямая матрица, выполненная в виде большой полупроводниковой ИС, расположена внутри корпуса.

Преобразователи ФПЗСЗМ и ФПЗСЗМ-1 различаются между собой количеством допустимых дефектных площадок. Габаритные размеры преобразователей по корпусу без выводов составляют 2,98×15,75×19,5 мм. Масса прибора не более 3 г.

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой фотопрямую матрицу с числом элементов 288×256. Матрица содержит секцию накоплений, секцию памяти, верхний и нижний выходные регистры. Регистры имеют свои входные устройства и устройства формирования выходного сигнала. Преобразователи построены на приборах с зарядовой связью. Схема питания матрицы трехфазная, с кадровым переносом накопленной информации.

Размер секции накопления или секции памяти 4,3×5,9 мм.
Размер фоточувствительного элемента 30×23 мкм.

Обозначение выводов фотопрямой матрицы приведено в табл. 4.33.

Т а б л и ц а 4.33

| Вывод | Наименование |
|--------|---|
| 1 | Первые фазные электроды верхнего выходного регистра |
| 2 | Вторые фазные электроды верхнего выходного регистра |
| 3 | Третьи фазные электроды верхнего выходного регистра |
| 4 | Входной электрод верхнего выходного регистра |
| 5 | Первые фазные электроды секции накопления |
| 6 | Вторые фазные электроды секции накопления |
| 7 | Третьи фазные электроды секции накопления |
| 8 | Разделительные электроды |
| 9 | Сток нижнего выходного регистра |
| 10 | Затвор сбросового транзистора нижнего выходного регистра |
| 11 | Исток выходного транзистора нижнего выходного регистра |
| 12, 24 | Подложка |
| 13 | Первые фазные электроды нижнего выходного регистра |
| 14 | Вторые фазные электроды нижнего выходного регистра |
| 15 | Третьи фазные электроды нижнего выходного регистра |
| 16 | Входной электрод нижнего выходного регистра |
| 17 | Вторые фазные электроды секции хранения |
| 18 | Первые фазные электроды секции хранения |
| 19 | Третьи фазные электроды секции хранения |
| 20 | Исток выходного транзистора центрального электрода |
| 21 | Сток верхнего выходного регистра |
| 22 | Затвор сбросового транзистора верхнего выходного регистра |
| 23 | Исток выходного транзистора верхнего выходного регистра |

Наименование параметра, единица измерения

Значение параметра

Вывод

| | | | |
|---|---------|---------------------|--|
| Уровень накопления, В | 5...20 | 5, 6, 7 | |
| Уровень обогашения, В | 0...15 | 5, 6, 7 | |
| Нижний уровень импульсов вертикального переноса, В | 0...10 | 5, 6, 7, 17, 18, 19 | |
| Верхний уровень импульсов вертикального переноса, В | 10...20 | 5, 6, 7, 17, 18, 19 | |
| Нижний уровень импульсов выходного регистра, В | 0...10 | 1, 2, 3, 13, 14, 15 | |
| Верхний уровень импульсов выходного регистра, В | 10...20 | 1, 2, 3, 13, 14, 15 | |
| Постоянное напряжение стока, В | 10...20 | 9, 21 | |
| Постоянное напряжение на разделительных электродах, В | 0...15 | 8 | |
| Постоянное напряжение на входных электродах регистра, В | 0...20 | 4, 16 | |
| Нижний уровень импульса сброса, В | 0...10 | 10, 22 | |
| Верхний уровень импульса сброса, В | 10...20 | 10, 22 | |
| Рабочий ток выходных транзисторов, мА | 0,5...5 | 11, 20, 23 | |
| Максимальное постоянное напряжение на стоке, В | 30 | 9, 21 | |

Примечание. Все напряжения измеряются относительно подложки. Напряжение обогашения—положительное, все остальные—отрицательные. Напряжение подложки составляет 20 В относительно земли.

Т а б л и ц а 4.35

| Тип прибора | Количество допускаемых дефектов | | |
|-------------|--|---|--|
| | Зона I | Зона II | Зона III |
| ФПЗСЗМ | Нет | Не более 10 дефектов по п.п. 3 и 2 примечания | Суммарное число дефектов не должно превышать 5 % общего числа элементов разложения |
| ФПЗСЗМ-1 | Не более 5 дефектов по п.п. 2 и 3 примечаний | Не более 50 дефектов по п.п. 2 и 3 примечаний | То же |

Примечания: 1. Площадь воспроизводимого изображения рабавается на три центра- рованные непрерывающиеся зоны с внешними линейными размерами, соответствующими следующим частям полного размера воспроизводимого изображения: 10 %—зона I, 40 %—зона II, 100 %—зона III.

2. Допускается дефект, имеющий вид локального пятна размером не более 3×3 элемента разложения.

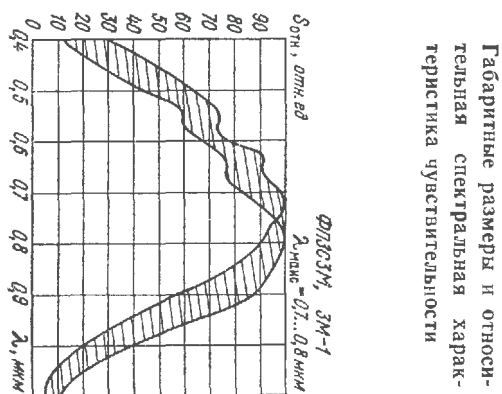
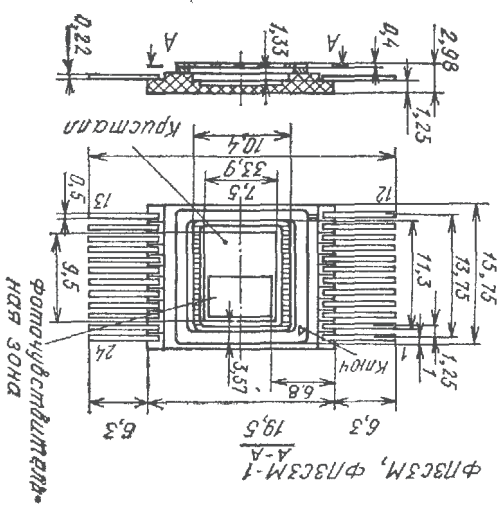
3. Допускается дефект в виде столбца шириной не более 2 элементов разложения с перерывом не менее 8 элементов разложения.

Основные фотоэлектрические параметры при температуре (20±5) °C

Диапазон спектральной чувствительности, мкм 0,4 1,0
Максимум спектральной чувствительности, мкм 0,7 0,8
Волновая чувствительность от источника излучения типа «А», мВ/лк, не менее 30
Максимальная освещенность, лк, не менее 4
Максимальное напряжение выходного сигнала, мВ, не менее 120

Глубина модуляции напряжения сигнала при передаче 100 черных и белых линий на строку, %, не менее 40
 Неравномерность напряжения светового сигнала, %, не более 10
 Неравномерность напряжения темнового сигнала, %, не более 10

Электрические параметры и режимы работы ФПЗСЗМ указаны в табл. 4.34, допускаемые дефекты — в табл. 4.35.



ФПЗС4М

Преобразователь матричный ФПЗС4М представляет собой многоэлементный фотоэлектрический прибор с самосканированием на принципе переноса заряда. Прибор предназначен для использования в передающей аппаратуре черно-белого и цветного телевидения, работающей в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,05 мкм.

Преобразователь выполнен в металлокерамическом корпусе. В крышке корпуса имеется стеклянное входное окно. Фотоприемная матрица, выполненная в виде большой полупроводниковой ИС, расположена внутри корпуса.

Габаритные размеры преобразователя по корпусу без выводов составляют 4,5×25,7×42,5 мм. Масса прибора не более 12 г.

Организация преобразователя. Преобразователь представляет собой фотоприемную матрицу с числом элементов 576×512. Матрица содержит секцию накопления, секцию памяти и выходной регистр. Преобразователь построен на приборах с зарядовой связью. Схема питания матрицы трехфазная, с кадровым выводом накопленной информации.

Обозначение выводов фотоприемной матрицы приведено в табл. 4.36.

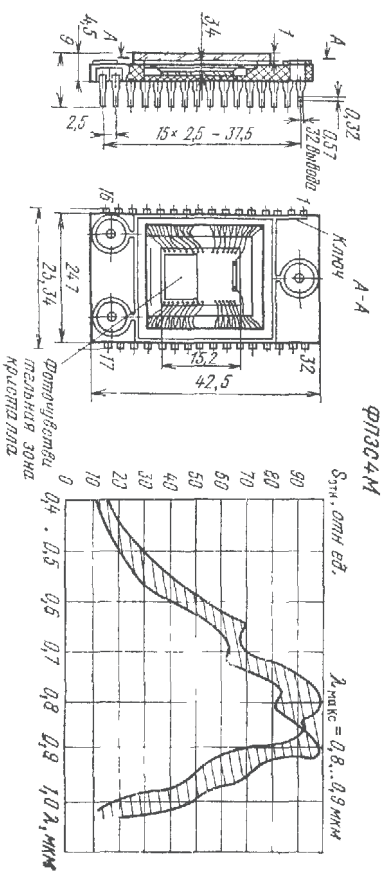
Основные фотоэлектрические параметры при температуре (20±5) °С. Вольтовая чувствительность от источника излучения типа «А» и времени кадра 20 мс, мВ/лк, не менее 40

| Быв о.д | Наименование |
|---------------|---|
| 1, 16, 17, 32 | Не подключать |
| 2, 31 | Подложка |
| 3 | Первые фазные электроды выходного регистра |
| 4 | Вторые фазные электроды выходного регистра |
| 5 | Третьи фазные электроды выходного регистра |
| 6 | Исток выходного регистра |
| 7 | Первые входные затворы |
| 8 | Вторые входные затворы |
| 9, 24 | Первые фазные электроды секции памяти |
| 10, 23 | Вторые фазные электроды секции памяти |
| 11, 22 | Третьи фазные электроды секции памяти |
| 12, 21 | Разделительный электрод |
| 13, 20 | Третьи фазные электроды секции накопления |
| 14, 19 | Вторые фазные электроды секции накопления |
| 15, 18 | Первые фазные электроды секции накопления |
| 25 | Исток (сток) выходного транзистора регистра |
| 26 | Сток выходного регистра |
| 27 | Затвор сбросового транзистора |
| 28 | Сток (исток) выходного транзистора регистра |
| 29 | Первые выходные затворы |
| 30 | Вторые выходные затворы |

Напряжение сигнала насыщения, мВ, не менее 100
 Максимальная освещенность, лк, не менее 2
 Глубина модуляции напряжения сигнала на отметке 200 линий в центре, %, не менее 45
 Неравномерность напряжения светового сигнала, %, не более 20
 Неравномерность напряжения темнового сигнала, %, не более 20

Электрические параметры и режимы работы ФПЗС4М указаны в табл. 4.37.

Габаритные размеры и относительная спектральная характеристика чувствительности



| Наименование параметра, единица измерения | Значение параметра | | Выход |
|--|--------------------|------------|-------------------------------|
| | не менее | не более | |
| Уровень обогащения, В | 0 | 4 | 13, 14, 15, 18, 19, 20 |
| Нижний уровень импульсов вертикального переноса, В | 1,5 | 10 | 9, 10, 14, 15, 18, 19, 23, 24 |
| Верхний уровень импульсов вертикального переноса, В | 12 | $U_{подг}$ | 9, 10, 14, 15, 18, 19, 23, 24 |
| Нижний уровень импульсов выходного регистра, В | 1,5 | 10 | 3, 4, 5 |
| Уровень накопления, В | 1,5 | $U_{подг}$ | 13, 14, 15, 18, 19, 20 |
| Уровень памяти, В | 1,5 | $U_{подг}$ | 9, 10, 11, 22, 23, 24 |
| Верхний уровень импульсов выходного регистра, В | $U_{подг}$ | $U_{подг}$ | 3, 4, 5 |
| Размах импульсов выходного регистра, В | 12 | 12 | 3, 4, 5 |
| Постоянное напряжение на стоке, В | 10 | $U_{подг}$ | 25 |
| Постоянное напряжение фона, В | 10 | $U_{подг}$ | 8 |
| Постоянное напряжение на раздельных электродах выходного регистра, В | 10 | $U_{подг}$ | 7, 29 |
| Нижний уровень импульсов на затворе сбросового транзистора, В | 0 | 0 | 27 |
| Верхний уровень импульсов на затворе сбросового транзистора, В | 15 | $U_{подг}$ | 27 |
| Рабочий ток выходного транзистора, мА | 1 | 2 | 25, 28 |

Примечание. Все напряжения измеряются относительно подложки; $U_{подг}$ — постоянное напряжение на выводах 2, 31, измеренное относительно корпуса аппарата. Напряжение уровня обогащения положительное, напряжение остальных уровней отрицательное. Суммарное напряжение ($U_{подг} + U_{обог}$) не должно превышать 24 В.

ФПЗС5М, ФПЗС5М-1, ФПЗС5М-2

Преобразователи матричные ФПЗС5М представляют собой многоэлементные фотоэлектрические приборы с самосканированием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в оптико-электронной аппаратуре, работающей с импульсными источниками излучения в диапазоне для волн от 0,4 до 1,05 мкм.

Преобразователи выполнены в стандартном планарном металлокерамическом корпусе. В крышке корпуса имеется стеклянное входное окно. Фотоприемная матрица, выполненная в виде большой полупроводниковой ИС, расположена внутри корпуса.

Преобразователи ФПЗС5М, ФПЗС5М-1 и ФПЗС5М-2 различаются между собой уровнем отдельных фотоэлектрических параметров и количеством дефектных площадок.

Лаборитные размеры преобразователей по корпусу без выводов составляют 3,0×15, 75×19,5 мм. Масса прибора не более 5 г.

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой фотоприемную матрицу с числом элементов 512×287. Матрица содержит секцию накопления, верхний и нижний выходные регистры. Регистры имеют свои входные устройства и устройства формирования выходного сигнала. Преобразователи построены на приборах с зарядовой связью. Схема питания матрицы трехфазная, с показанным переносом накопленной информации.

Обозначение выводов фотоприемной матрицы приведено в табл. 4.38.

Т а б л и ц а 4.38

| Выход | Наименование |
|---------------|--|
| 1, 12, 13, 24 | Не подключать |
| 2 | Сток выходных регистров |
| 3 | Исток выходного транзистора нижнего регистра |
| 4, 20 | Подложка |
| 5 | Первые фазные электроды нижнего выходного регистра |
| 6 | Вторые фазные электроды нижнего выходного регистра |
| 7 | Третьи фазные электроды нижнего выходного регистра |
| 8 | Вторые входные затворы нижнего регистра |
| 9 | Третьи фазные электроды секции накопления |
| 10 | Вторые фазные электроды секции накопления |
| 11 | Первые фазные электроды секции накопления |
| 12 | Первые входные затворы регистра |
| 13 | Исток верхнего выходного регистра |
| 14 | Вторые входные затворы верхнего регистра |
| 15 | Третьи фазные электроды верхнего регистра |
| 16 | Вторые фазные электроды верхнего регистра |
| 17 | Первые фазные электроды верхнего регистра |
| 18 | Выходные затворы регистра |
| 19 | Исток выходного транзистора верхнего регистра |
| 20 | Затворы сбросовых транзисторов |
| 21 | |
| 22 | |
| 23 | |

Основные фотоэлектрические параметры при температуре (20±5) °С

Импульсная вольтовая чувствительность, В·см²/мкДж, не менее 1,0

Длительность входного оптического импульса при частоте следования до 50 Гц, мкс, не менее 1,0

Глубина модуляции напряжения сигнала на отметке 200 линий в центре, %, не менее:

ФПЗС5М, ФПЗС5М-1 45

ФПЗС5М, ФПЗС5М-2 35

Неравномерность напряжения темнового сигнала, %, не более:

ФПЗС5М 5

ФПЗС5М-1 10

ФПЗС5М-2 15

Относительная неравномерность импульсной вольтовой чувствительности, %, не более:

ФПЗС5М 10

ФПЗС5М-1 15

ФПЗС5М-2 20

Пороговая экспозиция по флукуационному шуму, Дж/см², не более:

ФПЗС5М 2·10⁻⁹

ФПЗС5М-1 2·10⁻⁹

ФПЗС5М-2 3·10⁻⁹

Электрические параметры и режимы работы ФПЗС5М указаны в табл. 4.39.

Таблица 4.39

| Наименование параметра, единица измерения | Значение параметра | Выводы |
|--|--------------------|-------------------|
| Постоянное напряжение на подложке, В | 24 | 4,20 |
| Нижний уровень импульсов регистра, В | 0...15 | 5,6,7,15,17,18,19 |
| Верхний уровень импульсов регистра, В | 10...24 | 5,6,7,15,17,18,19 |
| Постоянное напряжение на стоке, В | 15...24 | 2 |
| Постоянное напряжение на раздельных электродах выходного регистра, В | 0...15 | 14,21 |
| Постоянное напряжение на входных электродах регистра, В | 0...20 | 8,16 |
| Нижний уровень импульсов сброса, В | 0...15 | 23 |
| Верхний уровень импульсов сброса, В | 10...24 | 23 |
| Нижний уровень импульсов вертикального переноса, В | 0...15 | 9,10,11 |
| Верхний уровень импульсов вертикального переноса, В | 10...24 | 9,10,11 |
| Длительность входного оптического импульса, нс | 1...10 | |

Примечание. Все напряжения измеряются относительно подложки, напряжение подложки не более 21 В, напряжение уровня отрицательное

Допустимое число дефектных элементов в ФПЗСМ указано в табл. 4.40

Таблица 440

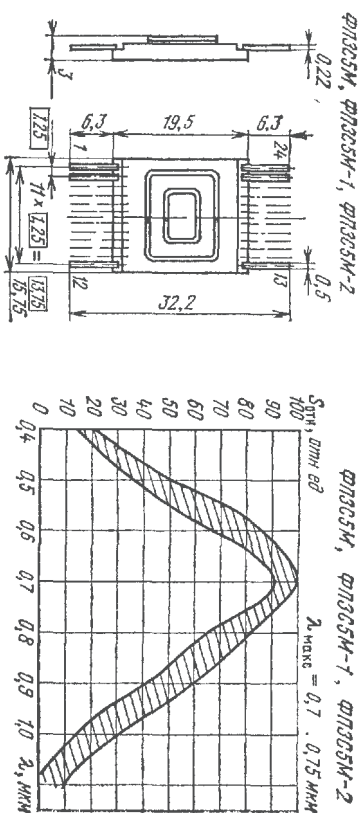
| Тип прибора | Количество допускаемых дефектов | | |
|-------------|--|---|--|
| | Зона I | Зона II | Зона III |
| ФПЭСМ | Нет | Нет | Не более 6 дефектов по п. 2 примечаний |
| ФПЭСМ-1 | Не более 2 дефектов по п. 2 примечаний | Не более 10 дефектов по п. 2 примечаний | Суммарная площадь, занятая дефектами по пп. 2 и 3 примечаний, не более 2 % от площади зоны III |
| ФПЭСМ-2 | Не более 5 дефектов по п. 2 примечаний | Не более 20 дефектов по п. 2 и не более 3 дефектов по п. 3 примечаний | Суммарная площадь, занятая дефектами по пп. 2 и 3 примечаний, не более 5 % от площади зоны III |

Примечания. 1. Площадь воспроизводимого изображения разбивается на три центрированных непрерывных зоны с внешними линейными размерами, соответствующими следующим частям полного размера воспроизводимого изображения: 30% — зона I, 50% — зона II, 100% — зона III.

2. Допускаемый локальный дефект на поле изображения, имеющий вид пятна, не выходящего за границы участка, соответствующего по площади 6×6 фоточувствительным эле-

мент прибора
3. Допускаемый дефект на поле изображения, имеющий вид светлого или темного spots, не выходя за границы участка, соответствующего двум соседним столбцам фотоприемных элементов 10 фотоувеличительным элементам прибора
столба, соответствующего 10 фотоувеличительным элементам прибора

Габаритные размеры и относительная спектральная чувствительности



ФПЗС6М, ФПЗС6Л

Преобразователи матричные ФПЭС6М и ФПЭС6Л представляют собой многоэлементные фотоэлектрические приборы с самосинхронизмом на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в различной оптоэлектронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,0 мкм.

Прибор ФПЭСМ предназначен для преобразования в электрический сигнал оптического изображения, проецируемого на фоточувствительный массив 288×256 элементов и работает в режиме импульсного освещения.

Прибор ФПС61 предназначен для преобразования в электрический сигнал оптического изображения светового штриха, проектируемого на фоточувствительные поверхности двух регистров по 264 элемента в каждом.

Преобразователи выполнены в стандартном металлическом корпусе. В крышке корпуса имеется стеклянное входное окно фотоприемная марница, выполненная в виде большой полупроводниковой ИС, расположена внутри корпуса

Габаритные размеры преобразователей по корпусу без выводов составляют 3,0×15, 75×19,5 мм. Масса прибора не более 5 г.

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой фото-приемную матрицу с числом элементов 288×256 . Матрица состоит из основного фоточувствительного массива 288×256 элементов с переносом заряда и двух фоточувствительных слепящих регистров по 264 элемента в каждом по разные стороны основного массива. Схема питания матрицы трехфазная.

Обозначение выводов фотоприемной матрицы приведено в табл. 4.41.

Основные фотоэлектрические параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

Исполнитель ФТЗС6М

Импульсная волновая чувствительность, В·см²/мкДж, не менее 1,0
Длительность входного оптического импульса при частоте следования до 50 Гц, мкс, не менее 1,0
Напряжение сигнала насыщения при работе с фоточувствительными секциями, мВ, не менее 150

| Выход | Наименование |
|--------|---|
| 1 | Первые фазные электроды верхнего выходного регистра |
| 2 | Вторые фазные электроды верхнего выходного регистра |
| 3 | Третьи фазные электроды верхнего выходного регистра |
| 4 | Входной электрод верхнего выходного регистра |
| 5 | Вторые фазные электроды первой секции |
| 6 | Третьи фазные электроды первой секции |
| 7 | Первые фазные электроды первой секции |
| 8, 20 | Разделительные электроды |
| 9 | Сток нижнего выходного регистра |
| 10 | Затвор сбросового транзистора нижнего выходного регистра |
| 11 | Исток выходного транзистора нижнего выходного регистра |
| 12, 24 | Подложка |
| 13 | Первые фазные электроды нижнего выходного регистра |
| 14 | Вторые фазные электроды нижнего выходного регистра |
| 15 | Третьи фазные электроды нижнего выходного регистра |
| 16 | Входной электрод нижнего выходного регистра |
| 17 | Вторые фазные электроды второй секции |
| 18 | Третьи фазные электроды второй секции |
| 19 | Первые фазные электроды второй секции |
| 21 | Сток верхнего выходного регистра |
| 22 | Затвор сбросового транзистора верхнего выходного регистра |
| 23 | Исток выходного транзистора верхнего выходного регистра |

Т а б л и ц а 4.42

| Наименование параметра, единица измерения | Значение параметров | Выходы |
|--|---------------------|---------------------|
| Постоянное напряжение на подложке, В | 24 | 12, 24 |
| Нижний уровень импульсов регистра, В | 0...15 | 1, 2, 3, 13, 14, 15 |
| Верхний уровень импульсов регистра, В | 10...20 | 1, 2, 3, 13, 14, 15 |
| Постоянное напряжение на стоке, В | 10...24 | 9, 21 |
| Постоянное напряжение на разделительных электродах выходного регистра, В | 0...15 | 8, 20 |
| Постоянное напряжение на входных электродах регистров, В | 0...20 | 4, 16 |
| Нижний уровень импульсов сброса, В | 0...20 | 10, 22 |
| Верхний уровень импульсов сброса, В | 10...35 | 10, 22 |
| Нижний уровень импульсов вертикального переноса, В | 0...15 | 5, 6, 7, 17, 18, 19 |
| Верхний уровень импульсов вертикального переноса, В | 10...20 | 5, 6, 7, 17, 18, 19 |
| Рабочий ток выходного транзистора, мА | 0,5...2,0 | 11, 23 |

П р и м е ч а н и е. Все напряжения измеряются относительно подложки; электрические режимы, приведенные в таблице, соответствуют включению ФПЗС6М; при включении ФПЗС6Л выходы 4, 5, 6, 7, 16, 17, 18, 19 закорачиваются на подложку.

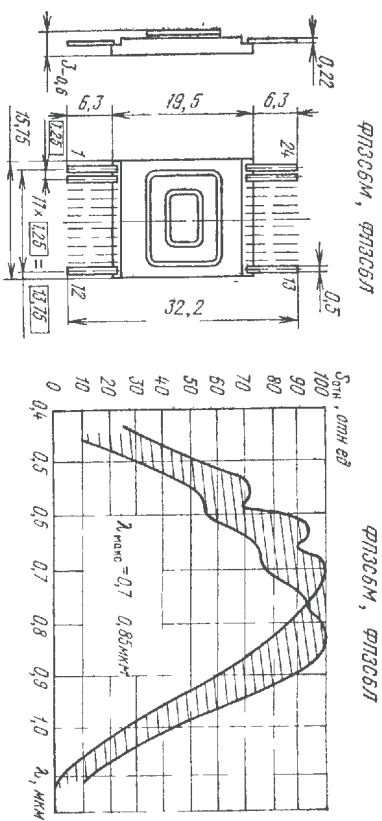
Неравномерность напряжения темнового сигнала, %, не более 10
 Описательная неравномерность импульсной вольтовой чувствительности, %, не более 10
 Допустимое число дефектов: 10
 локальные дефекты на поле изображения, имеющие вид пятна, не выходящего за границы участка, соответствующего площади 3×3 ф.о. 55
 току чувствительных элементов, не более 55
 дефекты на поле изображения, имеющие вид светлого или темного столбца, не выходящего за границы участка, соответствующего двум смежным столбцам фотоувствительных элементов, при расстоянии между столбцами не менее участка строки, соответствующего 10 ф.о. 4
 току чувствительным элементам прибора, не более 4

Преобразователь ФПЗС6Л

Напряжение сигнала насыщения при работе с регистрами, В, не менее 2,0
 Единичные выбросы напряжения выходного сигнала, В, не более 0,3
 Ток утечки через подложку, мкА, не более 40

Электрические параметры и режимы работы ФПЗС6М указаны в табл. 4.42.

Габаритные размеры и относительная спектральная характеристика чувствительности



1 200ЦМ1

Преобразователи матричные представляют собой многоэлементные кремниевые фотоэлектрические приборы с самосканированием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в различной телевизионной и оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,5 до 1 мкм.

Преобразователи выпускаются в стандартном металлокерамическом корпусе, имеющем стеклянное входное окно. Матричная структура, выполненная в виде большой полупроводниковой ИС, расположена внутри корпуса.

Габаритные размеры преобразователей по корпусу без выводов составляют $5,5 \times 14,4 \times 29,5$ мм. Масса прибора не более 6 г.

Организация преобразователей. Преобразователь представляет собой фото-пленочную матрицу с числом элементов 288×232 . Матрица содержит секцию накопления, секцию памяти, верхний и нижний выходные регистры. Преобразо-

Таблица 4.43

| Выход | Наименование |
|-------|--|
| 1 | Затвор транзистора сброса |
| 2 | Первый фазный электрод нижнего регистра |
| 3 | Второй фазный электрод нижнего регистра |
| 4 | Третий фазный электрод нижнего регистра |
| 5 | Входной диод нижнего регистра |
| 6 | Входной затвор нижнего регистра |
| 7 | Первый фазный электрод секции накопления |
| 8 | Второй фазный электрод секции накопления |
| 9 | Третий фазный электрод секции накопления |
| 10 | Второй входной затвор верхнего регистра |
| 11 | Первый входной затвор верхнего регистра |
| 12 | Входной диод верхнего регистра |
| 13 | Третий фазный электрод верхнего регистра |
| 14 | Второй фазный электрод верхнего регистра |
| 15 | Первый фазный электрод секции накопления |
| 16 | Второй фазный электрод секции накопления |
| 17 | Третий фазный электрод секции накопления |
| 18 | Подложка |
| 19 | Выходной затвор |
| 20 | Выход видеосигнала основной |
| 21 | Питание усилительных транзисторов |
| 22 | Выход видеосигнала компенсационный |
| 23 | Питание транзистора сброса |
| 24 | |

ватели построены на приборах с зарядовой связью. Схема питания матрицы трехфазная.

В течение прямого хода кадровой развертки происходит накопление фотогенерированных зарядов в секции накопления, в течение обратного хода — их параллельный перенос в секцию хранения. Во время последующего цикла накопления заряды из секции хранения построено за время хранения строчной развертки поступают в выходной регистр, который последовательно их выводит. Выходное устройство выполнено по принципу устройства с «плавающей диффузией», что обеспечивает низкий уровень собственных шумов и высокую пороговую чувствительность.

Благодаря симметричной конструкции секции накопления и памяти схему можно использовать в качестве аналогового ЗУ. Размер одного фоточувствительного элемента 24×21 мкм. Обозначение выводов фотоприемной матрицы приведено в табл. 4.43.

Электрические параметры и режимы работы 1 200ЦМ1 указаны в табл. 4.44.

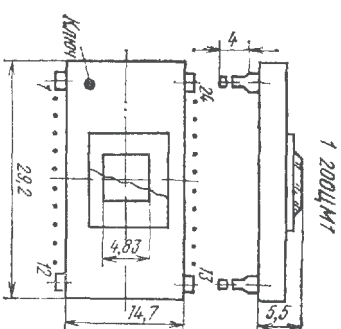
Основные фотоэлектрические параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

| | |
|--|--------|
| Вольтовая чувствительность от источника излучения типа «А», мВ/лк, не менее | 3 |
| Пороговая освещенность, лк, не более | 5-10-2 |
| Напряжение сигнала насыщения, мВ, не менее | 80 |
| Глубина модуляции напряжения сигнала на отметке 116 тв. линий на строку, %, не менее | 30 |
| Неравномерность напряжения темнового сигнала, мВ, не более | 2 |

Таблица 4.44

| Наименование параметра, единица измерения | Значение параметра | Выход |
|--|--------------------|------------|
| Напряжение сброса, В: | | |
| верхний уровень | -18...-30 | 1 |
| нижний уровень | 0...-5 | 1 |
| Напряжение на фазных электродах нижнего регистра, В: | | |
| верхний уровень | -12...-22 | 2, 3, 4 |
| нижний уровень | 0...-4 | 2, 3, 4 |
| Напряжение на входном диоде нижнего регистра, В | 0 | 5 |
| Напряжение на входном затворе нижнего регистра, В | 0 | 6 |
| Верхний уровень напряжения накопления и переноса, В | -12...-20 | 7, 8, 9 |
| Нижний уровень напряжения переноса, В | 0...-4 | 7, 8, 9 |
| Напряжение на входном затворе верхнего регистра, В | 0...-4 | 7, 8, 9 |
| Напряжение на входном затворе нижнего регистра, В | 0 | 10 |
| Напряжение на входном диоде верхнего регистра, В | 0 | 11 |
| Напряжение на фазных электродах верхнего регистра, В | 0 | 12 |
| Верхний уровень напряжения хранения и переноса, В | -15...-25 | 13, 14, 15 |
| Нижний уровень напряжения хранения, В | 0...-8 | 16, 17, 18 |
| Нижний уровень напряжения переноса, В | 0...-4 | 16, 17, 18 |
| Напряжение подложки, В | 0...-5 | 19, 17, 18 |
| Напряжение на входном затворе нижнего регистра, В | -4...-18 | 21 |
| Напряжение на стоках усилительных транзисторов, В | -14...-26 | 22 |
| Напряжение на стоке транзистора сброса | -15...-28 | 24 |

Габаритные размеры



1 200ЦМ1

Преобразователь линейный 1 200ЦП1 представляет собой многоэлементный кремниевый фотоэлектрический прибор с самосканированием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,5 до 1 мкм.

| Выход | Наименование |
|---------------|---|
| 1 | Питание компенсационного транзистора |
| 2 | Не подключать |
| 3 | Питание первого усилительного транзистора |
| 4,5 | Не подключать |
| 6 | Питание основного транзистора |
| 7 | Затвор нагрузочного транзистора |
| 8 | Питание антидьюмента |
| 9, 10, 11, 12 | Не подключать |
| 13 | Фотоэатвор |
| 14 | Затвор антидьюмента |
| 15 | Разрешающий затвор |
| 16 | Входной диод |
| 17 | Первый входной затвор |
| 18 | Второй входной затвор |
| 19 | Третий фазный электрод регистра |
| 20 | Второй фазный электрод регистра |
| 21 | Первый фазный электрод регистра |
| 22 | Выходной затвор |
| 23 | Питание транзистора сброса |
| 24 | Затвор транзистора сброса |

Преобразователи выпускаются в стандартном металлокерамическом корпусе, имеющем стеклянное входное окно. Линейная структура, выполненная в виде большой полупроводниковой ИС, расположена внутри корпуса.

Габаритные размеры прибора по корпусу без выводов составляют 29,1××14,7×3,95 мм. Масса прибора не более 6 г.

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой фото-приемную линейку с числом элементов 1 024. Линейка содержит секцию накопления и выходной регистр. Преобразователи построены на приборах с зарядовой связью. Схема питания линейки трехфазная.

В приборе используется специальная схема защиты от избытка накопленного заряда (антидьюмента).

Длина фоточувствительной секции составляет 15,36±0,003 мм.

Обозначение выводов фотоприемной матрицы приведено в табл. 4.45.

Основные фотоэлектрические параметры при температуре (20±5) °С

| | |
|---|------------|
| Вольтовая чувствительность от источника излучения типа «А», мВ/лк, не менее | 2,4 |
| Пороговая освещенность, лк, не более | 0,25 |
| Напряжение сигнала насыщения, В, не менее | 0,3 |
| Глубина модуляции, %, не менее | 40 |
| Неравномерность чувствительности, %, не более | 8 |
| Неравномерность напряжения темнового сигнала, %, не более | 4 |
| Диапазон частот опроса, МГц | 0,05 ... 3 |

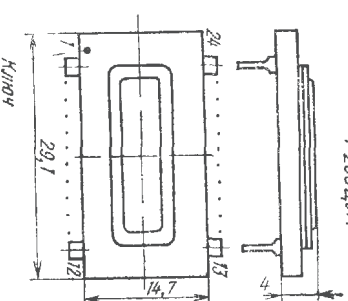
Электрические параметры и режимы работы 1 200ЦЛ11 указаны в табл. 4.46.

| Наименование параметра, единица измерения | Значение параметра | | | Выходы |
|---|--------------------|----------|----------------|------------|
| | Мини-маль-ное | типо-вое | максим-аль-ное | |
| Напряжение на фотоэатворе, В: | | | | |
| нижний уровень | 0 | -3 | -10 | 13 |
| верхний уровень | 0 | -10 | -20 | 13 |
| Напряжение на разрешающем затворе, В: | | | | |
| нижний уровень | 0 | -3 | -10 | 15 |
| верхний уровень | 0 | -10 | -20 | 15 |
| Напряжение на входном диоде, В: | | | | |
| нижний уровень | 0 | -5 | -10 | 16 |
| верхний уровень | 0 | -20 | -20 | 16 |
| Напряжение на фазных электродах, В: | | | | |
| нижний уровень | 0 | -3 | -10 | 19, 20, 21 |
| верхний уровень | 0 | -10 | -20 | 19, 20, 21 |
| Напряжение на затворе транзистора сброса, В: | | | | |
| нижний уровень | 0 | -1 | -10 | 24 |
| верхний уровень | 0 | -20 | -20 | 24 |
| Напряжение питания компенсационного транзистора, В | 0 | -20 | -20 | 1 |
| Напряжение питания первого усилительного транзистора, В | 0 | -20 | -20 | 3 |
| Напряжение питания основного транзистора, В | 0 | -20 | -20 | 6 |
| Напряжение на затворе нагрузочного транзистора, В | 0 | -3 | -10 | 7 |
| Напряжение питания антидьюмента, В | 0 | -10 | -20 | 8 |
| Напряжение на затворе антидьюмента, В | 0 | -3 | -10 | 14 |
| Напряжение на первом входном затворе, В | 0 | -6 | -20 | 17 |
| Напряжение на втором входном затворе, В | 0 | -7 | -20 | 18 |
| Напряжение на выходном затворе, В | 0 | -5 | -10 | 22 |
| Напряжение питания транзистора сброса, В | 0 | -10 | -20 | 23 |

Примечание. Значения напряжений приведены относительно общей точки — подключки.

Габаритные размеры

1 200ЦЛ11



Преобразователь линейный 1 200ЦЛ12 представляет собой многоэлементный кремниевый фотоэлектрический прибор с самосканированием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в телевизионной и оптико-электронной аппаратуре различного назначения, работающей в диапазоне длин волн от 0,36 до 1,05 мкм.

Преобразователи выпускаются в стандартном герметичном металлокерамическом корпусе, имеющем стеклянное выходное окно. Линейная структура, выполненная в виде большой полупроводниковой ИС, расположена внутри корпуса. Габаритные размеры прибора по корпусу без выводов составляют 29,1×14,7×3,95 мм (см. прибор 1 200ЦЛ11). Масса прибора не более 10 г.

Организация преобразователей. Преобразователи выполняются в виде фотоприемной линейки с числом элементов 2 048. Линейка представляет собой сочетание в одном кристалле накопительной области с фотодиодной светочувствительной структурой и двух двигателей ПЗС-регистров, расположенных по разные стороны накопительной области и отделенных от нее разрешающим затвором. Накопительная область состоит из фотодиодов, барьерного и накопительного затворов. Фотоувствительная линейка имеет 2 048 фотодиодов, 48 из которых (с 2 001 по 2 048) закрыты алюминиевым экраном и служат для отсчета уровня «черного» в строке, т. е. уровня сигнала, создаваемого темновыми токами в фотодиодных ячейках. В приборе имеется схема защиты выхода от тактовой помехи импульсного питания транзистора сброса.

Размеры фоточувствительных ячеек 12 мкм вдоль и 10 мкм поперек строки. Ячейки расположены с шагом 12 мкм.

Обозначение выводов фотоприемной матрицы приведено в табл. 4.47.

Таблица 4.47

| Вывод | Наименование |
|----------|---|
| 1 | Затвор транзистора сброса правый |
| 2 | Затвор входной |
| 3, 4, 22 | Не подключать |
| 5 | Затвор экраннующий правого регистра |
| 6 | Затвор разрешающий правого регистра |
| 7 | Третий фазный электрод правого регистра |
| 8 | Второй фазный электрод правого регистра |
| 9 | Первый фазный электрод правого регистра |
| 10 | Затвор входной второй правый |
| 11 | Диод входной правый |
| 12 | Затвор накопительный |
| 13 | Затвор барьерный |
| 14 | Диод входной левый |
| 15 | Затвор входной |
| 16 | Затвор входной второй левый |
| 17 | Первый фазный электрод левого регистра |
| 18 | Второй фазный электрод левого регистра |
| 19 | Третий фазный электрод левого регистра |
| 20 | Затвор разрешающий левого регистра |
| 21 | Затвор экраннующий левого регистра |
| 23 | Питание транзистора сброса |
| 24 | Затвор транзистора сброса левый |

Основные фотоэлектрические параметры при температуре (20±5) °С

Вызываемая чувствительность от источника излучения типа «А», мВ/лк, не менее 8
 Пороговая освещенность, лк, не более 0,75
 Напряжение сигнала насыщения, В, не менее 0,5
 Глубина модуляции напряжения сигнала на отметке 1 024 тв. линий на строку, %, не менее 50
 Неравномерность чувствительности, %, не более 12
 Неравномерность напряжения темнового сигнала, %, не более 5
 Диапазон частот опроса, МГц 0,1 3

Электрические параметры и режимы работы 1 200ЦЛ12 указаны в табл. 4.48.

Таблица 4.48

| Наименование параметра, единица измерения | Значение параметра | | Выводы |
|---|--------------------|----------|--------|
| | минимальное | типичное | |
| Напряжение на затворе транзистора сброса, В: | | | |
| нижний уровень | 0 | -7 | -10 |
| верхний уровень | -10 | -15 | -20 |
| Напряжение на разрешающем затворе правого регистра, В: | | | |
| нижний уровень | 0 | -5 | -10 |
| верхний уровень | -10 | -15 | -20 |
| Напряжение на фазных электродах, В: | | | |
| нижний уровень | 0 | -5 | -10 |
| верхний уровень | -10 | -15 | -20 |
| Напряжение на входном правом диоде, В: | | | |
| нижний уровень | 0 | -5 | -10 |
| верхний уровень | -10 | -15 | -20 |
| Напряжение на накопительном затворе, В: | | | |
| нижний уровень | 0 | -5 | -10 |
| верхний уровень | -10 | -15 | -20 |
| Напряжение на разрешающем затворе левого регистра, В: | | | |
| нижний уровень | 0 | -5 | -10 |
| верхний уровень | -10 | -15 | -20 |
| Напряжение на экраннующих затворах правого и левого регистров, В: | | | |
| нижний уровень | 0 | -5 | -10 |
| верхний уровень | -10 | -15 | -20 |
| Напряжение на правом и левом вторых входных затворах, В: | | | |
| нижний уровень | 0 | -7 | -20 |
| верхний уровень | -10 | -13 | -20 |
| Напряжение на барьерном затворе, В: | | | |
| нижний уровень | 0 | -7 | -20 |
| верхний уровень | -10 | -15 | -20 |
| Напряжение на входном затворе, В: | | | |
| нижний уровень | 0 | -6 | -20 |
| верхний уровень | -10 | -15 | -20 |
| Напряжение питания транзистора сброса, В: | | | |
| нижний уровень | 0 | -10 | -20 |

Примечание. Значения напряжений приведены относительно общей точки — подложки.

Преобразователи матричные 1 200ЦМ2А, 1 200ЦМ2Б представляют собой многоэлементные кремниевые фотоэлектрические приборы с самосканированием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в различной телевизионной и оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,5 до 1 мкм.

Преобразователи выпускаются в стандартном металлокерамическом корпусе, имеющем стеклянное входное окно. Матричная структура, выполненная в виде большой подупроводниковой ИС, расположена внутри корпуса.

Приборы 1 200ЦМ2А и 1 200ЦМ2Б различаются между собой допустимым количеством дефектных элементов.

Габаритные размеры приборов по корпусу без выводов составляют 42,5×24,7×5,5 мм. Масса прибора не более 15 г.

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой фотопримемую матрицу с числом элементов 576×360. Матрица содержит секцию накопления, секцию хранения и выходной регистр. Преобразователи построены на приборах с зарядовой связью. Схема питания матрицы трех-фазная.

Благодаря симметричной конструкции секции накопления и секции хранения приборы могут использоваться в качестве аналогового ЗУ.

Размер одного фотоувствительного элемента 24×21 мкм.

Размер кристалла 8,6×12 мм.

Обозначение выводов фотопримемой матрицы приведено в табл. 4.49.

Электрические параметры и режимы работы 1 200ЦМ2 указаны в табл. 4.50.

Таблица 4.49

| Вывод | Наименование |
|----------------------------|---|
| 1 | Подложка |
| 2, 10 | Третий затвор регистра |
| 3, 13 | Затвор транзистора сброса |
| 4 | Не подключать |
| 5 | Второй фазный электрод секции накопления |
| 6, 26 | Третий фазный электрод секции накопления |
| 7 | Первый фазный электрод секции накопления |
| 8 | Сток усилительных транзисторов |
| 9 | Сток транзистора сброса |
| 11, 12, 14 | Не подключать |
| 15 | Диод антиблуждения |
| 16, 30 | Третий фазный электрод регистра |
| 17, 32 | Первый фазный электрод регистра |
| 18, 31 | Третий фазный электрод секции хранения |
| 23 | Второй фазный электрод секции хранения |
| 24 | Первый фазный электрод секции хранения |
| 25 | Выводы используются для ввода сигнала при применении приборов в качестве запоминающих устройств |
| 19, 20, 21, 22, 27, 28, 29 | |

| Наименование параметра, единица измерения | Значение параметра | Выводы |
|--|--------------------|------------------------|
| Напряжение накопления и переноса, В: | | |
| нижний уровень | —8...—20 | 5, 6, 7, 26 |
| верхний уровень | —10...—20 | 23, 24, 25 |
| Напряжение переноса, В: | | |
| нижний уровень | 0...—8 | 5, 6, 7, 26 |
| верхний уровень | 0...—6 | 23, 24, 25 |
| Напряжение обогашения, В | —2...+2 | 5, 6, 7, 26 |
| Напряжение на нехранящих фазах, В | 0...—3 | 23, 24, 25 |
| Напряжение на затворе транзистора сброса, В: | | |
| верхний уровень | —8...—20 | 3, 13 |
| нижний уровень | 0...—8 | 3, 13 |
| Напряжение сброса, В: | | |
| верхний уровень | —8...—20 | 16, 17, 18, 30, 31, 32 |
| нижний уровень | 0...—5 | 16, 17, 18, 30, 31, 32 |
| Напряжение на подложке, В | 0...—5 | 1 |
| Напряжение на стоке транзистора сброса, В | —8...—20 | 9 |
| Напряжение на затворе регистра, В | —3...—15 | 2, 10 |
| Напряжение на стоке усилительного транзистора, В | —7...—20 | 8 |
| Напряжение на диоде антиблуждения | 0...—10 | 15 |

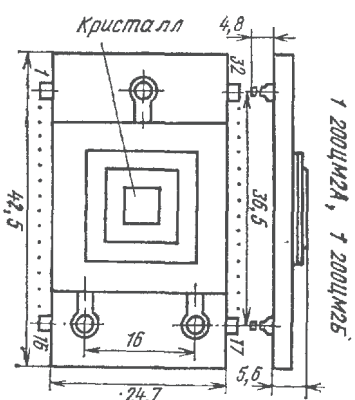
Примечание. Напряжения смещения на электродах прибора отсчитываются от общей точки генератора управляющих сигналов с нулевым потенциалом.

Основные фотоэлектрические параметры при температуре (20±5)°С

Вольтовая чувствительность от источника излучения типа «А», мВ/лк, не менее 10
 Пороговая освещенность, лк, не более 5·10⁻²
 Глубина модуляции напряжения сигнала на отмете 180 тв. линий на строку, %, не менее 35
 Неравномерность напряжения темнового сигнала, %, не более 7
 Неравномерность чувствительности по полю изображения, %, не более 15
 Суммарное количество допустимых дефектов по ячейкам и строкам, шт., не более 49

1 200ЦМ2А 49
 1 200ЦМ2Б 63

Габаритные размеры



Условия эксплуатации фоточувствительных приборов с переносом заряда

Условия эксплуатации фотоувеличительных приборов с переносом заряда приведены в табл. 4.51.

Таблица 4.51

| Тип прибора | Диапазон Рабочих темпера- тур, °С | Относительная влажность окружающего воздуха, % (при температуре, °С) | Интервал рабо- чих давлений, мм рт. ст. (Па) | Допустимое ускорение при воздействии многократных ударов, g (м/с²), не более | Допустимое ускорение, g (м/с²)/при воздействии выбросами с частотой, Гц | Допустимое ускорение при воздействии линейных на- грузок, g (м/с²), не более | Минимальная долговеч- ность, ч, не менее | Сохраняемость, лет, не менее |
|----------------|--|--|--|--|---|--|---|---------------------------------|
| ФПЭСЛГ | -60...+60 | 98 (35) | 5...2 200 (6,6·10⁻³...3·10⁻²) | 150 (1 470) | 20 (196) 1...3 000 | 200 (1 960) | 15 000 | 15 |
| ФПЭСЛМ | -60...+60 | 98 (35) | 5...2 200 (6,6·10⁻³...3·10⁻²) | 150 (1 470) | 20 (196) 1...3 000 | 200 (1 960) | 15 000 | 12 |
| ФПЭСЗМ | -60...+60 | 98 (35) | 5...2 200 (6,6·10⁻³...3·10⁻²) | 150 (1 470) | 20 (196) 1...3 000 | 200 (1 960) | 25 000 | 25 |
| ФПЭСЧМ | -60...+60 | 98 (35) | 5...2 200 (6,6·10⁻³...3·10⁻²) | 150 (1 470) | 20 (196) 1...2 000 | 200 (1 960) | 15 000 | 25 |
| ФПЭСБМ | -60...+60 | 98 (35) | 5...2 200 (6,6·10⁻³...3·10⁻²) | 150 (1 470) | 20 (196) 1...2 000 | 200 (1 960) | 15 000 | 25 |
| ФПЭСЦМ1 | -60...+60 | 98 (35) | 5...2 200 (6,6·10⁻³...3·10⁻²) | 150 (1 470) | 20 (196) 1...3 000 | 1 000 (9 800) | 15 000 | 15 |
| 1 200ЦЛ1 | -60...+60 | 98 (35) | 10⁻⁴...2 200 (1,3·10⁻⁴...3·10⁻³) | 150 (1 470) | 30 (290) 1...5 000 | 200 (1 960) | 15 000 | 15 |
| 1 200ЦЛ2 | -60...+60 | 98 (40) | 10⁻⁴...2 200 (1,3·10⁻⁴...3·10⁻³) | 150 (1 470) | 40 (390) 1...5 000 | 200 (1 960) | 50 000 | 25 |
| 1 200ЦМ2 | -60...+60 | 98 (40) | 1...2 200 (1,3·10⁻³...3·10⁻¹) | 150 (1 470) | 20 (196) 1...3 000 | 1 000 (9 800) | 15 000 | 15 |

4.9. Фоторезисторы и фотодиоды на основе антимониды индия

ФРО-146, ФРО-148, ФС-17ДА, ФДО-117,
ФДО-119, ФДО-257,
ФД-268

Фотодиоды и фоторезисторы предназначены для использования в качестве приемников инфракрасного излучения в составе тепловизионной аппаратуры и радиометров промышленного и медицинского назначения в диапазоне от 2,2 до 5,9 мкм.

Преимники представляют собой вакуумные фотоэлектрические полупроводниковые приборы, выполненные в виде стеклянного сосуда Пьюара с входным

Окном из лейкосапфира. В сосуде имеется полость для заливки жидкого азота. Сосуд помещен в защитный металлический корпус

Фоторезисторы ФРО-146, ФРО-148 и ФС-17ДА работают при напряжении смещения от 0,1 до 3 В, фотодиоды ФДО-117, ФДО-119, ФДО-257 и ФД-268 работают в вентильном режиме при напряжении смещения ± 2 МВ

Фоторезистор ФРО-146 имеет два фоточувствительных элемента, фотодиод ФД-268—11 фоточувствительных элементов. Приборы ФС-17ДА и ФД-257 со-держат встроенные термодатчики, используемые в качестве датчиков уровня жидкого азота.

Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения (77 К) не допускается. Перед заливкой приборов жидким азотом рекомендуется провести осушку полости сосуда Дьюара тканью, промокательной бумагой или продв- кой полностью осушенным воздухом.

Параметры приборов приведены в табл. 4.53. Условия эксплуатации изложены в табл. 4.52.

Дополнительные параметры приборов ФРО-146, ФРО-148, ФС-17ДА, ФДО-177, ФДО-119, ФДО-257; ФДО-268

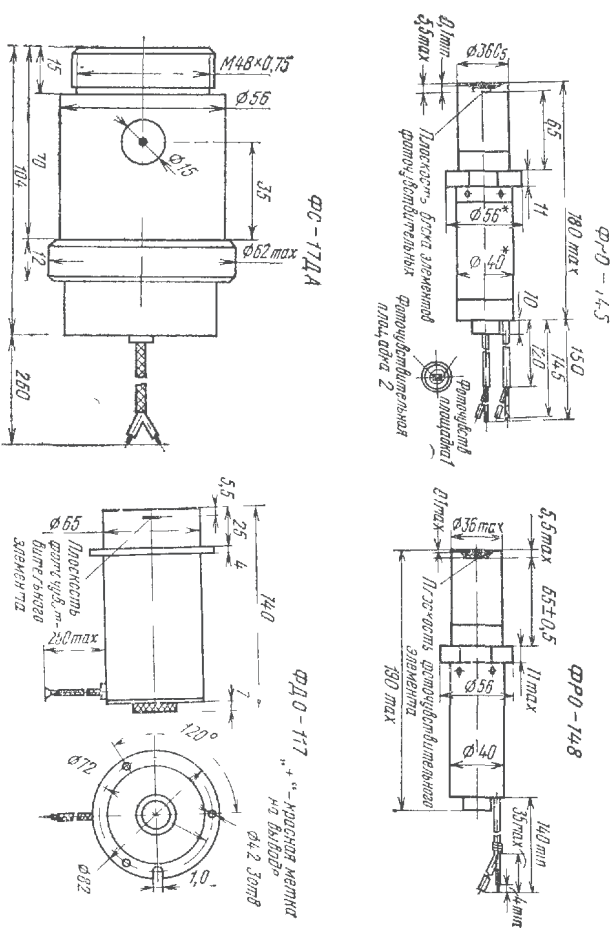
| | |
|--|-----|
| Минимальная долговечность, ч, не менее | 500 |
| Сохраняемость, год | 3 |

Сохраняемость, год

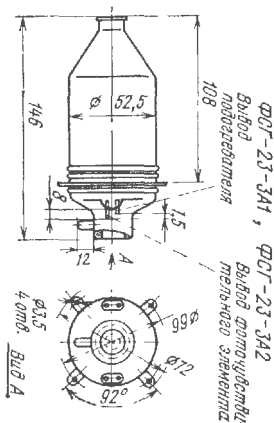
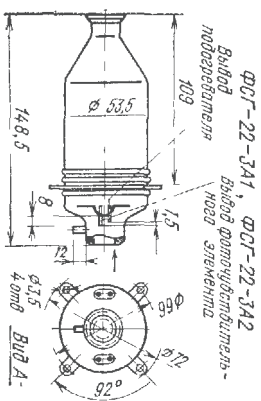
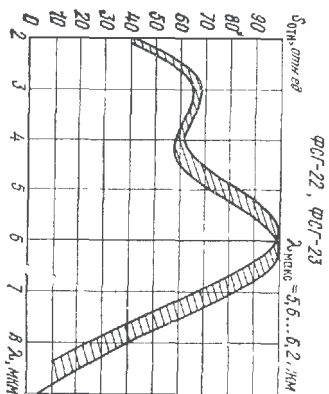
Таблица 4.52

| | | |
|---|---|--|
| Тип прибора | Диапазон рабочих температур, °С | |
| Относительная влажность окружающего воздуха, % (при температуре °С) | | |
| | Интервал рабочих давлений окружающего воздуха, мм рт. ст. (Па) | |
| Допустимое ускорение при воздействии многократных ударов, g (M/c^2), не более | | |
| | Допустимое ускорение, g (M/c^2)/при воздействии вибрации с частотой, Гц | |
| Допустимое ускорение, g (M/c^2), при воздействии линейных нагрузок, не более | | |

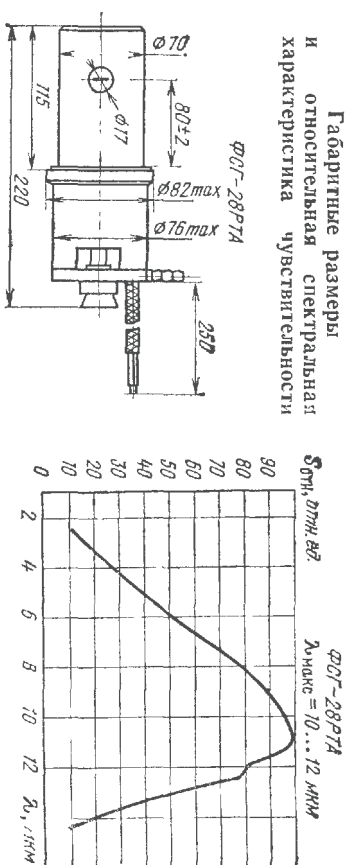
| R^*, R^*, R^* Ком, не менее | $S_U, E/P^*,$ не менее (температу- ра источника излучения, К) | $S_I, A/P^*,$ не менее (температу- ра источника излучения, К) | $D^*, \Gamma_{1/2}$ см, Врт. Гид/2 см, не менее тем- пература источника излучения, К) | $K_{фс}, \%$, не более | $\tau, c,$ не более | Время непрерыв- ной работы при однократной за- ливке хладагентом, ч, не менее | Масса, г, не бо- лее |
|-------------------------------------|--|--|--|-------------------------|------------------------|---|-------------------------|
| 2...20 | 2 000 (500) | — | $5 \cdot 10^9$ (500) | 100 | $1,5 \cdot 10^{-5}$ | 1,5 | 400 |
| 20 | 5 000 (373) | — | $5 \cdot 10^9$ (373) | — | $5 \cdot 10^{-5}$ | 1,5 | 400 |
| 1...100 | 50 000 (373) | — | $5 \cdot 10^9$ (373) | — | $2 \cdot 10^{-6}$ | 1,5 | 400 |
| 10 | — | 0,01 (373) | $5 \cdot 10^9$ (373) | — | $5 \cdot 10^{-6}$ | 3,0 | 800 |
| 10 | — | 0,02 (373) | $7 \cdot 10^9$ (373) | — | $5 \cdot 10^{-6}$ | 1,5 | 800 |
| 50 | 20 000 (373) | — | $5 \cdot 10^9$ (373) | — | $5 \cdot 10^{-6}$ | 1,5 | 800 |
| 500 | — | 0,08 (373) | $9 \cdot 10^9$ (373) | 5 | $5 \cdot 10^{-6}$ | 2,0 | 800 |

[illegible]

Габаритные размеры и относительная спектральная характеристика чувствительности



ФФГ-28РТА



4.11. Фоторезисторы на основе соединений кадмий — ртуть — теллур

ФРО-Х1-142

Охлаждаемые фоторезисторы предназначены для работы в качестве приемников инфракрасного излучения в составе телевизионной аппаратуры промышленного и медицинского назначения в диапазоне длин волн от 8 до 14 мкм.

Фоторезисторы представляют собой вакуумные фотоэлектрические полупроводниковые приборы, выполненные в виде стеклянного сосуда Дьюара с выходным окном из просветленного германия. В сосуде имеется специальный объем для жидкого хладагента. Фоточувствительный элемент из соединения кадмий — ртуть — теллур размещен внутри сосуда Дьюара. Сосуд помещен в защитный металлический корпус. Масса фоторезистора не более 500 г.

Охлаждение фоточувствительного элемента (77 К) осуществляется путем подачи хладагента (жидкого азота) по хладопроводу через штуцер (входной) прибора. Не допускается включение фоторезистора в электрическую цепь без охлаждения фоточувствительного элемента.

Основные фотоэлектрические параметры при температуре (20±5) °С

| | |
|---|--------------|
| Размер фоточувствительного элемента, мм | 0,15×0,15 |
| Угол зрения, град, не менее | 60 |
| Рабочая температура фоточувствительного элемента, К | 80 |
| Рабочее напряжение, В, не более | 1,5 |
| Темновое сопротивление, Ом | 50 ... 2 000 |

Фоторезисторы на основе германия, легированного ртутью, предназначены для работы в качестве датчиков инфракрасного излучения в составе научно-исследовательской аппаратуры в диапазоне длин волн от 2,5 до 14 мкм.

Фоторезисторы представляют собой вакуумные фотоэлектрические полупроводниковые приборы, выполненные в виде стеклянного сосуда Дьюара с входным окном из просветленного германия. В сосуде имеются две полости для жидкого хладагента. Монокристаллический фоточувствительный элемент из германия, легированного ртутью, размещен внутри сосуда Дьюара. Сосуд помещен в металлический защитный корпус. Охлаждение фоточувствительного элемента прибора осуществляется заливкой в обе полости сосуда Дьюара жидкого азота с откачкой паров азота из средней полости. Не допускается включение прибора в электрическую цепь без охлаждения фоточувствительного элемента. Масса фоторезисторов не более 800 г.

Основные параметры фоторезисторов при температуре (20±5) °С

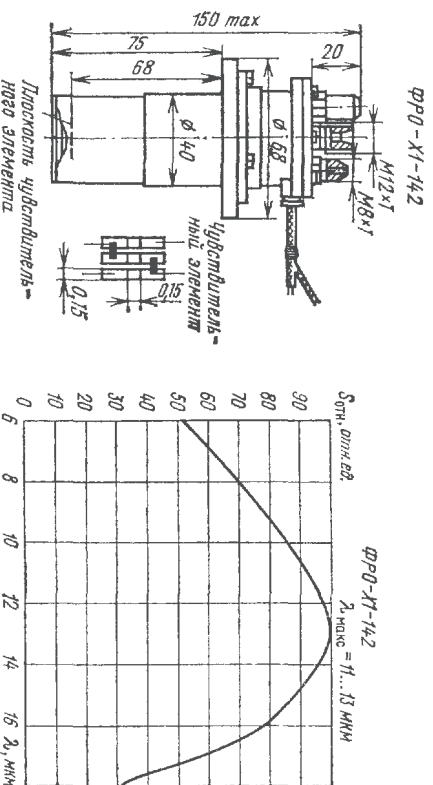
| | |
|--|-------------------|
| Размер фоточувствительного элемента, мм | 0,5×2 |
| Угол зрения, град, не менее | 45 |
| Рабочая температура фоточувствительного элемента, К | 55 |
| Рабочее напряжение, В | 5 ... 30 |
| Темновое сопротивление, МОм, не менее | 1,0 |
| Вольтовая чувствительность при температуре источника излучения 373 К и частоте модуляции 400 Гц, В/Вт, не менее | 500 |
| Обнаружительная способность при температуре источника излучения 373 К и частоте модуляции 400 Гц, Вт ⁻¹ ·Гц ^{-1/2} ·см, не менее | 4·10 ⁸ |

Вольтовая чувствительность на длине волны 11 мкм и частоте модуляции 1 200 Гц, В/Вт, не менее 2 000
Обнаружительная способность на длине волны 11 мкм и частоте модуляции излучения 1 200 Гц, Вт⁻¹·Гц^{1/2}·см, не менее 8,6·10⁹
Постоянная времени, мкс, не более 2
Время выхода на режим, мин, не более 20
Сопротивление изоляции между корпусом и выводами, МОм, не менее 100

Условия эксплуатации

Интервал рабочих температур, °С —60...+60
Атмосферное давление окружающего воздуха, мм рт. ст. (Па) 450...780
(6·10⁴...6·10⁵)
Относительная влажность окружающего воздуха при температуре 40 °С, %, не более 98
Механические нагрузки:
вибрация в диапазоне частот 10...300 Гц с ускорением, g (м/с²), не более 5 (49)
одиночные удары с ускорением, g (м/с²), не более 12 (118)
линейная нагрузка с ускорением, g (м/с²), не более 10 (98)

Габаритные размеры и относительная спектральная характеристика чувствительности



4.12. Селеновые фотоэлементы

Ф-32С, Ф-33С, Ф-34С, Ф-35С, Ф-36С, Ф-37С, Ф-38С, Ф-39С, Ф-40С, Ф-41С, Ф-42С, Ф-44С, Ф-45С, Ф-50С, Ф-52С, Ф-54С, Ф-55С

Селеновые фотоэлементы предназначены для преобразования энергии оптического излучения в электрическую энергию. Они используются в качестве приемников оптического излучения в экспониметрических устройствах кинофотоаппаратуры, устройствах синхронизации и управления в диапазоне длин волн от 0,4 до 0,7 мкм.

Селеновые фотоэлементы представляют собой бескорпусные фотоэлектрические полупроводниковые приборы. Пленочный фоточувствительный элемент,

представляющий собой $p-n$ переход из селена p -типа и селенида кадмия n -типа, нанесен на стальную подложку. Фоточувствительный слой защищен от внешних воздействий пленкой прозрачного лака. Прибор имеет проводочные или денотные выводы. Масса фотоэлементов от 4,3 до 41,2 г.
Фотоэлементы различаются между собой формой и размерами фотоэлектрических элементов, длиной выводов и некоторыми параметрами.

Основные фотоэлектрические параметры при температуре (20±5) °С

Диапазон спектральной чувствительности, мкм 0,4...0,7
Максимум спектральной характеристики, мкм 0,5...0,6
Напряжение холостого хода при засветке от источника типа «А» с освещенностью 10 лк, сопротивлении нагрузки 1,5 кОм, R_n , не менее 100 (кроме ФС-32С),
В, не менее 60 (для ФС-32С)

Интегральная токовая чувствительность при засветке от источника типа «А» с освещенностью 10 лк, сопротивлении нагрузки 1,5 кОм, мкА/лм, не менее 600
Угол омертвения при засветке от источника типа «А», не более:

Ф-32С, Ф-33С, Ф-34С, Ф-35С, Ф-37С, Ф-38С, Ф-39С, Ф-40С, Ф-41С, Ф-42С, Ф-44С ($E=100$ лк, $R_n=4$ кОм), лог. ед. 0,15
Ф-36С ($E=1000$ лк, $R_n=6$ кОм), лог. ед. 0,18
Ф-45С ($E=1000$ лк, $R_n=5$ кОм), лог. ед. 0,1
Ф-50С ($E=8000$ лк, $R_n=R_{опт}$), лог. ед. 0,6
Ф-52С ($E=135$ лк, $R_n=R_{опт}$, $E=2000$ лк, $R_n=8$ кОм), лог. ед. 0,1
Ф-54С ($E=500$ лк, $R_n=150$ Ом), % 2,0
Ф-55С ($E=100$ лк, $R_n=100$ Ом), % 2,0
Температурный коэффициент при засветке от источника типа «А», не более:

Ф-32С ($E=100$ лк, $R_n=4$ кОм), лог. ед./град 0,03
Ф-33С, Ф-34С, Ф-35С, Ф-37С, Ф-38С, Ф-39С, Ф-40С, Ф-41С (при $E=100$ лк, $R_n=4$ кОм), лог. ед./град 0,01
Ф-42С, Ф-44С ($E=100$ лк, $R_n=4$ кОм), лог. ед./град 0,015
Ф-36С ($E=500$ лк, $R_n=6$ кОм), лог. ед./град 0,01
Ф-45С ($E=600$ лк, $R_n=5$ кОм), лог. ед./град 0,01
Ф-50С ($E=100$ лк, $R_n=15$ кОм), лог. ед./град 0,03
Ф-52С ($E=135$ лк, $R_n=8$ кОм), лог. ед./град 0,01
Ф-54С ($E=500$ лк, $R_n=150$ Ом), %/град 1,0
Ф-55С ($E=100$ лк, $R_n=100$ Ом), %/град 1,0
Остальные параметры фотоэлементов приведены в табл. 4.54.

Условия эксплуатации

Интервал рабочих температур, °С —20...+45
Относительная влажность окружающего воздуха при температуре (20±5) °С, %, не более 85

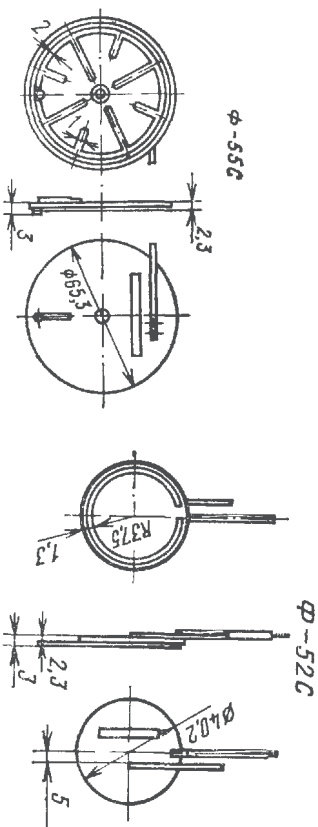
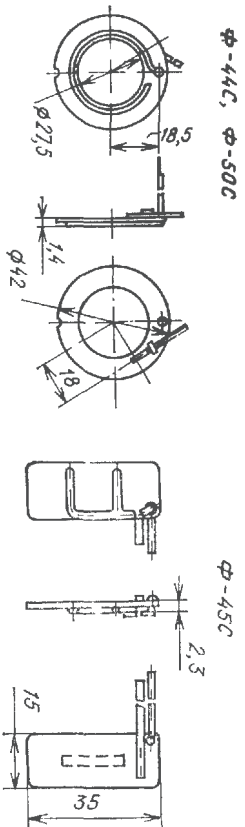
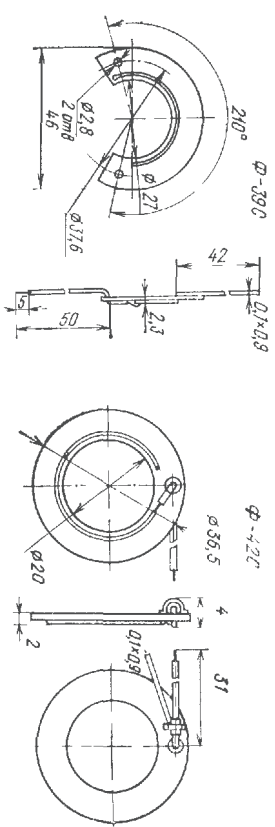
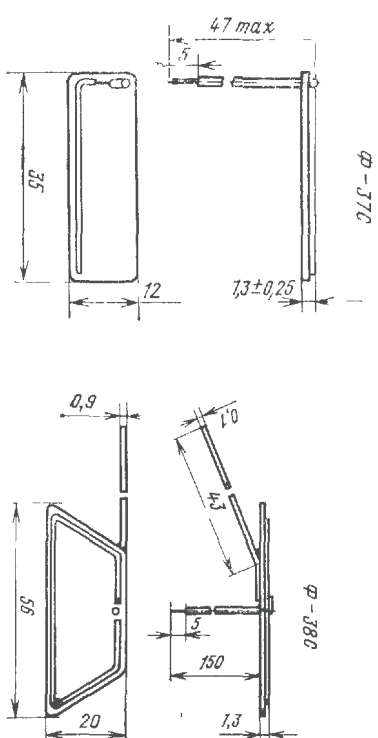
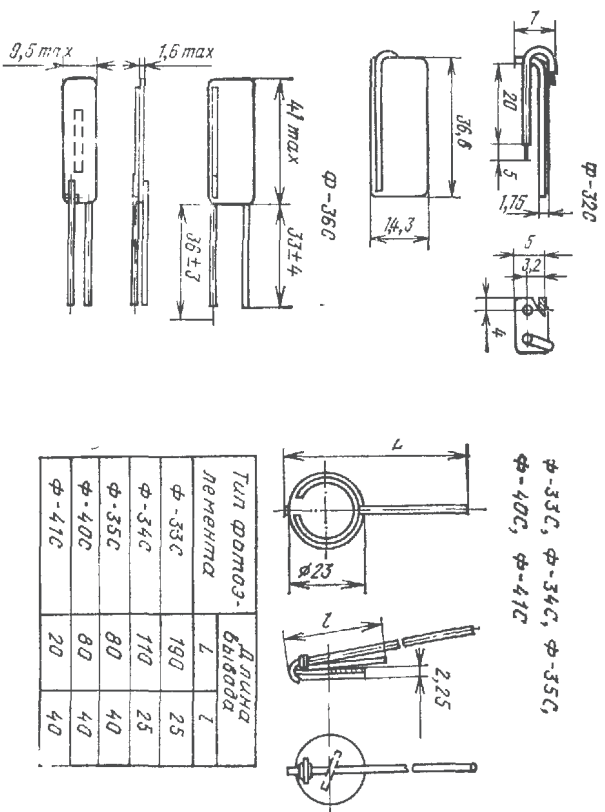
Механические нагрузки:

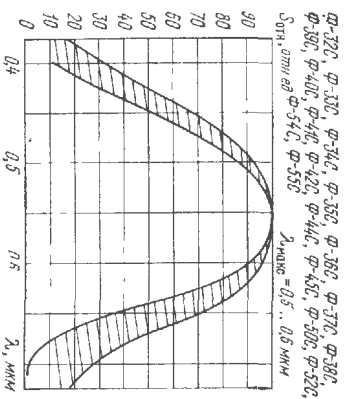
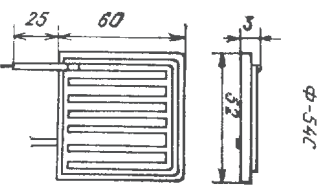
вибрация в диапазоне частот 30...100 Гц с ускорением, g (м/с²), не более 0,5 (4,9)
многочастотные удары с ускорением, g (м/с²), не более 4,0 (39,2)
Гарантированный ресурс работы фотоэлементов, ч: 20 (196)
Ф-33С, Ф-34С, Ф-35С, Ф-36С, Ф-41С 3 000
Вероятность безотказной работы фотоэлементов Ф-33С, Ф-34С, Ф-35С, Ф-36С, Ф-41С (при $P=0,8$), не менее 0,94
Гарантированный ресурс работы остальных типов фотоэлементов, ч 1 000
Вероятность безотказной работы, не менее 0,95

Таблица 4.54

| Тип фото-элемента | Площадь фото-чувствительного элемента, см ² , не менее | Светимость при измерении фототока, лк | Фототок, мкА, не менее | Масса, г, не более |
|-------------------|---|---------------------------------------|------------------------|--------------------|
| Ф-32С | 4,6 | 105 | 6 | 4,3 |
| Ф-33С | 2,87 | 87 | 11 | 5,5 |
| Ф-34С | 2,87 | 87 | 11 | 5,3 |
| Ф-35С | 2,87 | 87 | 11 | 5,2 |
| Ф-36С | 2,85 | 64 | 8 | 5,0 |
| Ф-37С | 3,5 | 2 050 | 40 | 3,5 |
| Ф-38С | 6,4 | 127 | 11 | 8,0 |
| Ф-39С | 5,45 | 22 | 6 | 5,0 |
| Ф-40С | 2,87 | 47,5 | 8 | 5,1 |
| Ф-41С | 2,87 | 87 | 11 | 5,0 |
| Ф-42С | 6,4 | 22 | 6 | 8,0 |
| Ф-44С | 5,45 | 16 | 6,5 | 5,85 |
| Ф-45С | 3,58 | 75 | 11 | 4,8 |
| Ф-50С | 5,45 | 600 | 25 | 5,85 |
| Ф-52С | 8,0 | 16 | 4 | 16,0 |
| Ф-54С | 27,0 | 4,3 | 2,4...4,0 | 40,0 |
| Ф-55С | 25,6 | 17,2 | 9,0...13,5 | 41,2 |
| | | 100 | 110 | |
| | | 500 | 550 | |
| | | 10 | 13 | |
| | | 100 | 130 | |

Габаритные размеры и относительная спектральная характеристика чувствительности полупроводниковых фотозащелок





Глава 5

Фотоэлектронные приборы

5.1. Фотоумножители

- ФЭУ-11—ФЭУ-14, ФЭУ-16, ФЭУ-17—ФЭУ-20,
 ФЭУ-22, ФЭУ-24, ФЭУ-26—ФЭУ-31,
 ФЭУ-35—ФЭУ-39, ФЭУ-49—ФЭУ-52,
 ФЭУ-54—ФЭУ-56, ФЭУ-58, ФЭУ-60,
 ФЭУ-62—ФЭУ-65, ФЭУ-67—ФЭУ-71, ФЭУ-74,
 ФЭУ-77—ФЭУ-79, ФЭУ-81—ФЭУ-88,
 ФЭУ-91—ФЭУ-108, ФЭУ-110—ФЭУ-131,
 ФЭУ-133—ФЭУ-136, ФЭУ-138, ФЭУ-141, ФЭУ-142,
 ФЭУ-144—ФЭУ-147

Широкая номенклатура ФЭУ предопределила многообразие областей их применения, главными из которых являются инфракрасная спектрометрия, регистрация слабых оптических сигналов, спинтиляционная и дозиметрическая аппаратура, регистрация коротких световых импульсов в аппаратуре квантовой электроники, спектроанализная аппаратура, телевидение и фототелеметрия.

К приборам, предназначенным для регистрации слабых оптических сигналов, следует отнести ФЭУ-17А, ФЭУ-18А, ФЭУ-20, ФЭУ-51, ФЭУ-62, ФЭУ-67А, ФЭУ-69, ФЭУ-86, ФЭУ-100, ФЭУ-106, ФЭУ-111, ФЭУ-112, ФЭУ-114, ФЭУ-115 и др.

В телевизионных системах и фототелеграфии находят применение ФЭУ-84 и ФЭУ-114. Регистрация коротких световых импульсов осуществляется с помощью ФЭУ-77, ФЭУ-84, ФЭУ-87, ФЭУ-91, ФЭУ-104, ФЭУ-112, ФЭУ-113, ФЭУ-114, ФЭУ-117, ФЭУ-121, ФЭУ-126, ФЭУ-128, ФЭУ-135.

В инфракрасной спектрометрии находят применение ФЭУ-22, ФЭУ-28, ФЭУ-62, ФЭУ-83, ФЭУ-84, ФЭУ-112, ФЭУ-113, ФЭУ-114. В аппаратуре для спектроанализных исследований в ультрафиолетовой области спектра находят применение ФЭУ-97, ФЭУ-99 и ФЭУ-116.

В спинтиляционной аппаратуре используется также большое число типов приборов, среди которых можно назвать ФЭУ-35, ФЭУ-35А, ФЭУ-54, ФЭУ-58, ФЭУ-70, ФЭУ-78, ФЭУ-81, ФЭУ-84, ФЭУ-91, ФЭУ-110, ФЭУ-108 и др.

К числу наиболее универсальных по возможностям областей применения относятся ФЭУ-84, ФЭУ-112 и ФЭУ-114.

По характеру решаемых в оптико-электронной аппаратуре задач всю совокупность фотоумножителей можно классифицировать на четыре группы: общего применения; спинтиляционные; быстродействующие; с одноэлектронным разрешением.

Каждая из названных групп характеризуется не только рядом общих для всех групп приборов параметров и характеристик, но и сугубо специфическими, присущими только каждой из них в отдельности параметрами и характеристиками.

Основные параметры и электрические режимы работы фотоумножителей приведены в табл. 5.1. Кроме общепринятых параметров, указанных в табл. 5.1, у ряда изделий имеются также свои специфические параметры, определяемые их областью применения. Перечень этих параметров приведен в табл. 5.2.

У некоторых изделий имеется ряд сугубо специальных параметров, которых нет в перечне параметров табл. 5.1 и 5.3. Эти параметры приведены ниже.

Специальные электрические и фотоэлектрические параметры фотоумножителей ФЭУ-136

| | |
|---|-----|
| Отношение стад-пик распределения, не более | 0,6 |
| Отношение долина-пик распределения, не более | 0,8 |
| Эффективность счета фотонов, %, не менее: | |
| на длине волны 0,531 мкм | 4 |
| на длине волны 0,694 мкм | 1,9 |
| Длительность анодного импульса, нс, не более | 20 |
| Время нарастания анодного импульса, нс, не более | 7 |
| Критерий долговечности: | |
| световая анодная чувствительность, А/лм: | |
| при напряжении питания не более 1900 В | 100 |
| при напряжении питания не более 2700 В | 300 |
| отношение стад-пик распределения, не более | 0,7 |
| отношение долина-пик распределения, не более | 0,9 |
| эффективность счета фотонов на длине волны 0,694 мкм, %, не менее | 1,6 |

ФЭУ-144

Напряжение дискриминации (при скорости счета импульсов шума анодного тока 10⁻¹ с от фонового потока излучения 6·10⁻⁹ Вт), В, не более

ФЭУ-145

Коэффициент ретулирования усиления, не менее

ФЭУ-146

Неравномерность световой анодной чувствительности, %, не более

Таблица 5.1

| Тип прибора | Варианты | Размер фотокато- да, мм | Число диодов, шт | Масса, г, не бо- лее | Тип спектраль- ной характерис- тики или $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | S_{phk} , мкА/лм, не менее | S_a , А/лм (при $U_{\text{пр}} = U_{\text{н}} \cdot V$, не менее) | λ_{phk} , А/лм, не менее (на λ , мкм) |
|------------------------------|----------|----------------------------|---------------------|-------------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|--|--|
| ФЭУ 11 | Жесткие | Ø45 | 12 | 200 | С-4 | 0,40 0,48 | — | 5(1 700) | — |
| ФЭУ 11А | Жесткие | Ø45 | 12 | 200 | С-4 | 0,40 0,48 | — | 5(1 700) | — |
| ФЭУ 11Б | Жесткие | Ø45 | 12 | 200 | С-4 | 0,40 0,48 | 20 | 5(1 700) | — |
| ФЭУ 12А | Жесткие | Ø45 | 12 | 200 | С-5 | 0,47 0,51 | 50 | 5(1 700) | — |
| ФЭУ 12Б | Жесткие | Ø45 | 12 | 200 | С-5 | 0,44 0,54 | 50 | 5(1 700) | — |
| ФЭУ 13 ФЭУ 13А ФЭУ 13Б | Жесткие | Ø40 | 12 | 120 | С-4 | 0,40 0,47 | — 50 20 | 6 20 (1 700) | — |
| ФЭУ 14 ФЭУ 14Б | Жесткие | Ø45 | 12 | 120 | С-5 | 0,47 0,51 | 60 30 | 6(1 700) | — |
| ФЭУ 16 | Жесткие | Ø25 | 12 | 80 | С-4 | 0,38 0,48 | 25 | 10(1 700) | — |
| ФЭУ 17А | В покое | 16×15 | 13 | 130 | С-6 | 0,38 0,40 | 40 | 10(700), 1 000 (1 100) | $2 \cdot 10^{-2}$ А/лм (40 . 100 Ф) |
| ФЭУ 18А | В покое | 16×15 | 13 | 130 | С-3 | 0,38 0,40 | 40 | 10(700) 1 000 (1 100) | — |
| ФЭУ 19А | Жесткие | Ø34 | 13 | 150 | С-6 | 0,38 0,42 | 15 | 100 (1 100), (1 400) | $2 \cdot 10^{-2}$ (0,4) |
| ФЭУ 19М | Жесткие | Ø34 | 13 | 150 | С-6 | 0,38 0,42 | 20 | 1(1 100), 10(1 400), 100(1 900), 1 000 (2 600) | $2 \cdot 10^{-2}$ (0,4) |
| ФЭУ 20 | В покое | 10×7 | 8 | 50 | С-6 | 0,38 0,40 | 45 | 1(700) | $5,4 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЭУ 22 | В покое | 16×5 | 13 | 120 | С-1 | 0,76 0,80 | 50 | 1(1 100) | $3 \cdot 10^{-2}$ (0,8) |
| ФЭУ 24 | В покое | Ø34 | 13 | 270 | С 6 | 0,40, 0,42 | 25 | 10(1 600), 100(2 000) | $2 \cdot 10^{-2}$ (0,4) |
| ФЭУ 26 | Жесткие | 4×4 | 7 | 25 | С-6 | 0,38 0,40 | 40 | 1 (670) | — |
| ФЭУ 27 | Пикне | Ø25 | 11 | 40 | С-7 | 0,48 0,52 | 65 | 1(930), 10(1 200), 30(1 330) | — |
| ФЭУ 28 | В покое | Ø25 | 11 | 60 | С-1 | 0,76 0,82 | 40 | 1(1 100) | — |
| ФЭУ 29 | В покое | Ø34 | 13 | 150 | С-6 | 0,32 0,40 | 90 | 10(900), 100(1 100), 1 000(1 300) | $6,5 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |

| $S_{\lambda} A$, не менее (на λ , мм) | I_T, A , не более (при S_{λ} , A/мм) | F_{S^1} , $\mu\text{м}/\Gamma\lambda^{1/2}$, не более | R , %, не более | δ , %, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерий долговечности S_{λ} , A/мм (при $U_{\text{ннт}}$, В) | $P_{\text{макс}}$, Γ , не более | $U_{\text{ннт, макс}}$, В, не более | $I_{\lambda \text{ ср макс}}$, A, не более |
|--|---|--|-------------------|------------------------|--|--|---|--------------------------------------|---|
| — | $8 \cdot 10^{-7}$ (5) | — | — | 3 | 2 000 | $3,5$ (1 700) | 5 | 2 200 | $2,5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $8 \cdot 10^{-7}$ (5) | — | — | 3 | 2 000 | $3,5$ (1 700) | 5 | 2 200 | $2,5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $8 \cdot 10^{-7}$ (5) | — | — | 3 | 2 000 | $3,5$ (1 700) | 5 | 2 200 | $2,5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $8 \cdot 10^{-7}$ (5) | — | — | 3 | 2 000 | $3,5$ (1 700) | 5 | 2 200 | $2,5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $8 \cdot 10^{-7}$ (5) | — | — | 3 | 2 000 | $3,5$ (1 700) | 5 | 2 200 | $2,5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $4 \cdot 10^{-7}$ (6) | — | — | 3 | 2 000 | $4,2$ (1 700) | 2 | 2 200 | $5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $4 \cdot 10^{-7}$ (6) | — | — | 3 | 2 000 | $4,2$ (1 700) | 2 | 2 200 | $5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-7}$ | — | 13 | 3 | 1 000 | $2,4$ (2 000) | 0,5 | 2 000 | $5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-11}$ (10); $2 \cdot 10^{-8}$ (1 000) | $5 \cdot 10^{-11}$ | — | — | 750 | 10 (1 100) | — | 1 100 | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-10}$ (10); $2 \cdot 10^{-8}$ (1 000) | $3 \cdot 10^{-10}$ | — | — | 500 | $10(1 \ 100)$ | — | 1 100 | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-8}$ (100); $5 \cdot 10^{-7}$ (1 000) | — | — | — | 1 000 | 100 | — | 1 600 | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $6 \cdot 10^{-9}$ (1 100 B); $6 \cdot 10^{-8}$ (1 400 B); $6 \cdot 10^{-7}$ (1 900 B); $1,2 \cdot 10^{-4}$ (2 600 B) | $7 \cdot 10^{-9}$ | — | — | 2 000 | $10(2 \ 100)$ | — | — | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-9}$ (1) | $1,5 \cdot 10^{-10}$ | — | — | 800 | $1(1 \ 200)$ | — | 1 300 | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $8 \cdot 10^{-9}$ (1) | — | — | — | 500 | $1(1 \ 600)$ | — | 2 000 | $3 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $3 \cdot 10^{-7}$ (1 600 B) | $9 \cdot 10^{-9}$ | — | 10 | 750 | $10(1 \ 900)$ | — | 1 700 | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-10}$ (1) | $2,5 \cdot 10^{-12}$ | — | — | 1 000 | $1(1 \ 250)$ | — | 670 | $7,5 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-7}$ (1) | $6,75 \cdot 10^{-12}$ | — | — | 500 | $10(1 \ 770)$ | — | 2 000 | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-7}$ (1) | $3,5 \cdot 10^{-11}$ | — | — | 1 000 | $1(1 \ 600)$ | — | 1 300 | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $3 \cdot 10^{-9}$ (10) | — | 8,5 | 5 | 2 000 | $10(2 \ 100)$ | — | — | $2 \cdot 10^{-4}$ |

| Тип прибора | Выводы | Размер фотока-тода, мм | Число диодов, шт. | Масса, г, не более | Тип спектраль-ной характери-стики или $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | S_{phk} , мкА/лм, не менее | S_{λ} , А/лм (при $U_{\text{пит}}$, В), не ме-нее | $S(\lambda)phk$, А/ГТ, не менее (на λ , мкм) |
|-------------|--------------------|------------------------|-------------------|--|---|-------------------------------|------------------------------|---|---|
| ФЭУ-30 | Жесткие | Ø50 | 14 | 350 | C-6 | 0,36...0,41 | 40 | 1 000(2 500); 5 000(3 200) | — |
| ФЭУ-31 | Жесткие | Ø18 | 8 | 30 | C-6 | 0,31...0,44 | 70 | 1 600); 10(950) | $5,5 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЭУ-31А | Жесткие | Ø18 | 8 | 30 | C-6 | 0,34...0,44 | 70 | 1 600); 10(950) | $5,5 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЭУ-35 | В покоте | Ø25 | 8 | 50 | C-5 | 0,38...0,42 | 40 | 1 700...900); 10(1 050); 30 (1 250... ...1 750) | $2 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЭУ-35А | В покоте | Ø25 | 8 | 50 | C-6 | 0,33...0,42 | 45 | 10(1 200); 30(1 600) | $2,5 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЭУ-36 | В покоте | Ø34 (сфериче-ский) | 13 | 180 | C-6 | 0,34...0,44 | 50 | 100(1 150); 1000(1 450) | $5,5 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЭУ-37 | В покоте | Ø34 | 11 | 160 | C-6 | 0,38...0,42 | 90 | 10(750); 100(950); 1000(1 200) | $5,5 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЭУ-38 | В покоте | Ø34 | 13 | 160 | C-11 | 0,40...0,44 | 130 | 100 (1 720) | — |
| ФЭУ-39А | В покоте | Ø34 | 11 | 150 | C-15 | 0,38...0,42 | 25 | 10(1 200); 100(1 500); 1 000(1 800) | — |
| ФЭУ-49 | Жесткие | Ø150 | 12 | 1 000 | C-8 | 0,37...0,50 | 50 | 10 (1 650); 100 (2 500) | — |
| ФЭУ-49Б | Жесткие | Ø150 | 12 | 1 000 | C-8 | 0,37...0,50 | 70 | — | — |
| ФЭУ-50 | Жесткие | 15X150 | 11 | 750 | C-6 | 0,38...0,42 | 30 | 100(1 500); 1 000(2 000) | — |
| ФЭУ-51 | В покоте | Ø25 | 11 | 50 | C-11 | 0,38...0,48 | 110 | 100 (1 600) | — |
| ФЭУ-52 | Жесткие | Ø60 | 12 | 200 | C-8 | 0,38...0,48 | 80 | 10(1 650); 100(2 200) | — |
| ФЭУ-54 | Жесткие, гибкие | Ø12 | 14 | 40 (с гиб-кими выво-дами); 25 | C-4 | 0,40...0,48 | 20 | 10(1 550); 100(1 900) | — |
| ФЭУ-55 | Жесткие, гибкие | Ø12 | 14 | 40 (с гиб-кими выво-дами); 25 | C-5 | 0,45...0,55 | 23 | 10(1 500); 100(1 900) | — |
| ФЭУ-56 | Жесткие | Ø60 | 12 | 200 | C-4 | 0,38...0,48 | 25 | 10(1 500); 100(2 200) | — |
| ФЭУ-58 | Гибкие | Ø12 | 14 | 40 | C-6 | 0,34...0,44 | 15 | 30(2 000) | — |

| $S(\lambda)_{\lambda}$, А/ГТ, не менее (на λ , мкм) | $I_{\text{т}}, A$, не более (при S_{λ} , А/лм) | F_{λ} , лм/ГТ ^{1/2} , не более | R, %, не более | δ , %, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерий длитель- ности S_{λ} , А/лм (при $U_{\text{пит}}$, В) | $P_{\text{макс}}$, Вт, не более | $U_{\text{пит, макс}}$, В, не более | $I_{\text{а, ср, макс}}$, А, не более |
|---|---|---|------------------|------------------------|--|---|-------------------------------------|---|---|
| — | $8 \cdot 10^{-6}$ (2 500 Е) | — | — | 5 | 1 000 | 1000(3 000) | — | 3 500 | $4 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-6}$ (1) | 2 кэВ | 10 | 3 | 750 | 1(1 100) | — | 1 400 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-6}$ (10) | $1,7 \cdot 10^{-12}$ | — | — | 750 | 1(1 000) | — | 1 300 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-6}$ (10) | 1,8 кэВ | 8,5 | 3 | 3 000 | 10(1 750) | $1 \cdot 10^{-4}$ | 1 750 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-6}$ (10) | 1,75 кэВ | 10 | 3 | 3 000 | 10(1 600) | $1 \cdot 10^{-2}$ | 1 600 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-7}$ (1 000) | — | — | 3 | 1 000 | 100(2 500) | — | 2 900 | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| $6 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-6}(10)$; $1 \cdot 10^{-7}$ (1 000) | 0,6 кэВ (1 300 Г) | 8,5 (1 000 Е) | 2,5 | 1 500 | 10(1 800) | — | — | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-7}$ (100) | 5 кэВ | 10 | — | 1 000 | 100(2 500) | — | 2 900 | $4 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $3 \cdot 10^{-6}$ (1 200 В); $1 \cdot 10^{-6}$ (1 800 В) | — | — | 1,5 | 500 | 10(1 500) | — | — | $1 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $3 \cdot 10^{-7}$ $...4 \cdot 10^{-6}$ | 12...14 кэВ | 12 | 3 | 2 000 | 10(1 900) | 1 | 2 500 | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| — | $3 \cdot 10^{-7}$ $...4 \cdot 10^{-6}$ | — | 10 | 3 | 2 000 | 10(1 900) | 1 | 2 500 | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-5}$ (1 000) | — | — | — | — | — | — | 2 000 | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-6}$ (100) | $7 \cdot 10^{-13}$ | — | — | 1 000 | 10(2 300) | — | 2 300 | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-8}$ (1 650 Е); $8 \cdot 10^{-7}$ (2 200 Е) | 5 кэВ | — | — | 1 000 | 10(1 900) | 1 | 2 500 | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| — | $4 \cdot 10^{-8}$ $...4 \cdot 10^{-7}$ | — | 15 | 3(6 ч) 10 (45 ч) | 1 000 | 10(1 700) | 0,5 | 2 000 | $5 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $6 \cdot 10^{-8}$ $...6 \cdot 10^{-7}$ | — | — | — | 1 000 | 10(1 650) | 0,5 | 2 000 | $5 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $8 \cdot 10^{-8}$ (1 700 В); $1 \cdot 10^{-6}$ (2 200 В) | 9 кэВ | — | 2,5 | 1 000 | 10(2 000) | 1 | 2 500 | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-7}$ | — | — | 3 | 1 000 | 30(2 150) | 0,05 | 2 150 | $5 \cdot 10^{-4}$ |

| Тип прибора | Выводы | Размер фотокатода, мм | Число диодов, шт | Масса, г, не более | Тип спектральной характеристики или $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | S_{phk} , мкА/лм, не менее | S_a , А/лм (при $U_{\text{шт}} = 5$ В), не менее | $S(\lambda)_{phk}$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) |
|-------------|---------|-----------------------|------------------|--------------------|---|-------------------------------|------------------------------|--|--|
| ФЭУ 60 | Гибкие | Ø10 | 10 | 12 | С-6 | 0,38 0,42 | 20 | 10(1 400), 30(1 600) | — |
| ФЭУ-62 | Шоколь | Ø10 | 11 | 55 | С-1 | 0,76 0,82 | 30 | 1(1 000), 10(1 350) | $2 \cdot 10^{-1}$ (1,1) |
| ФЭУ 63 | Жесткие | Ø100 | 14 | 1 100 | С-6 | 0,38, 0,42 | 20 | 100(2 700), 1 000(3 500) | — |
| ФЭУ 64 | Шоколь | Ø5 | 11 | 150 | С-6 | 0,38 0,42 | 20 | 10(900), 100(1 200), 1 000(1 500) | — |
| ФЭУ 65 | Жесткие | Ø150 | 14 | 2 500 | С-6 | 0,38 0,42 | 20 | 100(2 900), 1 000(3 500) | — |
| ФЭУ 67 | Гибкие | Ø10 | 8 | 20 | С-6 | 0,38 0,42 | 20 | 10(1 350) | — |
| ФЭУ 67А | Гибкие | Ø10 | 8 | 20 | С-6 | 0,38 0,42 | 90 | 1(850), 10(1 100) | — |
| ФЭУ 67Б | Гибкие | Ø10 | 8 | 20 | С-6 | 0,38 0,42 | 40 | 10(1 350) | — |
| ФЭУ 68 | Гибкие | Ø10 | 10 | 20 | С-11 | 0,38 0,48 | 100 | 0,1(700), 1(950) | $1,1 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЭУ 69 | Гибкие | Ø10 | 10 | 30 | С-11 | 0,40 0,44 | 130 | 10(1 250) | — |
| ФЭУ 69А | Гибкие | Ø10 | 10 | 30 | С-11 | 0,40 0,44 | — | 10(1 550) | — |
| ФЭУ 69Б | Гибкие | Ø10 | 10 | 30 | С-11 | 0,40 0,44 | 120 | 10(1 230) | — |
| ФЭУ-70 | Гибкие | Ø25 | 12 | 100 | С-4 | 0,34 0,44 | 15 | 30(1 700) | — |
| ФЭУ-71 | Жесткие | Ø16 | 11 | 55 | С-15 | 0,38 0,47 | 30 | 10(800), 100(1 000), 1 000(1 300) | — |
| ФЭУ 74 | Гибкие | Ø25 | 11 | 30 | 0,30 0,35 0,45 | 0,35 0,45 | 50 | 1(1 200), 10(1 450), 30(1 700) | $3 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЭУ 74А | Жесткие | Ø25 | 11 | 50 | 0,30 0,35 0,45 | 0,35 0,45 | 50 | 1(1 200), 10(1 550) | $3 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЭУ 77 | Шоколь | Ø5 | 13 | 150 | 0,30 0,30 0,30 | 0,41 | 60 | 100(2 300), 300(2 600) | $4 \cdot 10^{-2}$ (0,694) |
| ФЭУ 78 | Жесткие | Ø40 | 14 | 200 | 0,30 0,30 0,65 | 0,38 0,46 | 43 | 100(1 700) | $5 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЭУ 78Б | Жесткие | Ø40 | 14 | 200 | 0,30 0,30 0,65 | 0,38 0,46 | 45 | 10(1 550) | — |

| $S(\lambda)_{phk}$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) | $I_{\text{т}}$, А, не более (при S_a , А/лм) | F_s , $\frac{\text{лм}}{\text{Вт}} \cdot \frac{1}{\text{лм}^2}$, не более | R, %, не более | δ , %, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерий долговечности S_a , А/лм (при $U_{\text{шт}} = 5$ В) | $P_{\text{макс}}$, Вт, не более | $U_{\text{шт макс}}$, В, не более | $I_{\text{а ср макс}}$, А, не более |
|--|--|--|----------------|----------------------------|--|---|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| — | $3 \cdot 10^{-6}$ (1 600 В) | — | — | — | 1 000 | $30(1 800)$, $I_{\text{т}} = 5 \cdot 10^{-8}$ А (1 600 В) | — | — | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-6}$ (1), $5 \cdot 10^{-7}$ (10) | $1,12 \cdot 10^{-10}$, $3 \cdot 10^{-11}$ (1,1 мкм) | — | — | 750 | 1(1 700) | — | — | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $6 \cdot 10^{-5}$ (3 500 В), $5 \cdot 10^{-6}$ (1 600 В) | — | — | 3,5 | 500 | 100(3 500) | — | 3 500 | $4 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-4}$ (3 500 В), $1,5 \cdot 10^{-6}$ (1 350 В) | $5 \cdot 10^{-12}$ | — | — | — | — | — | — | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $2,5 \cdot 10^{-6}$ (3) | $6 \cdot 10^{-12}$ | 13 | — | 800 | 3(1 300) | — | — | $3 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $3,0 \cdot 10^{-6}$ (1) | 6 кэВ | — | 5 | 800 | 10 | — | 1 200 | $3 \cdot 10^{-6}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-9}$ (1) | $7 \cdot 10^{-11}$ ($\Phi = 10^{-6}$ лм) | — | — | 1 000 | 1(1 600) | — | 1 400 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-9}$ (10) | $3 \cdot 10^{-12}$, $1 \cdot 10^{-12}$ ($\Phi = 3,4 \times 10^{-10}$ лм) | — | — | 1 200 | $20(1 700)$, $2,7 \cdot 10^{-12}$ лм/лм ^{1/2} | — | 1 600 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-9}$ (10) | $1,8 \cdot 10^{-11}$ | — | — | 400 | $2,7 \cdot 10^{-12}$ лм/лм ^{1/2} , 30% | — | 1 600 | — |
| — | $1 \cdot 10^{-9}$ (10) | $3 \cdot 10^{-12}$, $1 \cdot 10^{-11}$ ($\Phi = 3,4 \times 10^{-11}$ лм) | — | — | 1 500 | $5 \cdot 20(1 700)$ | — | 1 550 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-7}$ (10) | — | — | — | 1 000 | 30(1 900) | 0,5 | 2 100 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-8}$ (100), $5 \cdot 10^{-7}$ (1 000) | $8,3 \cdot 10^{-12}$ | — | — | 1 000 | 100(1 100) | — | — | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-9}$ (10) | 1 кэВ | 6,5 | 3,5 | 1 000 | 10(2 000) | — | 1 900 | $3 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-9}$ (10) | 1 кэВ | 8,5 | $3,5$ (20°C), 50 (150°C) | 1 000; 50 (150°C) | 10(2 000) | — | 1 750 | $3 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-6}$ (100), $3 \cdot 10^{-6}$ (300) | $2,2 \cdot 10^{-12}$ | — | — | 1 000 | 50(2 300) | — | — | — |
| — | $2 \cdot 10^{-6}$ (100) | — | — | 2,5 | 2 000 | 100(2 400) | — | 2 200 | $3 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-6}$ (10) | 2 кэВ | 10 | $3,5$ (20°C), 50 (150°C) | 50 (150°C) | 10(2 250) | — | 1 800 | $3 \cdot 10^{-4}$ |

| Тип прибора | Габариты | Размер фотокатода, мм | Число диодов, шт. | Масса, г, не более | Тип спектральной характеристики или $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | S_{phk} , мкА/лм, не менее | S_d , А/лм (при $U_{\text{пит}}$, В), не менее | $S(\lambda)_{phk}$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) |
|----------------------|----------|-----------------------|-------------------|--------------------|---|-------------------------------|------------------------------|---|--|
| ФЗУ-79 | Цоколь | Ø6 | 11 | 150 | С-8 | 0,42 .. 0,55 | 120 | 100(1 850); 1 000(2 400) | — |
| ФЗУ-81 | Жесткие | Ø40 | 12 | 140 | С-4 | 0,38 .. 0,48 | 40 | 10(1 600); 100(2 000) | — |
| ФЗУ-81Б | Жесткие | Ø40 | 12 | 140 | С-4 | 0,38 .. 0,48 | 25 | 10(1 600); 100(2 000) | — |
| ФЗУ-82 | Жесткие | Ø60 | 12 | 220 | С-4 | 0,38 .. 0,48 | 30 | 10(1 600); 100(2 000) | — |
| ФЗУ-82А | Жесткие | Ø60 | 12 | 220 | С-4 | 0,38 .. 0,48 | 25 | 10(1 600) | — |
| ФЗУ-83 | Жесткие | Ø25 | 12 | 80 | С-1 | 0,65 .. 0,85 | 20 | 1(1 400); 10(1 700); 100(2 200) | — |
| ФЗУ-84 ФЗУ-84-1 | Жесткие | Ø25 | 12 | 75 | С-8 | 0,42 .. 0,55 | 80 | 100(1 700) | $3 \cdot 10^{-8}$ (0,694) |
| ФЗУ-84 2 ФЗУ-84 3 | Жесткие | Ø25 | 12 | 80 | С-8 | 0,42 .. 0,55 | 80 | 100(1 450); 1 000(1 700) | — |
| ФЗУ-84-4 | Гибкие | Ø25 | 12 | 100 | С-8 | 0,42 .. 0,55 | 80 | 100(1 450); 1 000(1 700) | — |
| ФЗУ-84-5 | Гибкие | Ø25 | 12 | 100 | С-8 | 0,42 .. 0,55 | 80 | 100(1 450) 1 700 | — |
| ФЗУ-85 | Жесткие | Ø25 | 11 | 50 | С-6 | 0,34 .. 0,44 | 30 | 10(900); 100(1 250) | $3 \cdot 10^{-7}$ (0,41) |
| ФЗУ-85А | Жесткие | Ø25 | 11 | 50 | С-6 | 0,38 .. 0,42 | 80 | 10(800); 100(1 000) | $7,5 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЗУ-86 | Гибкие | Ø10 | 10 | 30 | С-6 | 0,38 .. 0,49 | 90 | 100(900) | $2,5 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЗУ-86И | Гибкие | Ø10 | 10 | 30 | С-6 | 0,38 .. 0,49 | 60 | 100(1 600) | $2 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЗУ-86И-1 | Гибкие | Ø10 | 10 | 152 | С-6 | 0,38 .. 0,49 | — | 100(1 600) $\pm 20\%$ | — |
| ФЗУ-87 | Жесткие | Ø20 | 11 | 60 | С-9 | 0,32 .. 0,38 | 50 | 100(1 400); 1 000 (1 800); 3 000(2 100) | — |
| ФЗУ-88 | Гибкие | Ø8 | 11 | 40 | С-8 | 0,42 .. 0,55 | 80 | 10 | — |

| $S(\lambda)_a$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) | $I_{\text{т}}, A$, не более (при S_a , А/лм) | $F_{\text{с}}, \text{лм/Гц}^{1/2}$, не более | R, %, не более | δ , %, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерий долговечности S_a , А/лм (при $U_{\text{пит}}$, В) | $P_{\text{макс}}$, Вт, не более | $U_{\text{пит, макс}}$, В, не более | $I_{a, \text{ср. макс}}$, А, не более |
|--|---|---|----------------|------------------------|--|---|----------------------------------|--------------------------------------|--|
| — | $4 \cdot 10^{-8}$ (1 000) | $4 \cdot 10^{-12}$ | — | 5 | 1 500 | 100(2 500) | — | 2 400 | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-8}$ $\dots 3 \cdot 10^{-7}$ | $3,5 \text{ кэВ}$ | 15 | 2,5 | 2 000 | 10(2 000) | 1 | 2 500 | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-8}$ (1 600 В); $8 \cdot 10^{-7}$ (2 000 В) | 10 кэВ | — | 2,5 | 2 000 | $I_{\text{т}}=4 \cdot 10^{-6} A$ (1 600) | 1 | 2 500 | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| — | $8 \cdot 10^{-8}$ $\dots 1 \cdot 10^{-6}$ | 5 кэВ | 13 | 2,5 | 2 500 | 10(2 000) | 1 | 2 500 | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| — | $8 \cdot 10^{-8}$ (1 600 В) | 15 кэВ | — | 5 | 2 000 | 10(2 000), 20 мкА/лм, $I_{\text{т}}=1 \cdot 10^{-6} A$ | — | 2 500 | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| — | $9 \cdot 10^{-8}(1)$; $9 \cdot 10^{-6}$ (100) | — | — | 2,5 | 1 000 | 7 мкА/лм (чувствительность фотокатода) | 0,5 | 2 200 | $3 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-7}$ | $1,7 \cdot 10^{-12}$ | 10 .. 12 | 5 | 500 | $2,5 \cdot 10^{-3} A/V$; $2,5 \cdot 10^{-7} A$ | 0,5 | 1 900 | $5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-8}$ (100) | $3,5 \text{ кэВ}$ | — | 5 | 1 000 | 80(1 700) | 0,5 | 1 900 | $5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-8}$ (100) | $3,5 \text{ кэВ}$ | — | 5 | 1 000 | 80(1 700) | 0,5 | 1 900 | $5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-8}$ (100) | $3,5 \text{ кэВ}$ | — | 5 | 1 000 | 80(1 700) | — | 1 900 | $5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-8}$ (900 В); $1 \cdot 10^{-7}$ (1 250 В) | 3 кэВ | — | 3 | 2 000 | $I_{\text{т}}=2,5 \cdot 10^{-7} A$ 100(1 350) | — | — | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-9}(10)$; $2 \cdot 10^{-6}(100)$ | 1 кэВ | 8,5 | 3 | 2 000 | 100(1 350) | — | 1 350 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $2 \cdot 10^{-9}(10)$; $2 \cdot 10^{-6}(100)$ | 1 кэВ | 8,5 | 3 | 2 000 | 100(1 350) | — | 1 350 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | — | $1,8 \cdot 10^{-12}$; $9,0 \cdot 10^{-12}$ (при фоне $2 \cdot 10^{-9} \text{ лм}$) | — | 10 | 500 | $\Delta S \leq 25\%$; $3 \cdot 10^{-12} \times$ $\times 10^{-11}$ $\text{лм/Гц}^{1/2}$ (при $I_{\text{фоне}} 2 \cdot 10^{-9} \text{ лм}$) | — | — | $5 \cdot 10^{-6}$ |
| — | — | $1,8 \cdot 10^{-12}$; $9,0 \cdot 10^{-12}$ (при фоне $2 \cdot 10^{-9} \text{ лм}$) | — | — | 500 | $\Delta S_a \leq 25\%$; $3 \cdot 10^{-12}$ $\times 10^{-11}$ $\text{лм/Гц}^{1/2}$ (при $I_{\text{фоне}} 2 \cdot 10^{-9} \text{ лм}$) | — | — | $5 \cdot 10^{-6}$ |
| — | $8 \cdot 10^{-9}(100)$ $8 \cdot 10^{-8}$ (1 000); $5 \cdot 10^{-7}$ (3 000) | — | 10 | — | 1 000 | 100(2 500) | — | 2 100 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | — | $2 \cdot 10^{-11}$; $1,6 \cdot 10^{-10}$ (при фоне $1 \cdot 10^{-9} \text{ лм}$) | — | — | 2 000 | 5 | — | 2 000 | $2 \cdot 10^{-4}$ |

| Тип прибора | Разряды | Размер фотокатода, мм | Число диодов, шт. | Масса, г, не более | Тип спектральной характеристики или $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | $S_{\text{ггк}}$, мкА/лм, не менее | S_a , А/лм (при $U_{\text{шт}}$, В), не менее | $S(\lambda)_{\text{ггк}}$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) |
|-------------|---------|-----------------------|-------------------|--------------------|---|-------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| ФЗУ-91 | Гибкие | Ø25 | 12 | 150 | 0,34...0,65 | 0,38...0,49 | 20 | 30(1 700) | — |
| ФЗУ-92 | Гибкие | Ø25 | 12 | 150 | 0,34...0,65 | 0,38...0,49 | 20 | 30(1 700); 100(2 000) | — |
| ФЗУ-93 | Жесткие | Ø40 | 12 | 140 | С-4 | 0,38...0,49 | 30 | 10(1 600); 100(2 100) | — |
| ФЗУ-94 | Жесткие | Ø100 | 11 | 500 | С-8 | 0,42...0,55 | 80 | 10 | — |
| ФЗУ-95 | Жесткие | Ø160 | 12 | 1400 | С-8 | 0,42...0,55 | 80 | 10 | — |
| ФЗУ-96 | Жесткие | Ø3 | 14 | 25 | С-9 | 0,32...0,36 | 25 | 30(1 800) | 15% |
| ФЗУ-97 | Жесткие | Ø40 | 14 | 140 | С-4 | 0,38...0,49 | 35 | 30(1 700); 1 000 (2 500) | 15% |
| ФЗУ-98 | Гибкие | Ø10 | 10 | 12 | 0,30...0,65 | 0,38...0,42 | 70 | 10(900); 30(1 100) | 5·10 ⁻² (0,41) |
| ФЗУ-99 | Жесткие | Ø16 | 11 | 80 | 0,15...0,32 | 0,22...0,26 | — | — | 9·10 ⁻² (0,2537) |
| ФЗУ-100 | Жесткие | Ø18 | 11 | 80 | 0,17...0,83 | 0,42...0,46 | 90 | 100(1 900) | 2·10 ⁻² (0,4); 1·10 ⁻⁴ (0,9) |
| ФЗУ-101 | Гибкие | Ø10 | 10 | 30 | 0,30...0,65 | 0,38...0,42 | 90 | 100(1 100) | 6·10 ⁻² (0,41) |
| ФЗУ-102 | Гибкие | Ø16 | 12 | 30 | 0,30...0,65 | 0,40...0,43 | 40 | 10(1 500) | 4,5·10 ⁻² (0,41) |
| ФЗУ-103 | Гибкие | Ø3 | 14 | 20 | С-9 | 0,32...0,36 | 15 | 30(1 800) | — |
| ФЗУ-104 | Цоколь | Ø5 | 11 | 140 | С-8 | 0,40...0,44 | 390 | 100(1 540); 300(1 740) | — |
| ФЗУ-105 | Жесткие | Ø6 | 11 | 130 | С-8 | 0,40...0,44 | 120 | 100(2 200); 300(2 500) | 10% |
| ФЗУ-105А | Жесткие | Ø6 | 11 | 130 | С-8 | 0,40...0,44 | 120 | 100(2 200); 300(2 500) | 15% |
| ФЗУ-106 | Цоколь | Ø6 | 11 | 150 | 0,15...0,30 | 0,40...0,44 | 200 | 1 000(1 950) | — |

| $S(\lambda)_{\text{ггк}}$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) | $I_{\text{ггк}}$, А, не более (при S_a , А/лм) | $F_{\text{ггк}}$, лм/Гц ^{1/2} , не более | R, %, не более | δ , %, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерий долговечности S_a , А/лм (при $U_{\text{шт}}$, В) | $P_{\text{макс}}$, Вт, не более | $U_{\text{пит.макс}}$, В, не более | $I_{\text{а.ср.макс}}$, А, не более |
|---|---|--|----------------|------------------------|--|---|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| — | 5·10 ⁻⁶ | 5 кэВ | 11 | 3 | 2 000 | 30(1 900) | 2,5 | 2 500 | 2·10 ⁻³ |
| — | 5·10 ⁻⁶ (100) | 2 кэВ | 11 | 3 | 2 000 | 30(1 900) | 2,5 | 2 500 | 2·10 ⁻³ |
| — | 5·10 ⁻⁶ (100) | 3,5 кэВ | 11 | 2,5 | 3 000 | 10(1 900) | 1 | 2 500 | 1·10 ⁻² |
| — | 5·10 ⁻⁶ (1 500 В) | 6 кэВ | 13 | 2,5 | 2 000 | 10 | 1 | 1 500 (2 000 В) | 1·10 ⁻³ |
| — | 3·10 ⁻⁷ (1 500 В) | 9 кэВ | 15 | 2,5 | 2 000 | 10(2 000) | 1 | 1 500 (2 000 В) | 1·10 ⁻³ |
| — | 5·10 ⁻¹⁰ ((1 800 В) | 5·10 ⁻¹² | — | 3 | 1 000 | 30(2 000) | 0,5 | 2 000 | 5·10 ⁻⁴ |
| — | 6·10 ⁻⁶ (100) | 2,5 кэВ | 11 | 2,5 | 2 500 | 30(2 000) | 1 | 2 500 | 1·10 ⁻² |
| — | 1·10 ⁻⁹ (30) | — | — | — | 2 000 | 10(1 600) | — | 1 600 | 5·10 ⁻⁵ |
| 100 (1200 В, 0,2537 мкм) | — | 8·10 ⁻¹⁴ (0,2537 мкм, эквивалент темнового тока) | — | 2 | 1 000 | 100(2 000 В, 0,2537 мкм) | — | 2 000 | 5·10 ⁻⁵ |
| — | 2·10 ⁻⁶ (100) | 3·10 ⁻¹² | — | 2 | 1 000 | 100(2 700) | — | 2 700 | 2·10 ⁻⁴ |
| — | 5·10 ⁻⁹ (100) | 5·10 ⁻⁸ ; 4,4·10 ⁻¹² (при фоне 1·10 ⁻⁹ лм) | — | 10 | 10 000 | 20...0 | — | — | 5·10 ⁻⁶ |
| — | 1·10 ⁻⁹ (10) | 3 кэВ | 10 | 3,5 | 50 (150°С; 1 000 (20°С)) | 10(2 500); 10(2 200) | — | 2 000 | 3·10 ⁻⁶ |
| — | 5·10 ⁻⁹ (1 800 В) | 5·10 ⁻¹² | — | 20 | 1 000 | 2 000 В при 30 А/лм | — | 2 000 | (2...10)×10 ⁻⁶ |
| — | 5·10 ⁻⁸ (300 А/лм) | — | — | 15 | 1 000 | 100(2 400) | — | — | 2,5·10 ⁻⁴ |
| — | 5·10 ⁻⁸ (2 200 В) | 1·10 ⁻¹¹ Вт/Гц ^{1/2} (при фоне 1·10 ⁻⁹ Вт, 1 200 В) | — | 15 | 1 000 | 100(2 200) | — | — | 2,5·10 ⁻⁴ |
| — | 5·10 ⁻⁸ (2 200 В) | 1,7·10 ⁻¹¹ (при фоне 1·10 ⁻⁹ Вт, 1 200 В) | — | 15 | 1 000 | 100(2 200) | — | — | 2,5·10 ⁻⁴ |
| — | 2,5·10 ⁻⁸ (1 000) | 1,6·10 ⁻¹² | — | 5 | 750 | 100(2 500) | — | 2 500 | 1·10 ⁻⁴ |

| Тип прибора | Виды | Размер фотокатода, мм | Число диодов, шт | Масса, г, не более | Тип спектральной характеристики для $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | S_{phk} , мкА/лм, не менее | S_d , А/лм (при $U_{\text{пит}}$, В), не менее | $S(\lambda)phk$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) |
|-------------|---------|-----------------------|------------------|--------------------|---|-------------------------------|------------------------------|---|---|
| ФЗУ-101 | Жесткие | Ø60 | 14 | 250 | 0,30 0,65 | 0,38 0,42 | 35 | 30(1 700) | $4,5 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЗУ-108 | Жесткие | Ø13 | 8 | 30 | 0,30 0,65 | 0,38 0,42 | 30 | 1(650), 10(930) | $5 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЗУ-110 | Жесткие | Ø60 (сферический) | 12 | 200 | С 8 | 0,40 0,44 | 80 | 10(1 500), 100(2 000) | — |
| ФЗУ-111 | Гибкие | Ø7 | 10 | 120 | 0,30 0,65 | 0,38 0,42 | — | 100(1 500) | — |
| ФЗУ-112 | Жесткие | Ø5 | 14 | 25 | С 1 | 0,65 0,85 | 15 | 10(1 800) | $2,09 \cdot 10^{-4}$ (1,06) |
| ФЗУ-113 | Жесткие | Ø25 | 12 | 75 | С 1 | 0,65 0,85 | 20 | — | $4 \cdot 10^{-3}$ (1,0), $3 \cdot 10^{-2}$ (0,91) |
| ФЗУ-114 | Жесткие | Ø10 | 14 | 25 | С 8 | 0,40 0,44 | 60 | 30(1 900) | $1,02 \cdot 10^{-2}$ (0,694) |
| ФЗУ-115 | Жесткие | Ø25 | 11 | 50 | С 8 | 0,40 0,44 | 120 | 10(1 330) | — |
| ФЗУ-116 | Жесткие | Ø10 | 14 | 25 | 0,20 0,365 | 0,26 0,30 | — | — | $4,4 \cdot 10^{-3}$ (в максимуме) 300 (1 900 В, 0,2537 мкм) |
| ФЗУ-117 | Гибкие | Ø25 | 11 | 50 | С 8 | 0,40 0,44 | — | 30(1 660) | $2,3 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЗУ-118 | Жесткие | Ø40 | 12 | 140 | С 8 | 0,40 0,44 | 100 | 10(1 400) | $4 \cdot 10^{-3}$ (0,5) |
| ФЗУ-119 | Гибкие | Ø25 | 12 | 180 | С 8 | 0,40 0,44 | 80 | 10(1 500), 100(2 000), 1 000(2 600) | $9 \cdot 10^{-3}$ (0,63) |
| ФЗУ-120 | Гибкие | Ø20 | 11 | 60 | С 9 | 0,38 0,46 | 30 | 100(1 950), 1000(2 200) | $3 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЗУ-121 | Жесткие | Ø16 | 11 | 60 | С 9 | 0,38 0,46 | 30 | 100(1 900), 1 000(2 300) | $3 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |
| ФЗУ-122 | Гибкие | Ø25 | 14 | 50 | С 2 | 0,40 0,40 | 30 | 30(1 700) | $3 \cdot 10^{-2}$ (0,41) |

| $S(\lambda)_{\text{из}}$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) | $I_{\text{т}}, \text{А}$, не более (при S_d , А/лм) | F_s , лм/лм ^{1/2} , не более | R, %, не более | δ , %, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерий долговеч- ности S_d , А/лм (при $U_{\text{пит}}$, В) | $P_{\text{макс}}$, Вт, не более | $U_{\text{пит макс}}$, В, не более | I_d ср макс, А, не более |
|---|--|--|----------------|------------------------|--|---|-------------------------------------|--|-------------------------------|
| — | $5 \cdot 10^{-9}$ (30) | 10 кэВ | 5,5 | — | 1 000 (20 С), 100 (145°С) | 30(1 300), 300(1 500) | — | 2 200 | $3 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $1,5 \cdot 10^{-9}$ (1), $8 \cdot 10^{-10}$ (10) | $0,7 \text{ кэВ}$ | 10 | 3 | 2 000 | 10(1 400) | — | 1 200 | $1 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $6 \cdot 10^{-9}$ $8 \cdot 10^{-9}$ | 3 кэВ | 11 | 2,5 | 2 000 | 10(1 900) | 1 | 2 700 | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| — | $4,5 \cdot 10^{-10}$ (100) | $4 \cdot 10^{-1}$ (Ф _Ф = $3 \cdot 10^{-9}$ лм) | — | 10 | 450 (20 С), 50 (56 С) | $6 \cdot 10^{-12}$ лм/лм ^{1/2} (Ф _Ф = $1 \cdot 10^{-9}$ лм) | — | — | $5 \cdot 10^{-6}$ |
| — | $3 \cdot 10^{-7}$ | $5 \cdot 10^{-11}$ | — | 15 | 1 000 | $7 \cdot 10^{-11}$ лм/лм ^{1/2} | 0,2 | 2 000 | $1 \cdot 10^{-3}$ |
| 100 (1,06 мкм) | — | — | — | — | 2 000 | 300(1 800 В, 1,06 мкм) | 0,5 | 1 900 | $5 \cdot 10^{-4}$ |
| 300 (1 800 В, 1,06 мкм), 30(1 600 В, 0,91 мкм) | — | — | — | — | 750 | 10(1 650), $2,2 \cdot 10^{-9}$ лм/лм ^{1/2} (Ф _Ф = 10^{-6} лм) | — | 1 750 | $2,5 \cdot 10^{-4}$ |
| $4 \cdot 10^{-9}$ (0,694 мкм) | $5 \cdot 10^{-9}$ | $3 \cdot 10^{-12}$ | 5 | — | 1 000 | 30(1 900) | 0,1 | 2 000 | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $3 \cdot 10^{-10}$ (10) | $4 \cdot 10^{-13}$, $1,4 \cdot 10^{-19}$ (Ф _Ф = 10^{-6} лм) | — | — | 2 000 | 30(2 250), 10(1 400), $7,5 \text{ мкА/лм}$, $I_{\text{т}} \leq 8 \cdot 10^{-8} \text{ А}$ | — | 2 357 | $3 \cdot 10^{-4}$ |
| 300 (1 900 В, 0,2537 мкм) | $2,5 \cdot 10^{-9}$ (30) | — | — | 7 | 750 | — | — | 2 007 | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-9}$ | 3 кэВ | — | 3 | 2 000 | — | — | — | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| — | $3 \cdot 10^{-10}$ | $3 \cdot 10^{-18}$ (1,5 кэВ) | 12 | 5 | 3 000 | 1 700 В, (10 А/лм), $9 \cdot 10^{-9} \text{ мА/лм}$ | 1 | 2 600 | $3 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $3 \cdot 10^{-10}$ (1 900 В, $2 \cdot 10^{-9}$ (2 000 В), $3 \cdot 10^{-8}$ (2 600 В) | 8 кэВ | — | 30 | 1 000 | 1 000(1 000), $I_{\text{т}} \leq 1 \cdot 10^{-8} \text{ А}$ | — | 2 330 | $3 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-6}$ (1 000) | — | — | — | 1 000 | 1 000(2 100 2 600), $I_{\text{т}} \leq 10^{-3} \text{ А}$ | — | 2 640 | $5 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-6}$ (2 300 В) | 6 кэВ | — | 4 | 1 000 | — | — | — | $5 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-7}$ (1 700 В) | — | 12 | 3 | 2 000 | 1 800 В при 30 А/лм | — | 2 000 | $5 \cdot 10^{-4}$ |

| Тип прибора | Выход | Размер фотокатода, мм | Число диодов, шт. | Масса, г, не более | Тип спектральной характеристики или $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | S_{phk} , мкА/лм, не менее | S_a , А/лм (при $U_{\text{пит}}$, В), не менее | $S(\lambda)phk$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) |
|-------------------|---------|-----------------------|-------------------|--------------------|---|-------------------------------|------------------------------|--|---|
| ФЭУ-123 | Гибкие | Ø5 | 11 | 400 | С-8 | 0,40...0,44 | 250 | 100(2 000): 300(2 200) $2 \cdot 10^{-4}$ А/Вт (0,694); $2,2X$ $\times 10^{-4}$ А/Вт (0,53) | — |
| ФЭУ-124 | Жесткие | Ø10 | 5 | 25 | 0,25...; ...0,40 | — | — | — | 1 |
| ФЭУ-125 | Жесткие | Ø150 | 12 | 1 000 | С-8 | 0,40...0,44 | 80 | 100(1 650); 100(2 200) | — |
| ФЭУ-126 | Жесткие | Ø25 | 11 | 50 | С-2 | 0,40...0,50 | 60 | 100(1 150); 300(1 300) $4 \cdot 10^{-4}$ А/Вт (0,5 мкм) | — |
| ФЭУ-127 | Гибкие | Ø6 | 10 | 125 | С-2 | 0,40...0,50 | — | 100(1 400) | — |
| ФЭУ-127-1 | Гибкие | Ø6 | 10 | 125 | С-2 | 0,4...0,5 | — | 100(1 400) | — |
| ФЭУ-128 | Жесткие | Ø25 | 12 | 100 | С-8 | 0,40...0,44 | 25 мА/Вт | $1 \cdot 10^{-4}$ А/Вт | — |
| ФЭУ-129 | Жесткие | Ø40 | 12 | 130 | С-5 | 0,45...0,55 | 45 | 10(1 500); 100(1 900) | — |
| ФЭУ-130 | Жесткие | Ø25 | 12 | 50 | С-5 | 0,40...0,42 | 40 | 100 | — |
| ФЭУ-131 | Жесткие | Ø5 | 14 | 25 | С-1 | 0,65...0,85 | 15 | — | — |
| ФЭУ-133 | Жесткие | Ø5 | 14 | 30 | 0,45...; ...0,365 | 0,22...0,26 | — | 3 000 А/Вт (1 900) | — |
| ФЭУ-134 канальный | Гибкие | Ø3 | 1 | 30 | С-8 | 0,40...0,44 | 60 | — | — |

| $S(\lambda)a$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) | I_a , А, не более (при S_a , А/лм) | S_s , лм/Гг ^{1/2} , не более | R, %, не более | δ , % не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерий долговеч- ности S_a , А/лм (при $U_{\text{пит}}$, В) | $P_{\text{макс}}$, Вт, не более | $U_{\text{пит, макс}}$, В, не более | $I_{a, \text{ср. макс}}$, А, не более |
|--|---|--|--|-----------------------|--|---|-------------------------------------|---|---|
| — | $3 \cdot 10^{-8}$ | $2 \cdot 10^{-12}$ Вт/Х $\times \Gamma_{\text{ГГ}} - 1/2$ (0,694 мкм) $2 \cdot 10^{-18}$ Вт·Гг — 1/2 (0,69 мкм, $\Phi_{\text{Ф}} = 5X$ $\times 10^{-10}$ Вт) | — | 10 | 1 000 | 300 | — | 2 300 | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-10}$ | — | — | 5 | 2 000 | 10(2 000) | 1 | 2 200 | $5 \cdot 10^{-3}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-8}$ (1 650 В); $5 \cdot 10^{-7}$ (2 200 В) | 7 кэВ | 10 (в цент- ре) 12 (50 мм от центра) | 15 | 1 000 | $\Phi_{0,5} = (10^{-8}$... $10^{-7})$ лм | — | 1 430 | $2,5 \cdot 10^{-4}$ |
| — | — | $1 \cdot 10^{-12}$ (0,5 мкм); $1,2 \cdot 10^{-8}$ Вт·Гг — 1/2 ($\Phi_{\text{Ф}} = 5$ = $1 \cdot 10^{-9}$ Вт) | — | — | 500 | $\pm 20\%$ | — | — | $5 \cdot 10^{-6}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-8}$ (1 400 В) | $4 \cdot 10^{-18}$ (20°C); $2 \cdot 10^{-18}$ (20°C); $4 \cdot 10^{-12}$ ($\Phi_{\text{Ф}} =$ = $3 \cdot 10^{-9}$ лм) $4 \cdot 10^{-18}$ $5 \cdot 10^{-18}$ ($\Phi_{\text{Ф}} =$ = $3 \cdot 10^{-9}$ лм) | — | — | 1 000 | 100(1 400 В) | — | 1 400 | $5 \cdot 10^{-6}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-8}$ (1 900 В) | $\Phi_{\text{Ф}} =$ $\pi \sigma T$ = $1 \cdot 10^{-9}$ Вт | — | — | 1 000 | 20 мА/Вт ($S_a = 1X$ $\times 10^4$ А/Вт, $\Phi_{\text{Ф}} =$ = $3 \cdot 10^{-9}$ Вт) | — | 1 900 | $5 \cdot 10^{-8}$ |
| — | $5 \cdot 10^{-8}$ (1 500 В); $5 \cdot 10^{-7}$ (1 900 В) | — | — | 5 | 2 000 | 10(1 900 В) | 1 | 2 500 | $1 \cdot 10^{-3}$ |
| — | 80 нм/с св.одиоэлектрон- тронном цике) | — | — | — | 1 000 | 100 | — | 2 200 | $2 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $3 \cdot 10^{-7}$ (1 700 В) | — | — | 5 | 1 000 | $0,75 \dots$ $2,25 \text{ мкА/лм}$ | — | 1 900 | — |
| — | $8 \cdot 10^{-11}$ | — | — | — | 1 000 | $3 000 \text{ А/Вт}$ (2 200 В) | — | 2 300 | $1 \cdot 10^{-5}$ |
| — | $1 \cdot 10^{-9}$ (3 000 В) | $1 \cdot 10^{-12}$ | — | — | 500 | 40(3 500 В) | — | 3 500 | $1 \cdot 10^{-7}$ |

| Тип прибора | Выводы | Размер фотокатода, мм | Число диодов, шт | Масса, г, не более | Тип спектральной характеристики или $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | S_{phk} , мкА/лм, не менее | $S_{\text{ит}}$, А/лм (при $U_{\text{ит}}$, В), не менее | $S(\lambda)phk$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) |
|-------------|---------|-----------------------|------------------|--------------------|---|-------------------------------|------------------------------|--|---|
| ФЗУ-145 | Жесткие | ≥ 5 | 11 | 90 | С-8 | 0,40, 0,44 | — | 300(2 600) | $6,5 \cdot 10^{-2}$ (0,5) |
| ФЗУ-136 | Цоколь | $\varnothing 6$ | 11 | 150 | С-8 | 0,40, 0,44 | 160 | 100(1 700); 300(1 900) | — |
| ФЗУ-138 | Жесткие | $\varnothing 4$ | 11 | 30 | С-8 | 0,40, 0,44 | 200 | — | $8 \cdot 10^{-18}$ (0,84 мкм) |
| ФЗУ-141 | Гибкие | $\varnothing 25$ | 13 | 120 | С-8 | 0,40, 0,44 | — | — | $3 \cdot 10^{-9}$ (1 700 В) |
| ФЗУ-142 | Жесткие | $\varnothing 10$ | 14 | 30 | 0,112 0,365 | 0,40, 0,44 | — | — | $8 \cdot 10^{-2}$ (0,254) |
| ФЗУ-144 | Гибкие | $\varnothing 16$ | 11 | 50 | С-8 | 0,40, 0,44 | 30 | — | $4 \cdot 10^{-2}$ (0,53) |
| ФЗУ-145 | Жесткие | $\varnothing 25$ | 13 | 100 | С-8 | 0,40, 0,44 | — | — | $3 \cdot 10^{-2}$ (0,532) |
| ФЗУ-146 | Жесткие | $\varnothing 5$ | 11 | 90 | С-8 | 0,40, 0,44 | 300 | — | $4 \cdot 10^{-2}$ (0,69) |
| ФЗУ-147 | Гибкие | $\varnothing 10$ | 12 | 50 | С-8 | 0,40, 0,44 | 90 | — | $4,3 \cdot 10^{-2}$ (0,53) |

| $S(\lambda)_{\text{ит}}$, А/Вт, не менее (на λ , мкм) | $I_{\text{т}}$, А, не более (при $S_{\text{ит}}$, А/лм) | $F_{\text{с}}$, $\frac{\text{лм}}{\text{лм}^2}$, не более | R, %, не более | δ , %, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерий долговечности $S_{\text{ит}}$, А/лм (при $U_{\text{ит}}$, В) | $P_{\text{макс}}$, Вт, не более | $U_{\text{ит.макс}}$, В, не более | $I_{\text{а ср макс}}$, А, не более |
|---|---|---|----------------|------------------------|--|--|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| $3 \cdot 10^4$ (0,5 мкм) | $5 \cdot 10^{-8}$ | $1 \cdot 10^{-15}$ $F_{\text{т}} \cdot I_{\text{т}}^{-1/2}$ (0,5 мкм) | — | — | 1 000 | 300 | — | 2 730 | $2 \cdot 10^{-2}$ |
| $5 \cdot 10^4$ (0,53 мкм), $2 \cdot 10^4$ (0,694 мкм) | $1,5 \cdot 10^{-8}$ (1 900 В) | — | — | 8 | 1 500 | 100(1 000 В), 300(2 700 В) | — | — | — |
| — | $3 \cdot 10^{-8}$ (1 900 В) | $1 \cdot 10^{-14}$ $2,5 \cdot 10^{-14}$ (0,84 мкм) | — | 10 | 1 000 | 150 мкА/лм , $6 \cdot 10^{-8} \text{ А/Вт}$, $5 \cdot 10^{-8} \text{ А}$, $U_{\text{ит}} \leq 2 \cdot 100 \text{ В}$ | — | — | $1 \cdot 10^{-5}$ |
| — | — | 1,5 кэВ | 11 | 12 | 2 000 | $U_{\text{ит}} \leq 400 \text{ В}$ | — | 2 500 | — |
| $1 \cdot 10^4$ (0,254 мкм) | $8 \cdot 10^{-11}$ (2 200 В) | — | — | — | 2 000 | $U_{\text{ит}} \leq 240 \text{ В}$, $\lambda_0,365 \leq 1,8\%$, $\lambda_0,4 \leq 0,3\%$ | — | 2 400 | $1,5 \cdot 10^{-3}$ |
| $1 \cdot 10^4$ (0,53 мкм) | $5 \cdot 10^{-9}$ (2 000 В) | $5 \cdot 10^{-13}$ Вт $\Phi = 1,2$ (при $\Phi = 6 \cdot 10^{-9} \text{ Вт}$) | — | — | 1 000 | 30 А/лм , $S_{phk}(\lambda = 0,53) = 3 \cdot 10^{-2} \text{ А/Вт}$, $U_{\text{дискр}} < 1 \text{ В}$ | — | 2 200 | $2,5 \cdot 10^{-4}$ |
| $1 \cdot 10^5$ (0,532 мкм) | $1 \cdot 10^{-9}$ (2 200 В) | $5 \cdot 10^{-9}$ Вт, (импульсный режим) | — | — | 1 500 | $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ А/Вт}$, $1 \cdot 10^{-5} \text{ А/Вт}$, $U_{\text{ит}} \leq 2 400 \text{ В}$ | — | 2 500 | $1 \cdot 10^{-3}$ |
| $1 \cdot 10^4$ (0,69 мкм) | $1 \cdot 10^{-8}$ (2 600 В) | $8 \cdot 10^{-17}$ Дж (импульсный режим) | — | — | 1 000 | $1 \cdot 10^4 \text{ А/Вт}$, $1,2 \cdot 10^{-9} \text{ Дж}$ | — | 2 860 | $2 \cdot 10^{-4}$ |
| $1 \cdot 10^4$ (1 900 В, $\lambda = 0,53 \text{ мкм}$), $1 \cdot 10^5$ (2 500 В, $\lambda = 0,53 \text{ мкм}$) | $3 \cdot 10^{-9}$ ($1 \cdot 10^4 \text{ А/Вт}$) | $1,5 \cdot 10^{-18}$ $F_{\text{т}}/I_{\text{т}}^{1/2}$ ($\lambda = 0,53 \text{ мкм}$) $5 \cdot 10^{-18}$ Вт/ $F_{\text{т}}^{1/2}$ (при $\Phi = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Вт}$, $\lambda = 0,53 \text{ мкм}$) | — | — | 2 000 | $S_{phk}(\lambda = 0,53) \geq 3,5 \times 10^{-2} \text{ А/Вт}$, $S_{\text{ит}} \geq 1 \times 10^4 \text{ А/Вт}$, $I_{\text{а}} \lambda = 0,53 \times 10^{-13}$ $\leq 5,9 \times 10^{-13}$ $L_{\text{т}}/F_{\text{т}}^{1/2}$ (при $\Phi_{\text{ит}} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Вт}$) | — | 2 860 | $1 \cdot 10^{-4}$ |

Таблица 5^а

| Тип при ора | Диапазон рабочих темпер тур, °С | Отношение на влажность окружающего воздуха | Повышенное давление окружающей среды, (Па) мм рт. ст. (Па) | Повышенное давление окружающей среды, (Па) мм рт. ст. (Па) | Многократные удары | |
|-------------------|--|--|--|--|-------------------------------------|--|
| | | | | | Ускорение, g (м/с ²) | Длитель- ность ударного импульса, мс |
| ФЭУ-11 | -20 +40 | — | — | — | — | — |
| ФЭУ-11А | -20 +45 | — | — | — | — | — |
| ФЭУ-11Б | -20 +45 | — | — | — | — | — |
| ФЭУ-12А | -20 +40 | — | — | — | — | — |
| ФЭУ-12Б | -20 +45 | — | — | — | — | — |
| ФЭУ-13 | -20 +45 | — | — | — | — | — |
| ФЭУ-13А | -20 +45 | — | — | — | — | — |
| ФЭУ-13Б | -20 +45 | — | — | — | — | — |
| ФЭУ-14А | -20 +45 | — | — | — | — | — |
| ФЭУ-14Б | -20 +45 | — | — | — | — | — |
| ФЭУ-16 | -60 +70 | 98 % при 35° С 95, 98 % при 35° С | 33(4 10 ²) 400(5,3 10 ⁴) | 2 250(3 10 ³) 2 250(3 10 ³) | 35(3,4 10 ²) — | 2 10 2 10 |
| ФЭУ-17А | -60 +50 | 98 % при 35° С 95, 98 % при 35° С | — | — | — | — |
| ФЭУ-18А | -50 +50 | 98 % при 35° С | — | — | 15(1,47 10 ²) | 2, 15 |
| ФЭУ-19А | -50 +50 | 98 % при 40° С | — | — | 15(1,47 10 ²) | — |
| ФЭУ-19М | -50 +50 | 85 % при 25° С | — | — | — | — |
| ФЭУ-20 | -60 +50 | 95, 98 % при 35° С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ³) | 35(3,4 10 ²) | 2 10 |
| ФЭУ-22 | -45 +50 | 95, 98 % при 35° С | — | — | 15(1,47 10 ²) | 2 15 |
| ФЭУ-24 | -50 +60 | 85 % | — | — | — | — |
| ФЭУ-26 | -60 +50 | 95, 98 % при 35° С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ³) | 35(3,4 10 ²) | 2 10 |
| ФЭУ-27 | -60 +50 | 95, 98 % при 35° С | 5(6,7 10) | 2 250(3 10 ³) | 35(3,4 10 ²) | 2 10 |
| ФЭУ-28 | -60 +50 | 95, 98 % при 35° С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10) | 35(3,4 10 ²) | 2 10 |
| ФЭУ-29 | -60 +50 | 95, 98 % при 35° С | 400(5,3 10 ⁴) | 2 250(3 10 ³) | 35(3,4 10 ²) | 2 10 |
| ФЭУ-30 | -50 +50 | — | — | — | — | — |
| ФЭУ-31 | -60 +50 | 95, 98 % при 35° С | — | — | 35(3,4 10 ²) | 2 10 |
| ФЭУ-31А | -60 +50 | 98 % при 40° С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ³) | 35(3,4 10 ²) | — |
| ФЭУ-35 | -60 +50 | 98 % при 40° С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ³) | 35(3,4 10 ²) | — |
| ФЭУ-35А | -60 +50 | 98 % при 40° С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ³) | 35(3,4 10 ²) | — |
| ФЭУ-36 | -60 +50 | 98 % при 35° С | 400(5,3 10 ⁴) | 1 470(1,96 10 ³) | 35(3,4 10 ²) | 2 10 |
| ФЭУ-37 | -60 +50 | 95, 98 % при 35° С | 400(5,3 10 ⁴) | 1 470(1,96 10 ³) | 12(1,18 10 ²) | 2 15 |
| ФЭУ-38 | -50 +50 | 95, 98 % при 35° С | — | — | 15(1,47 10) | 2 15 |
| ФЭУ-49 | -60 +70 | 98 % при 35° С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ³) | 15(1,47 10 ²) | 2 15 |
| ФЭУ-49Б | -60 +70 | 98 % при 35° С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ³) | 15(1,47 10 ²) | 2 15 |
| ФЭУ-50 | -60 +50 | 85 % | — | — | — | — |

| λ скорость направления дневных напряжениях, г (м с²) | Виброполюсность | | Вибростойкость | | Одиночные удары, г (м с²), (длительность удара) | Акустические шумы | Срок сохра- няемости лет |
|--|---------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|---|----------------------|-----------------------------|
| | Диапазон частот, Гц | Ускорение, г (м/с²) | Диапазон частот, Гц | λ скорость, г (м/с²) | | | |
| — | 10 | 2(19,6) | — | — | — | — | 2 |
| — | 10 | 2(19,6) | — | — | — | — | 2 |
| — | 10 | 2(19,6) | — | — | — | — | 2 |
| — | 10 | 2(19,6) | — | — | — | — | 2 |
| — | 10 | 10(98,1) | — | — | — | — | 2 |
| — | 10 | 10(98,1) | — | — | — | — | 2 |
| — | 10 | 10(98,1) | — | — | — | — | 2 |
| — | 10 | 2(19,6) | — | — | — | — | 2 |
| — | 10 | 2(19,6) | — | — | — | — | 2 |
| 50(4,9 · 10²) | 5 2 000 | 10(98) | 5 2 000 | 10(98) | — | — | 12 |
| — | 5 2 000 | 6(59) | 20 200 | 6(59) | — | — | 6 |
| — | 30 80 | 4(39) | — | — | — | — | 12 |
| — | 30 80 | 4(39) | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — |
| 50(4,9 · 10²) | 5 2 000 | 10(98) | 5 2 000 | 10(98) | — | — | 12 |
| — | 30 80 | 5(49) | — | — | — | — | — |
| — | 100 | 4(39) | — | — | — | — | — |
| 50(4,9 · 10²) | 5 2 000 | 10(98) | 5 2 000 | 10(98) | — | — | 12 |
| 50(4,9 · 10²) | 5 2 000 | 10(98) | 5 · 2 000 | 10(98) | — | — | 12 |
| 100(9,81 · 10²) | 5 2 000 | 10(98) | 5 2 000 | 10(98) | — | — | 12 |
| — | 5 2 000 | 4(39) | — | — | — | — | — |
| — | 50 | 2(19,6) | — | — | — | — | 3 |
| — | 5 2 000 | 10(98) | 5 2 000 | 10(98) | — | — | 12 |
| — | 5 2 000 | 10(98) | 5 2 000 | 10(98) | — | — | — |
| — | 10 1 000 | 10(98) | 5 600 | 8(76) | 150 (1,47 · 10³) (1 3 мс) | — | 6 |
| — | 10 1 000 | 10(98) | 5 600 | 8(76) | 150 (1,47 · 10³) (1 3 мс) | — | — |
| — | 5 200 | 4(39) | — | — | — | — | 1 |
| — | 5 80 | 2,5(24,5) | — | — | — | — | — |
| — | 30 80 | 5(49) | — | — | — | — | — |
| 25(2,45 · 10²) | 1 2 000 | 10(98,1) | — | — | — | — | — |
| 25(2,45 · 10²) | 1 2 000 | 10(98,1) | — | — | — | — | 6 |

| Тип прибора | Диапазон рабочих температур, °С | Относительная влажность окружающего воздуха | Пониженное давление окружающей среды, мм рт.ст. (Па) | Повышенное давление окружающей среды, мм рт.ст. (Па) | Максимальные удары | | Ускорение при линейных нагрузках, g (м/с²) | Вибропрочность | | Надежность | | Одиночные удары, g (м/с²), длительность (с) | Акустические шумы | Срок хранения, лет |
|-------------|---------------------------------|---|--|--|---------------------|------------------------|--|---------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|---|-------------------|--------------------|
| | | | | | Ускорение, g (м/с²) | Длительность удара, мс | | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с²) | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с²) | | | |
| ФЭУ 51 | —60 +50 | 8 % при 35 °С | 5(6,7 10²) | 2 250(3 10) | 30(3 4 10²) | 2 10 | 50(4 9 10²) | 1 500 | 12 (1,18 10) | 1 2 000 | 10 | — | — | 1 |
| ФЭУ 52 | —60 +70 | 95 98 % при 40 °С | 5(6,7 10²) | 2 250(3 10²) | 12(1 18 10) | — | 15(1,47 10) | 2 000 | 10(98,1) | — | — | — | — | 6 |
| ФЭУ 54 | —60 +70 | 98 % при 40 °С | 5(6,7 10²) | 2 250(3 10²) | 50(4,9 10²) | 2 10 | 100(9 8 10²) | 5 2 000 | 10(98,1) | — | — | 150 (1 47 10²) (3 мс) | — | 8 |
| ФЭУ 55 | —60 +70 | 98 % при 40 °С | 5(6,7 10²) | 2 250(3 10²) | 50(4 9 10²) | 2 10 | 100(9 8 10) | — | 10 (8 1) | — | — | 150 (1 47 10²) (3 мс) | — | 6 |
| ФЭУ 5, 6 | —60 +70 | 95 98 % при 40 °С | 5(6,7 10²) | 2 250(3 10²) | 12(1,18 10) | — | 15(1,47 10) | 5 2 000 | 10(98,1) | — | — | — | — | 6 |
| ФЭУ 58 | —60 +70 | 98 % при 40 °С | 5(6,7 10²) | 2 250(3 10²) | 50(4 9 10) | 2 10 | 400(3,9 10²) | — | 15 (1,47 10²) | 5 2 000 | 10 | 1 500 (1 47 10²) (0,5 мс) | — | 6 |
| ФЭУ 60 | —60 +55 | 98 % при 35 °С | 5(6,7 10) | 2 250(3 10²) | 150(1 47 10²) | 2 10 | 25(2 45 10²) | 1 1 000 | 10(98,1) | — | — | 500 (4 9 10²) (1 2 мс) | — | 12 |
| ФЭУ-62 | —50 +50 | 95 98 % при 35 °С | — | — | 15(1 47 10) | 2 15 | — | 30 80 | 4(39) | — | — | — | — | 3 |
| ФЭУ-63 | —15 +30 | — | 630(8 4 10⁴) | 800(1 10²) | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ФЭУ 64 | —50 +50 | 85 % | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| ФЭУ 65 | +15 +35 | 45 80 % | 630(8,4 10⁴) | 800(1 10²) | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 |
| ФЭУ 67 | —60 +55 | 98 % при 35 °С | 400(5,3 10⁴) | 2 250(3 10²) | 40(392) | 1 3 | 100(9 8 10²) | 6 2 500 | 12 (1 18 10) | 6 2 500 | 12(115) | 150 (1 47 10²) (1 3 мс) | — | 12 |
| ФЭУ 67А | —50 +50 | 85 % при 25±5 °С | — | — | 30(343) | 2 10 | 100(9,81 10) | 6 2 500 | 12 (1 18 10²) | — | — | — | — | 12 |
| ФЭУ 67Б | —60 +55 | 95 98 % при 35 °С | — | — | 15(147) | 2 15 | 10(98 1) | 10 3 000 | 20 (1 96 10²) | — | — | — | — | 4 |
| ФЭУ-68 | —50 +50 | 95 98 % при 35 °С | — | — | — | — | — | 50 2 000 | 10(98,1) | 50 Гц | 2(19,6) | — | — | — |
| ФЭУ 69 | —60 .. +50 | 95 98 % при 35 °С | 5(6,7 10²) | 2 250(3 10²) | 35(343) | 2 10 | 50 (4,5 10²) | 1 2 000 | 15 (1,47 10²) | 1 2 000 | 10(98,1) | — | — | 6 |
| ФЭУ 69Б | —50 +50 | 95 98 % при 35 °С | — | — | 15(147) | 2 15 | — | 30 80 | 5(49) | — | — | — | — | 6 |
| ФЭУ 69А | —60 +50 | 98 % при 40 °С | Не ограничивается | 1 000(1 3 10⁴) | — | — | 15 (1,47 10²) | 2 2 000 | 0 5 15 (4,9 1 47 10²) × 10² | — | — | — | — | 6,5 |
| ФЭУ 70 | —45 +55 | 98 % при 35 °С | 5(6,7 10²) | 2 250(3 10²) | 15(147) | 2 10 | 120 (1,18 10²) | 5 2 000 | 10(98,1) | 5 2 000 | 10(98,1) | — | 300 (0,5 мс) | 8 |
| ФЭУ 71 | —0 +50 | 98 % при 40 °С | — | — | — | — | 30 (2,94 10²) | 50 | 8(78) | — | — | — | — | — |
| ФЭУ 74 | —50 +125 | 95 98 % при 35 °С | — | — | 15(147) | 2 15 | — | 2 600 | 8(78) | — | — | — | — | — |
| ФЭУ 74А | —50 +150 | 95 98 % при 35 °С | — | — | 15(147) | 2 15 | — | 2 600 | 8(78) | — | — | — | — | — |
| ФЭУ 77 | —60 +50 | 95 98 % при 35 °С | — | 2 250(3 10²) | 55(343) | 2 10 | — | 5 200 | 7,5(74) | — | — | — | — | 12 |
| ФЭУ-78 | —60 +50 | 95 98 % при 35 °С | 400(5,3 10⁴) | 2 250(3 10²) | 12(118) | 2 15 | — | 5 80 | 2,5(24,5) | — | — | — | — | 6 |
| ФЭУ 78,2 | —40 +150 | 95 98 % при 35 °С | — | 2 250(3 10²) | 1 (147) | 2 15 | — | 10 80 | 5(49) | — | — | — | — | 6 |

| Тип прибора | Диапазон рабочих температур, °С | Относительная влажность окружающего воздуха | Полное давление окружающей среды, мм рт.ст. (Па) | Повышенное давление окружающей среды, мм рт.ст. (Па) | Многократные удары | |
|-------------|---------------------------------|---|--|--|-----------------------------|------------------------|
| | | | | | Ускорение, g (м/с²) | Длительность удара, мс |
| ФЭУ-79 | -50 +50 | 95 ± 8 % при 40 °С | — | — | 15(147) | 1 80 |
| ФЭУ-81 | -190 +70 | 98 % при 35 °С | 5(6,7 10 ³) | 2 250(3 10 ³) | 40(392) | 2,5 3,5 |
| ФЭУ-81Б | -60 +70 | 98 % при 35 °С | 5(6,7 10 ³) | 2 250(3 10 ³) | 40(392) | — |
| ФЭУ-82 | -60 +70 | 98 % при 35 °С | — | — | — | — |
| ФЭУ-82А | -60 +55 | 98 % при 35 °С | — | — | — | — |
| ФЭУ-83 | -60 +70 | 95 ± 98 % при 40 °С | 400(5,3 10 ³) | — | 35(343) | — |
| ФЭУ-84 | -60 +70 | 95 ± 98 % при 40 °С | 400(5,3 10 ³) | — | 75(736) | 1 10 |
| ФЭУ-84.1 | -60 +70 | 95 ± 98 % при 40 °С | 400(5,3 10 ³) | — | 75(736) | 1 10 |
| ФЭУ-84.2 | -60 +70 | 98 % при 40 °С | 400(5,3 10 ³) | — | 75(736) | 1 10 |
| ФЭУ-84.3 | -60 +70 | 98 % при 40 °С | 400(5,3 10 ³) | — | 40(392) | 10 |
| ФЭУ-84.4 | -60 +70 | 98 % при 40 °С | 400(5,3 10 ³) | — | — | — |
| ФЭУ-84.5 | -60 +70 | 98 % при 35 °С | — | — | — | — |
| ФЭУ-85 | -60 +60 | 95 ± 98 % при 40 °С | — | — | 150 (1,47 10 ³) | — |
| ФЭУ-85А | -60 +60 | 95 ± 98 % при 35 °С | — | 2 250(3 10 ³) | 150 (1,47 10 ³) | 1 3 |
| ФЭУ-86 | -50 +50 | 95 ± 98 % при 35 °С | 1 10 ⁻⁶ (1,3 10 ⁻⁴) | 2 250(3 10 ³) | 35(343) | 2 10 |
| ФЭУ-86И | -50 +50 | 95 ± 98 % при 40 °С | — | 2 250(3 10 ³) | 35(343) | 2 10 |
| ФЭУ-86И-1 | -50 +50 | 80 % при 30 °С | 760(1 10 ³) | 2 250(3 10 ³) | 35(343) | 2 10 |
| ФЭУ-87 | -50 +50 | 95 ± 98 % при 35 °С | — | — | 15(147) | 2 15 |
| ФЭУ-88 | -60 +50 | 95 ± 98 % при 40 °С | — | 2 250(3 10 ³) | 35(3,4 10 ³) | 2 10 |
| ФЭУ-91 | -60 +55 | 98 % при 35 °С | 5(6,7 10 ³) | 2 250(3 10 ³) | 40(3,9 10 ³) | 2 10 |
| ФЭУ-92 | -60 +55 | 98 % при 35 °С | 5(6,7 10 ³) | 2 250(3 10 ³) | 40(3,9 10 ³) | 2 10 |
| ФЭУ-93 | -60 +70 | 98 % при 35 °С | 5(6,7 10 ³) | 2 250(3 10 ³) | 40(3,9 10 ³) | 2,5 3,5 |
| ФЭУ-94 | -60 +70 | 95 ± 98 % при 40 °С | 33(4,4 10 ³) | 2 250(3 10 ³) | 12(1,18 10 ³) | — |
| ФЭУ-95 | -60 +70 | 95 ± 98 % при 40 °С | 33(4,4 10 ³) | 2 250(3 10 ³) | 12(1,18 10 ³) | — |
| ФЭУ-96 | -60 +70 | 95 ± 98 % при 40 °С | 67(8,9 10 ³) | 2 250(3 10 ³) | 50(4,9 10 ³) | — |
| ФЭУ-97 | -60 +70 | 98 % при 35 °С | 5(6,7 10 ³) | 2 250(3 10 ³) | 40(3,9 10 ³) | 2,5 3,5 |
| ФЭУ-98 | -60 +50 | 95 ± 98 % при 35 °С | 5(6,7 10 ³) | 2 250(3 10 ³) | 150(1,47 10 ³) | 1 3 |

| Ускорение при линейных нагрузках, g (м/с²) | Вибропрочность | | Виброустойчивость | | Одиночные удары, g (м/с²) | Акустические шумы | Срок сохранения, лет |
|--|---------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|--|---------------------|----------------------|
| | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с²) | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с²) | | | |
| — | 30 80 | 4(39) | — | — | — | — | 5 |
| 100(981) | 1 2 000 | 10(98) | — | — | — | — | 8 |
| 100(981) | 1 2 000 | 10(98) | — | — | — | — | 6 |
| 15(147) | 1 2 000 | 10(98) | — | — | — | — | — |
| — | 10 2 000 | 10(98) | 50 600 | 10(98) | — | — | 8 |
| 50(490) | 10 2 000 | 10(98) | 50.. 600 | 10(98) | — | — | 8 |
| 50(490) | — | — | — | — | — | — | 8 |
| 25(245) | 1 2 000 | 10(98) | 1.. 600 | 10(98) | 150 (1,47 10 ³) (1 3 мс) | 10 10 000 Гц 150 дБ | 8 |
| 50 400 | 20 1 000 | 7,5(73,6) | — | — | 500 (4,9 10 ³) | — | 4 |
| 50(490) | 1 1 000 | 10(98) | — | — | 500 (4,9 10 ³) (1 2 мс) | — | 4 |
| 100(981) | 5 2 500 | 12(118) | 5.. 2 500 | 15(147) | — | — | 9 |
| 100(981) | 5 2 500 | 12(118) | 5.. 2 500 | 15(147) | — | — | 9 |
| 100(981) | 5 2 500 | 12(118) | 5.. 2 500 | 15(147) | — | — | 9 |
| — | 30 80 | 4(39) | — | — | — | — | 4 |
| 50(4,9 10 ³) | 20 2 500 | 12 (1,18 10 ³) | 50 | 4(39) | — | — | 8 |
| 200(1,96 10 ³) | 1 2 000 | 15 (1,47 10 ³) | — | — | 1 500 (1,47 10 ³) (0,5 мс) | — | 8 |
| 200(1,96 10 ³) | 1 2 000 | 15 (1,47 10 ³) | — | — | 1 500 (1,47 10 ³) (0,5 мс) | — | 8 |
| 100(9,8 10 ³) | 1.. 2 000 | 10(98) | — | — | — | — | 12 |
| 100(9,8 10 ³) | 10 2 000 | 10(98) | — | — | — | — | 8 |
| 15(1,47 10 ³) | 10 2 000 | 10(98) | — | — | — | — | 8 |
| 400(3,9 10 ³) | 5 2 500 | 12 (1,18 10 ³) | — | — | — | — | 8 |
| 100(9,8 10 ³) | 1 2 000 | 10(98) | — | — | — | — | 12 |
| 25(2,45 10 ³) | 5 1 000 | 7,5(73,5) | — | — | 500 (4,9 10 ³) (1 2 мс) | — | — |

| Тип прибора | Диапазон рабочих температур, °С | Относительная влажность окружающего воздуха | Пониженное давление окружающей среды, мм рт.ст. (Па) | Повышенное давление окружающей среды, мм рт.ст. (Па) | Многократные удары | |
|-------------|---------------------------------|---|--|--|------------------------------------|------------------------------------|
| | | | | | Ускорение, g (м/с ²) | Длительность ударного импульса, мс |
| ФУ-99 | -60 +55 | 95-98 % при 35 °С | — | — | 15(1,47 10 ²) | 2 15 |
| ФЗУ-100 | -50 +50 | 98 % при 35 °С | — | — | 15(1,47 10 ²) | — |
| ФЗУ-101 | -50 +50 | 95-98 % при 35 °С | — | 2 250(3 10 ²) | 35(3,4 10 ²) | 2 10 |
| ФЗУ-102 | -40 +150 | 95-98 % при 35 °С | — | — | 15(1,47 10 ²) | 2 15 |
| ФЗУ-103 | -50 +50 | 95-98 % при 40 °С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 75(7,3 10 ²) | — |
| ФЗУ-104 | -60 +60 | 95-98 % при 35 °С | 15(2 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 35(3,4 10 ²) | 2 10 |
| ФЗУ-105 | -60 +60 | 95-98 % при 40 °С | 15(2 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 35(3,4 10 ²) | — |
| ФЗУ-106 | -50 +50 | 98 % при 40 °С | — | — | 15(1,47 10 ²) | 2 15 |
| ФЗУ-107 | -50 +150 | 95-98 % при 35 °С | — | 1 470(2 10 ²) | 4(38) | 2 15 |
| ФЗУ-108 | -60 +60 | 95-98 % при 35 °С | — | — | 150 (1,47 10 ²) | 1 3 |
| ФЗУ-110 | -60 +70 | 98 % при 35 °С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 40(3,8 10 ²) | 4 6 |
| ФЗУ-111 | -50 +50 | 80 % при 30 °С | 1 10 ² (1,3 10 ⁻²) | 2 250(3 10 ²) | 40(3,8 10 ²) | 2 10 |
| ФЗУ-112 | -60 +55 | 95-98 % при 40 °С | 90(1,2 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 150(1,47 10 ²) | 2 3 |
| ФЗУ-113 | -60 +55 | 95 % при 10 °С | 15(2 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 75(7,3 10 ²) | 2 6 |
| ФЗУ-111 | -60 +70 | 95-98 % при 40 °С | 90(1,2 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 150(1,47 10 ²) | 2 3 |
| ФЗУ-115 | -50 +50 | 98 % при 35 °С | 90(1,2 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 40(3,9 10 ²) | 2 10 |
| ФЗУ-116 | -60 +70 | 95-98 % при 40 °С | 90(1,2 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 150(1,47 10 ²) | 2 3 |
| ФЗУ-117 | -60 +60 | 98 % при 35 °С | 90(1,2 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 40(3,9 10 ²) | 2 10 |
| ФЗУ-118 | -60 +70 | 98 % при 35 °С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 40(3,9 10 ²) | 4 6 |
| ФЗУ-119 | -60 +85 | 98 % при 35 °С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 150(1,47 10 ²) | 1 3 |
| ФЗУ-120 | -60 +85 | 98 % при 35 °С | 1 10 ⁻² (0,13) | 2 250(3 10 ²) | 40(3,9 10 ²) | — |
| ФЗУ-121 | -60 +85 | 98 % при 35 °С | 200(2,65 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 150(1,47 10 ²) | 1 3 |
| ФЗУ-122 | -60 +85 | 98 % при 40 °С | 5(6,7 10 ²) | 2 250(3 10 ²) | 75(7,3 10 ²) | — |

| Ускорение при линейных нагрузках, g (м/с ²) | Вибропрочность | | Вибростойкость | | Одиночные удары, g (м/с ²) (длительность удара) | Акустические шумы | Срок сохранности, лет |
|---|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|---|-------------------|-----------------------|
| | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с ²) | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с ²) | | | |
| — | 30 80 | 4(39) | — | — | — | — | — |
| — | — | 5(49) | — | — | — | — | — |
| 50(4,9 10 ²) | 1 5 4 000 | 20(196) | — | — | 200 (1,06 10 ³) (1 3 мс) | — | — |
| — | 1 80 | 5(49) | — | — | — | — | 3 |
| — | 5 2 500 | 12(118) | 5 2 500 | 12(118) | 300 (2,9 10 ³) | — | 8 |
| 25(2,45 10 ²) | 5 1 000 | 7,5(73) | 5 1 000 | 7,5(73) | — | — | 12 |
| 25(2,45 10 ²) | 5 1 000 | 7,5(73) | 5 1 000 | 7,5(73) | — | — | 12 |
| — | 30 80 | 5(49) | — | — | — | — | — |
| — | — | 8(78) | — | — | — | — | — |
| 50(4,9 10 ²) | 20 1 000 | 10(98) | 20 1 000 | 10(98) | 500 (4,9 10 ³) (1 2 мс) | — | — |
| 100(9,8 10 ²) | 1 2 000 | 10(98) | — | — | — | — | 12 |
| 100(9,8 10 ²) | 1 600 | 5(49) | 1 4 000 | 20(196) | — | — | — |
| 500(4,9 10 ²) | 1 3 000 | 20(196) | — | — | 1 000 (9,8 10 ³) (0,2 1 мс) | — | 12 |
| 50(4,9 10 ²) | 10 2 000 | 10(98) | 50 600 | 10(98) | 150 (1,47 10 ³) | — | 12 |
| 500(4,9 10 ²) | 1 3 000 | 20(196) | — | — | 1 000 (9,8 10 ³) (0,2 1 мс) | — | 12 |
| 50(4,9 10 ²) | 1 2 000 | 10(98) | 1 2 000 | 10(98) | 150 (1,47 10 ³) (2,6 мс) | — | 12 |
| 500(4,9 10 ²) | 1 3 000 | 20(196) | — | — | 1 000 (9,8 10 ³) (0,2 1 мс) | — | 12 |
| 800(7,8 10 ²) | 1 2 000 | 15(147) | 1 2 000 | 15(147) | 1 600 (1,6 10 ³) (2 мс) | — | 12 |
| 100(9,8 10 ²) | 1 2 000 | 10(8) | — | — | 150 (1,47 10 ³) (1 3 мс) | 125 10 000 Гц | 12 |
| 500(4,9 10 ²) | 1 3 000 | 26(196) | 1 3 000 | 20(196) | 1 500 (1,47 10 ³) (0,2 0,5 мс) | 50 10 000 Гц | 8 |
| 50(4,9 10 ²) | 10 2 000 | 5(19) | — | — | 150 (1,47 10 ³) | — | 12 |
| — | 1 5 000 | 30(294) | 1 2000 | 15(147) | 500 (4,9 10 ³) (1 2 мс) | 50 10 000 Гц | 12 |
| 100(9,8 10 ²) | 1 3 000 | 20(196) | 100 2 000 | 15(147) | 300 (2,94 10 ³) | — | 12 |

| Тип прибора | Диапазон рабочих температур, °С | Относительная влажность окружающего воздуха | Пониженное давление окружающей среды, мм рт. ст. (Па) | Повышенное давление окружающей среды, мм рт. ст. (Па) | Многократные удары | |
|-------------|---------------------------------|---|---|---|-----------------------|------------------------------------|
| | | | | | Ускорение, g (м/с²) | Длительность ударного импульса, мс |
| ФЭН-123 | —60...+55 | 98 % при 35 °С | 200(2,65·10⁴) | 2 250(3·10³) | 40(3,9·10³) | 2...10 |
| ФЭН-124 | —50...+50 | 98 % при 35 °С | — | — | 15(1,47·10³) | 10 |
| ФЭН-125 | —60...+70 | 98 % при 25 °С | — | — | 40(3,9·10³) | 4...6 |
| ФЭН-126 | —60...+60 | 98 % при 35 °С | 90(1,2·10⁴) | 2 250(3·10³) | 150(1,47·10³) | 1...3 |
| ФЭН-127 | —50...+50 | 98 % при 35 °С | 1 10 ⁻¹² (1,3·10 ⁻¹⁰) Х(10 ⁻¹⁰) | 1,2 10⁴ (1,6·10³) | 30(2,95·10³) | 5 |
| ФЭН-127-1 | —60...+55 | 98 % при 35 °С | 1 10 ⁻⁹ (0,13) | 2 250 (3·10³) | 40(3,9·10³) | 2...10 |
| ФЭН-128 | —60...+70 | 98 % при 35 °С | 400(5,3·10³) | 2 250 (3·10³) | 40(3,9·10³) | 2...10 |
| ФЭН-129 | —60...+70 | 98 % при 25 °С | — | — | 40(3,9·10³) | — |
| ФЭН-130 | —45...+55 | 98 % при 35 °С | 400(5,3·10³) | — | 15(1,47·10³) | 10...15 |
| ФЭН-131 | —60...+55 | 98 % при 35 °С | — | — | 40(3,9·10³) | 10 |
| ФЭН-133 | —60...+85 | 98 % при 35 °С | 1 10 ⁻⁴ (0,13) | 2 250 (3·10³) | 150(1,47·10³) | 1...3 |
| ФЭН-134 | —60...+70 | 98 % при 35 °С | 1(1,33·10³) | 2 250 (3·10³) | 75(7,3·10³) | 2...6 |
| ФЭН-135 | —60...+55 | 98 % при 25 °С | 400(5,3·10³) | — | 40(3,9·10³) | 2...10 |
| ФЭН-136 | —60...+55 | 98 % при 35 °С | 400(5,3·10³) | 2 250(3·10³) | 15(1,47·10³) | 2...15 |
| ФЭН-138 | —60...+70 | 98 % при 35 °С | 1 10 ⁻³ (0,133) | 2 250(3·10³) | 150(1,47·10³) | 1...3 |
| ФЭН-141 | —60...+85 | 98 % при 35 °С | 5(6,7·10 ⁻³) | 2 250(3·10³) | 150(1,47·10³) | — |
| ФЭН-142 | — | 98 % при 35 °С | — | — | 150(1,47·10³) | — |
| ФЭН-144 | —60...+70 | 98 % при 35 °С | 200(2,65·10⁴) | 2 250(3·10³) | 150(1,47·10³) | 1...3 |
| ФЭН-145 | —60...+70 | 98 % при 35 °С | 15(2,1·10³) | 2 250(3·10³) | 40(390) | 2...10 |
| ФЭН-146 | —60...+55 | 98 % при 35 °С | 400(5,3·10³) | 2 250(3·10³) | 40(390) | 2...10 |
| ФЭН-147 | —60...+70 | 98 % при 35 °С | 200(2,65·10⁴) | 2 250(3·10³) | 150(1,47·10³) | 1...3 |

| Ускорение при линейных нагрузках, g (м/с²) | Вибропрочность | | Фиброустойчивость | | Одиночные удары, g (м/с²) (длительность удара) | Акустические шумы | Срок службы, лет |
|--|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|--|-------------------------|------------------|
| | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с²) | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с²) | | | |
| — | 1...2 000 | 15(147) | — | — | 150 (1,47·10³) (1 3 мс) | 50 10 000 Гц, 160 дБ | 12 |
| — | 1...80 | 5(49) | — | — | — | — | 6 |
| — | 1...2 000 | 10(98) | — | — | — | — | 5 |
| 50(4,9·10³) | 1...1 000 | 10(98) | — | — | 5(49) | 50 10 000 Гц, 140 дБ | 12 |
| 25(2,45·10³) | 5...2 000 | 1...30 (9,8...294) | 5...2 000 | 4...10 (39...38) | 180 (1,76·10³) (20 мс) | — | 15 |
| — | 1...600 | 5(49) | 1...5 000 | 20(196) | 500 (4,9·10³) (1...2 мс) | 50 10 000 Гц, 140 дБ | 12 |
| 50(4,9·10³) | 1...2 000 | 10(98) | — | — | 150 (1,47·10³) (1 3 мс) | 50 10 000 Гц, 130 дБ | 12 |
| — | 1...2 000 | 10(98) | — | — | — | — | 5 |
| — | — | — | 1...80 | 5(49) | — | — | 4 |
| — | 1...2 000 | 10(98) | — | — | — | — | 12 |
| 500(4,9·10³) | 1...3 000 | 20(196) | — | — | 500 (4,9·10³) (1...2 мс) | 50 10 000 Гц, 160 дБ | 12 |
| 500(4,9·10³) | 1...3 000 | 20(196) | — | — | 500 (4,9·10³) (1 3 мс) | — | — |
| — | 1...2 000 | 5(49) | — | — | — | — | 4 |
| — | 1...80 | 5(49) | — | — | 150 (1,47·10³) (1...3 мс) | — | 12 |
| 200(1,96·10³) | 1...3 000 | 20(196) | 1...1 000 | 10(98) | 500 (4,9·10³) (1 2 мс) | 50 10 000 Гц, 140 дБ | 12 |
| 500(4,9·10³) | 1...5 000 | 20(196) | 1...5 000 | 20(196) | 1 500 (1,47·10³) (1 3 мс) | 50 10 000 Гц, 140 дБ | 12 |
| 500(4,9·10³) | 1...3 000 | 2(19,6) | 1...3 000 | 20(196) | 500 (4,9·10³) (1 2 мс) | 50 10 000 Гц, 140 дБ | 12 |
| 500(4,9·10³) | 1...3 000 | 2(19,6) | 1...3 000 | 20(196) | 500 (4,9·10³) (1 2 мс) | 50 10 000 Гц, 140 дБ | 12 |
| 150(1,47·10³) | 1...2 000 | 10(98) | 1...2 000 | 10(98) | 150 (1,47·10³) (1 3 мс) | 50 10 000 Гц, 140 дБ | 12 |
| 50(4,9·10³) | 1...600 | 5(49) | 1...600 | 5(49) | 150 (1,47·10³) (1 3 мс) | — | 12 |
| 500(4,9·10³) | 1...3 000 | 20(196) | 1...3 000 | 20(196) | 1 000 (9,8·10³) (0,2...1 мс) | 50 10 000 Гц, 160 дБ | 12 |

Таблица 5.3
Дополнительные параметры фотоумножителей, предназначенных для регистрации импульсных сигналов

| Тип прибора | τ_n , нс, не более | $t_{\text{прох}}$, нс, не более | $\Delta f_{0,7}$, МГц, не менее | $K_{\text{фр}}$, мА/нс, не менее | $\gamma_{\text{имп}}$, А, не менее | $U_{\text{нас}}$, В | $U_{\text{зап}}$, В | t_T , с, не более | $t_{\text{нар}}$, нс, не более | $\Phi_{\text{н}}$, Вт, не более | $I_{\text{а.макс}}$, А |
|-------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| ФЗУ-30 | 10 | — | — | 2 000 | 1,1 | — | — | — | 10 | — | — |
| ФЗУ-36 | 8 | 2 | 60 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ФЗУ-49 | — | — | — | — | 0,3 | 50 | —25 | 10 | — | — | — |
| ФЗУ-49Б | — | — | — | — | 0,3 | 50 | —25 | 10 | — | — | — |
| ФЗУ-50 | 25 | — | — | 100 | — | — | — | — | — | — | 0,75 |
| ФЗУ-54 | — | — | — | — | 5·10 ⁻⁴ * | 50 | —10 | 10 | — | — | — |
| ФЗУ-55 | — | — | — | — | 5·10 ⁻⁴ * | 50 | —10 | 10 | — | — | — |
| ФЗУ-58 | — | — | — | — | 2·10 ⁻² | 50 | —10 | 10 | — | — | — |
| ФЗУ-63 | 15 | — | — | — | 0,7 | — | — | — | 3,5 | — | — |
| ФЗУ-65 | — | 2,5 | — | 175 | 3·10 ⁻² | — | — | — | — | — | 0,7 |
| ФЗУ-70 | — | — | — | — | 1·10 ⁻² | 50 | —30 | 10 | — | — | — |
| ФЗУ-77 | 8 | — | 60 | — | — | — | — | — | 2,5 | — | — |
| ФЗУ-84 | 20 | — | — | — | — | — | — | — | 10 | 1·10 ⁻⁸ | 0,5 |
| ФЗУ-84-3,4 | 20 | — | — | — | 0,1; 5·10 ⁻³ * 3·10 ⁻⁸ * | — | — | — | 7 | — | — |
| ФЗУ-87 | 5 | — | 90 | — | — | — | — | — | 2 | — | — |
| ФЗУ-91 | — | — | — | — | 2,5·10 ⁻² ; 2·10 ⁻³ * 2,5·10 ⁻² ; | 50 | —10 | 10 | — | — | — |
| ФЗУ-92 | — | — | — | — | 2·10 ⁻⁸ * | 50 | —10 | 10 | — | — | — |
| ФЗУ-104 | — | — | — | — | 10 ⁻² | 25 | —10 | 10 | — | — | — |
| ФЗУ-110 | — | — | — | — | 0,3 | — | — | — | 9 | — | — |
| ФЗУ-112 | 20...22 | — | — | — | 1·10 ⁻⁴ * | — | — | — | 10 | 5·10 ⁻⁷ (1,06 мкМ) | 0,2 |
| ФЗУ-113 | 20 | — | — | — | 0,1 | — | — | — | 9 | — | — |
| ФЗУ-114 | 17...19 | — | — | — | 5·10 ⁻⁴ * | — | — | — | — | — | — |
| ФЗУ-115 | — | — | — | — | 1·10 ⁻⁴ * | — | — | — | — | — | — |
| ФЗУ-117 | 20 | — | — | — | — | — | — | — | 5 | — | — |
| ФЗУ-121 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | 2,5 | — | — |
| ФЗУ-126 | 10 | — | — | — | 3·10 ⁻⁸ | — | — | — | 5 | — | — |
| ФЗУ-128 | 25 | — | — | — | 1·10 ⁻² | — | — | — | 1,2 | — | — |
| ФЗУ-135 | — | — | — | — | 3·10 ⁻² | — | — | — | 4 | 8·10 ⁻¹⁷ Дж | — |
| ФЗУ-144 | 7 | 2 | — | — | 1·10 ⁻² | — | — | — | 1,8 | — | — |
| ФЗУ-146 | 2,5 | — | — | — | 3·10 ⁻² | — | — | — | 3,5 | 2·10 ⁻¹⁶ Дж | — |
| ФЗУ-147 | 9 | — | — | — | 1·10 ⁻² | — | — | — | — | — | — |

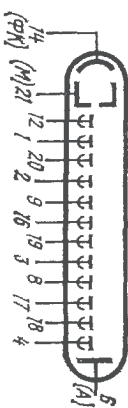
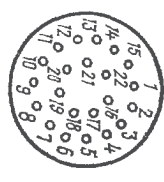
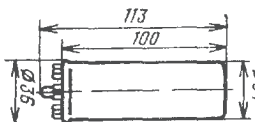
Примечание. $U_{\text{зап}}$ — напряжение задержки; $\Phi_{\text{н}}$ — порог чувствительности в импульсном режиме; $I_{\text{а.макс}}$ — максимальная амплитуда анодного тока; $\gamma_{\text{имп}}$ — скорость счета импульсов шума анодного тока; $U_{\text{дискр}}$ — напряжение дискриминации; в статическом режиме.

$$U_{\text{дискр}} \leq \begin{cases} U_{\text{имп}} \\ U_{\text{имп}} \\ U_{\text{имп}} \\ U_{\text{имп}} \end{cases}$$

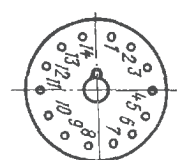
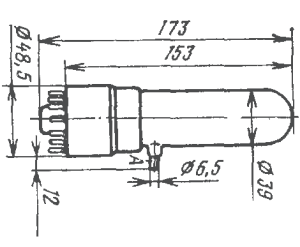
Габаритные размеры фотоумножителей, схемы расположения штырьков, порядок их соединения с электродами и схемы делителей напряжения

На рисунках приняты следующие условные обозначения: ФК — фотокатод; ФЭ — фокусирующий электрод; Э — экран; А — анод; Д — диффрагма; М — модулятор; К — кольцо; Кд — коллектор; РЭ — регулирующий электрод; ЭЭ — экранющий электрод; Ц — цилиндр. Для ФЭУ-17А, ФЭУ-18А, ФЭУ-22, ФЭУ-29, ФЭУ-36, ФЭУ-37, ФЭУ-38, ФЭУ-39А, ФЭУ-67Б, ФЭУ-74, ФЭУ-74А, ФЭУ-77, ФЭУ-78, ФЭУ-78Б, ФЭУ-91, ФЭУ-92, ФЭУ-102, ФЭУ-107, ФЭУ-117 и ФЭУ-119 конденсаторы подключаются при работе в импульсном режиме. Число конденсаторов и значение их емкости выбираются в зависимости от параметров импульса анодного тока.

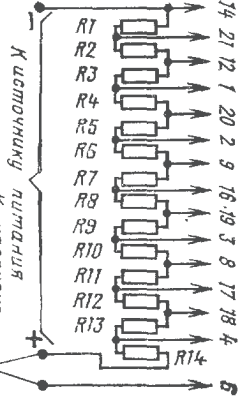
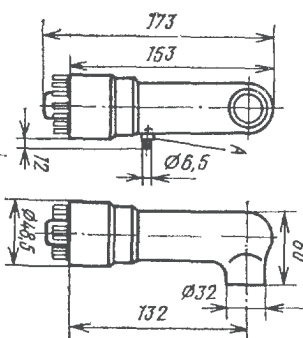
ФЭУ-16



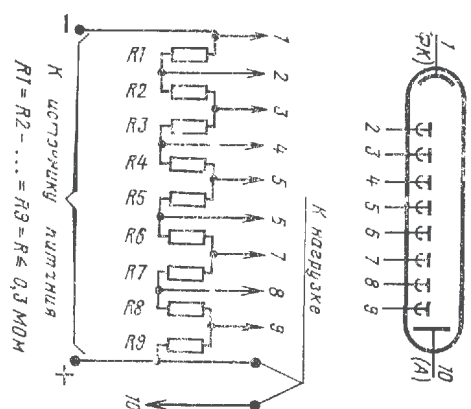
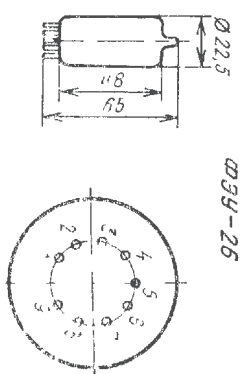
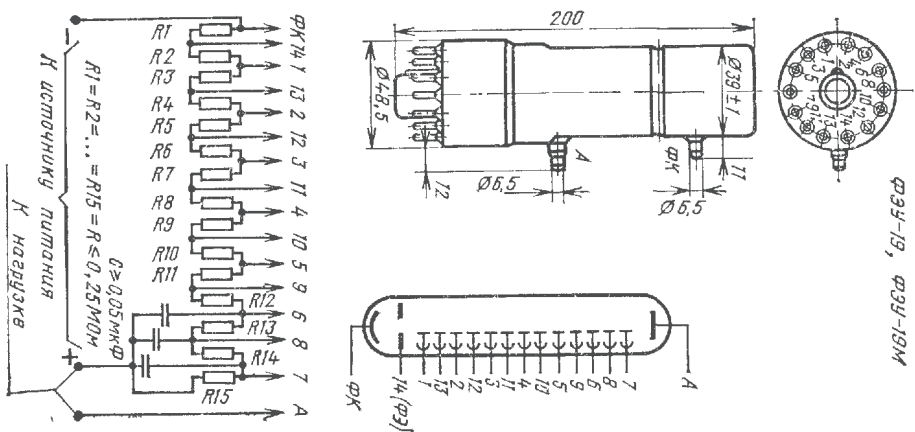
ФЭУ-18А

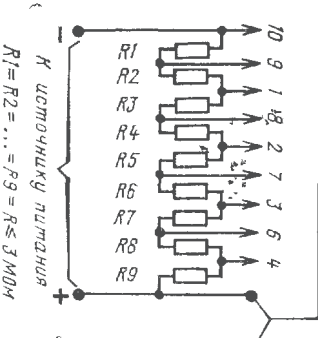
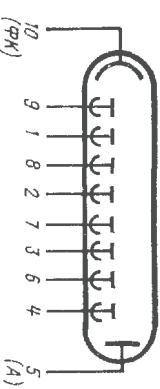
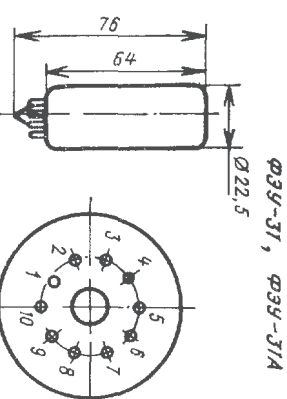
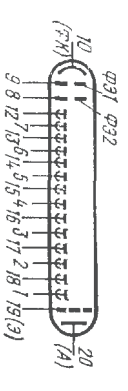
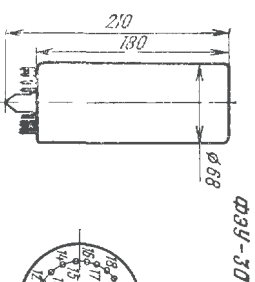
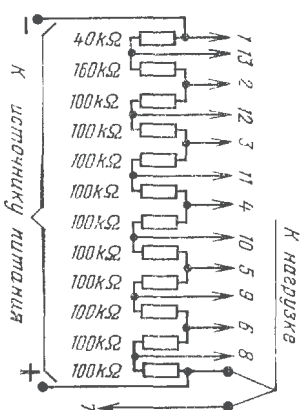
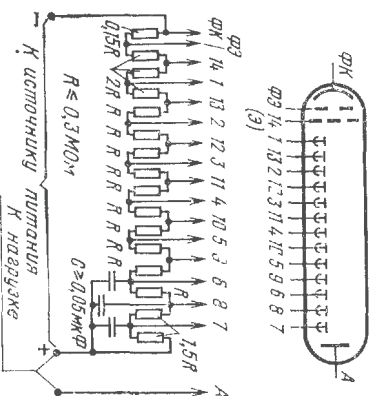
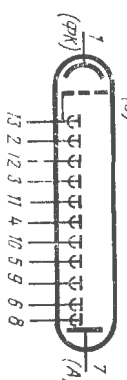
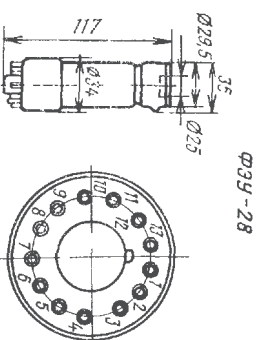
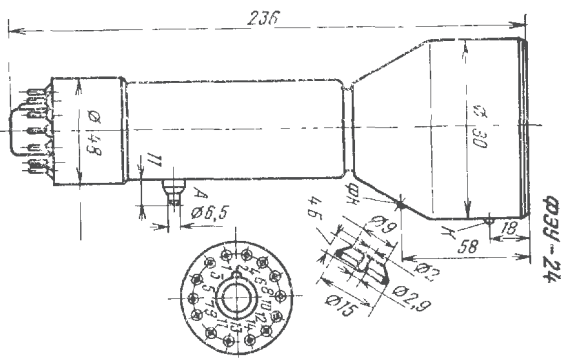


ФЭУ-17А, ФЭУ-18А, ФЭУ-22

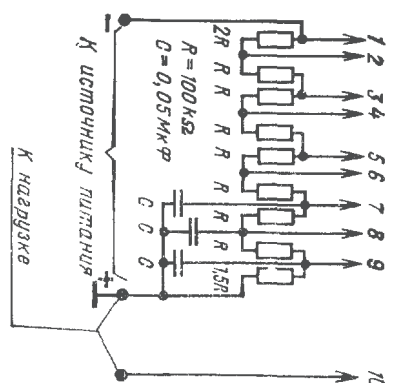
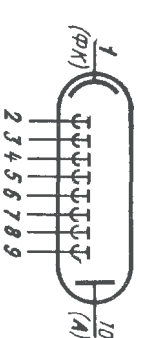
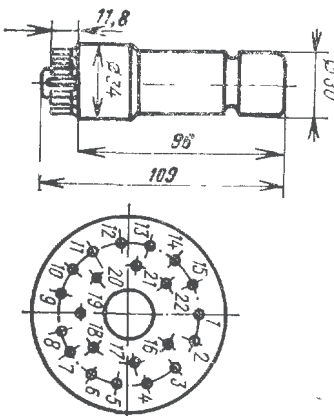


$R1=R14=0,5R$; $R2=1,5R$; $R3=R4=...$
 $R1=R2=...$; $R13=R14=R \leq 0,25 \text{ МОм}$

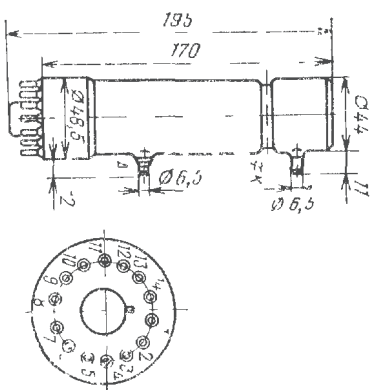




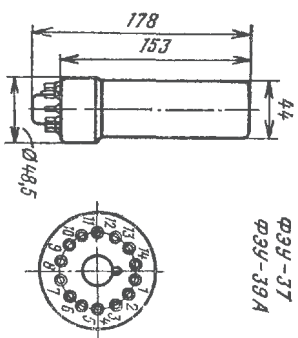
ФЭУ-35, ФЭУ-35А



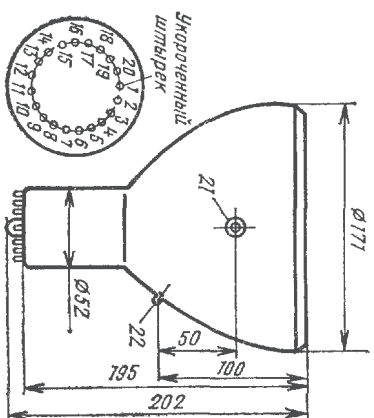
ФЭУ-36



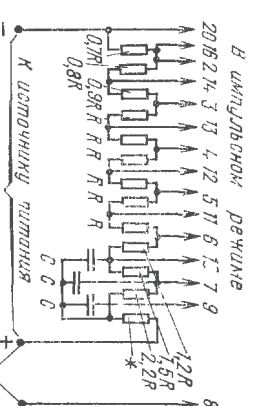
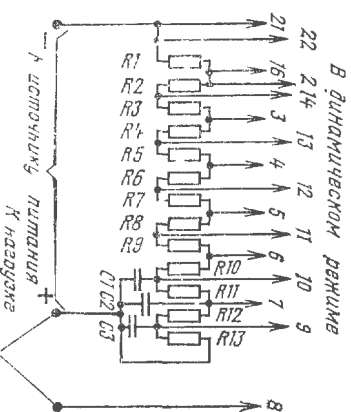
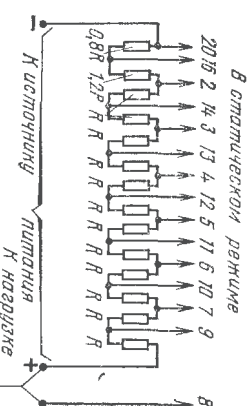
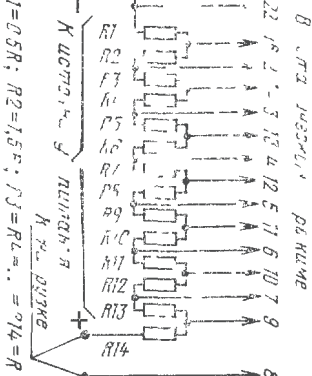
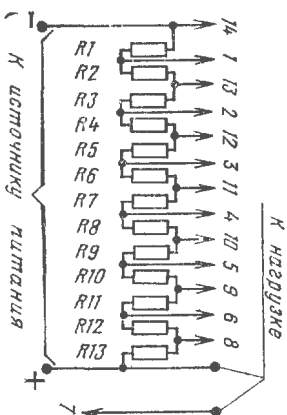
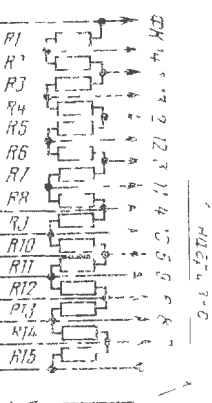
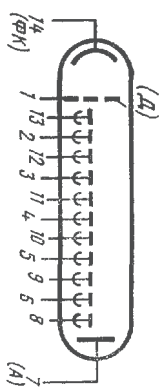
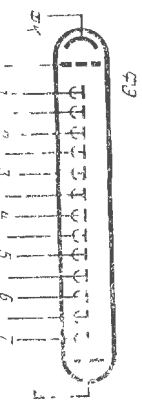
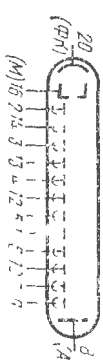
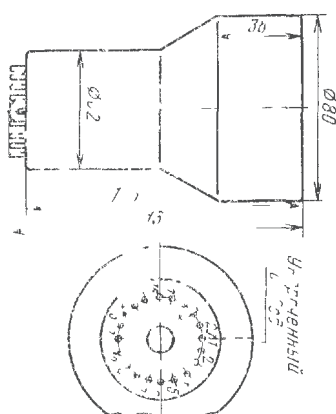
ФЭУ-37
ФЭУ-39А



ФЭУ-43, ФЭУ-49Б



ФЭУ-52, ФЭУ-56

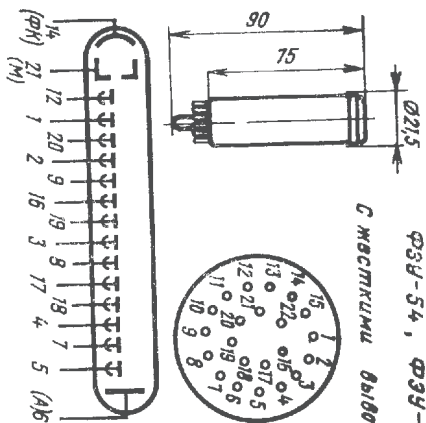


В динамическом режиме
 $R1=0.5R$; $R2=1.5R$; $R3=R4=...$; $R5=R6=...$
 $R7=0.5R$; $R8=1.5R$; $R9=R10=...$; $R11=R12=...$
 $R13=0.5R$; $R14=1.5R$; $R15=R16=...$

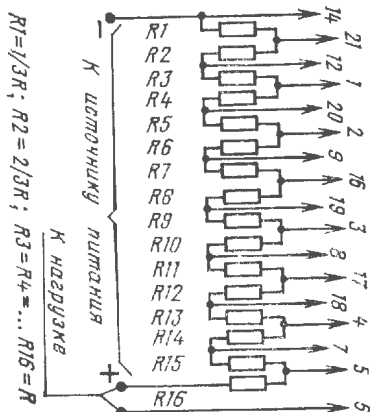
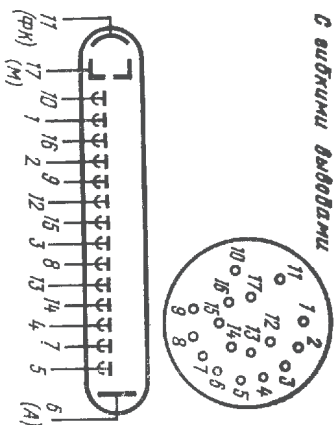
В статическом режиме
 $R1=0.5R$; $R2=1.5R$; $R3=R4=...$; $R5=R6=...$
 $R7=0.5R$; $R8=1.5R$; $R9=R10=...$; $R11=R12=...$
 $R13=0.5R$; $R14=1.5R$; $R15=R16=...$

ФЭУ-54, ФЭУ-55

с жесткими выводами

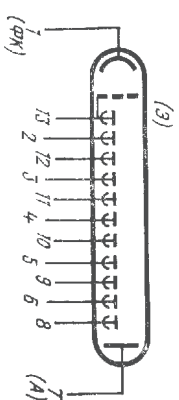
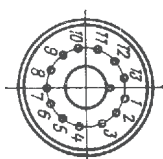
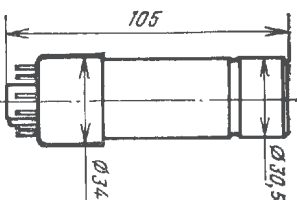


с гибкими выводами



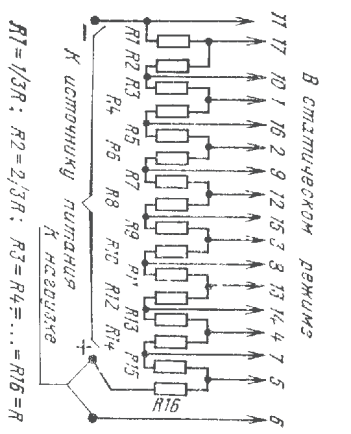
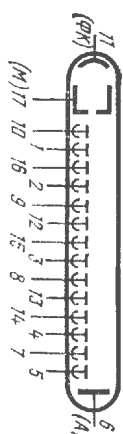
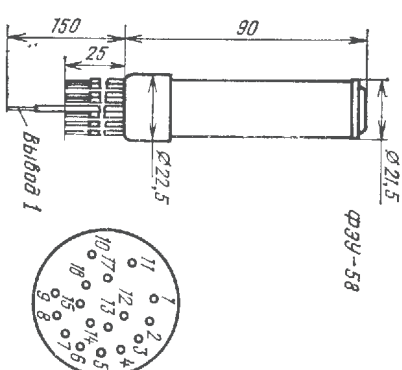
$R1=1/3R$; $R2=2/3R$; $R3=R4=\dots R16=R$

ФЭУ-57



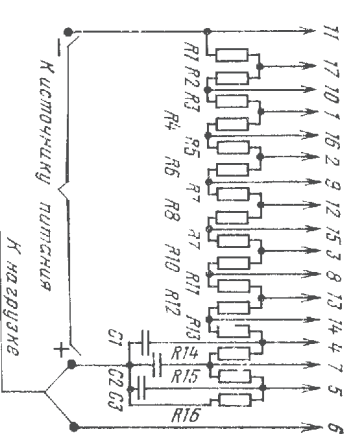
$R1=1/3R$; $R2=2/3R$; $R3=R4=\dots R16=R$

ФЭУ-58



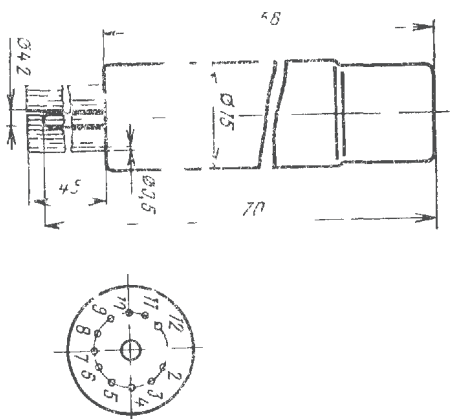
$R1=1/3R$; $R2=2/3R$; $R3=R4=\dots R16=R$

В импульсном режиме

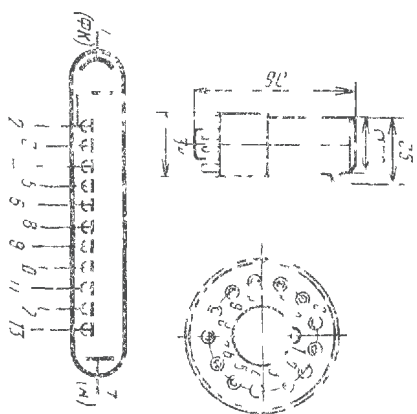


$R1=1/3R$; $R2=2/3R$; $R3=R4=\dots R16=R$
 $R13=R1$; $R14=1.2R$; $R15=1.5R$; $R16=2R$; $C1=0.01\text{ мкФ}$; $C2=0.025\text{ мкФ}$; $C3=0.05\text{ мкФ}$

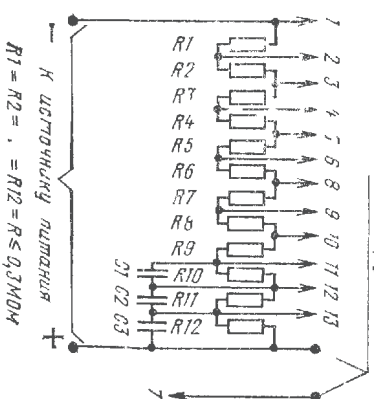
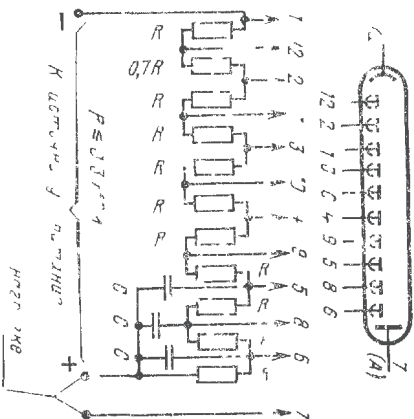
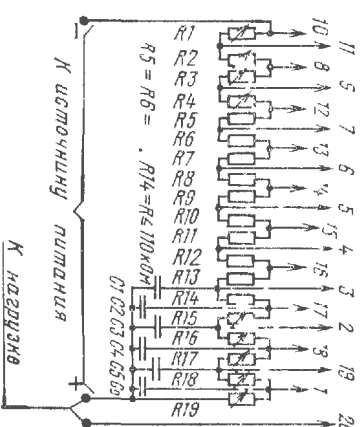
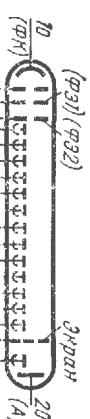
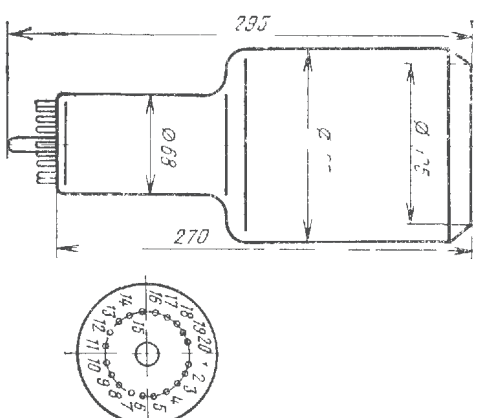
ФЭУ-60



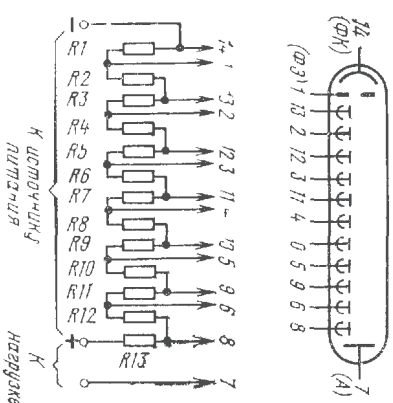
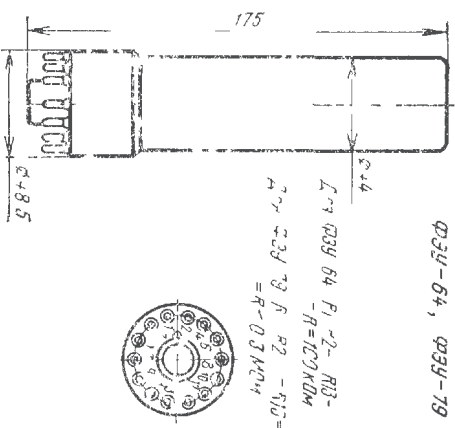
ФЭУ-62



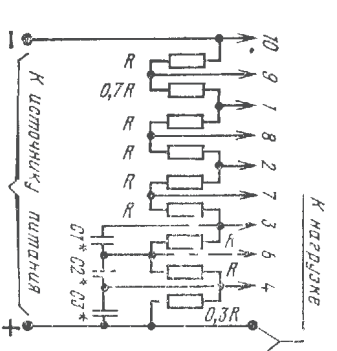
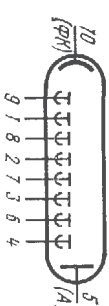
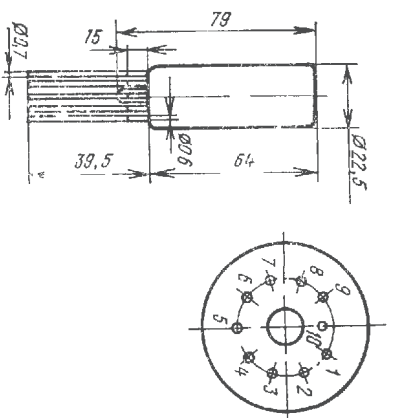
ФЭУ-63



ФЭУ-64, ФЭУ-79

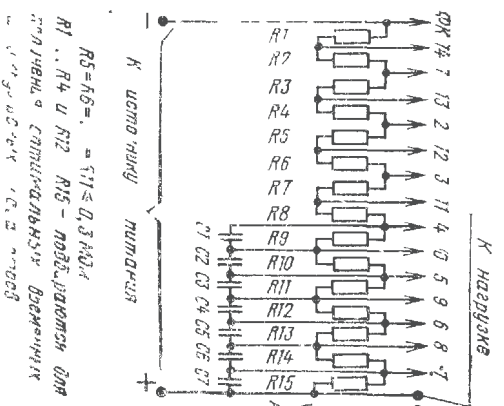
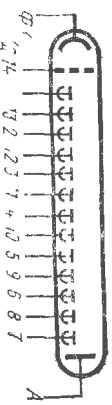
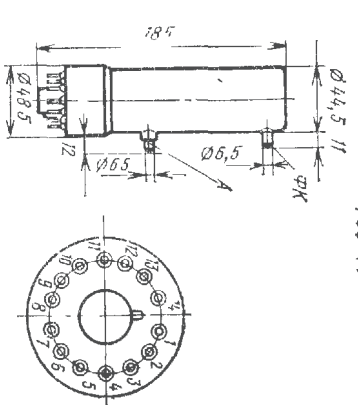


ФЭУ-67, ФЭУ-67А, ФЭУ-67Б

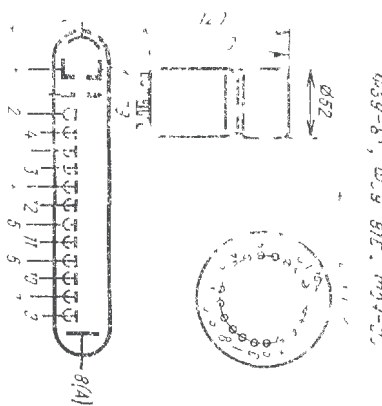
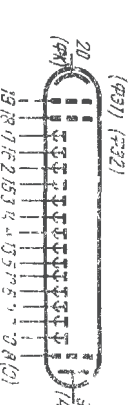
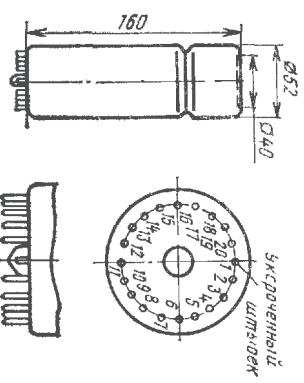


* С1...С3 подключаются только к ФЭУ-67Б.
работавшим в импульсном режиме.

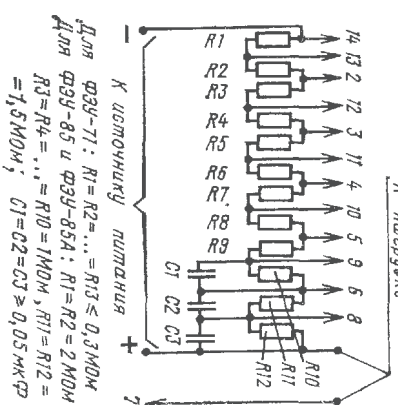
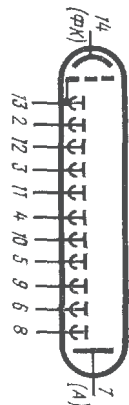
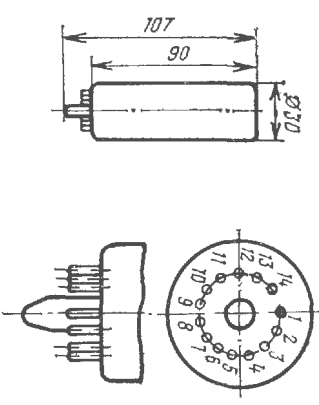




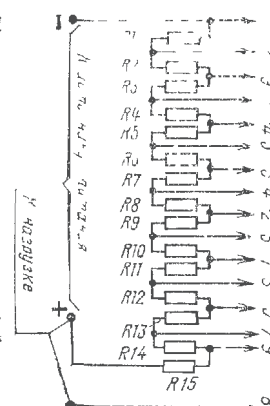
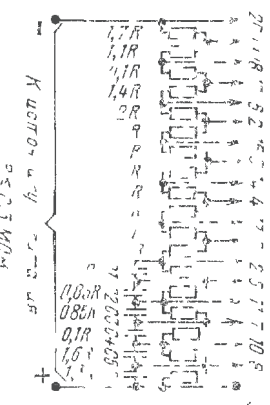
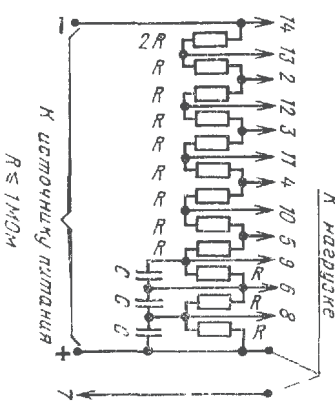
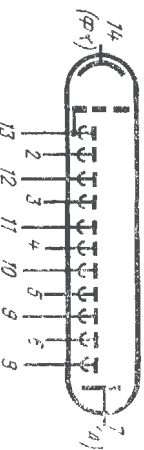
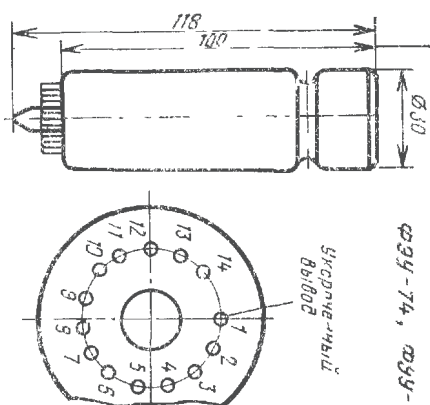
ФЭУ-76Б



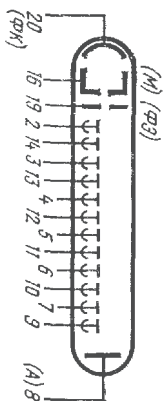
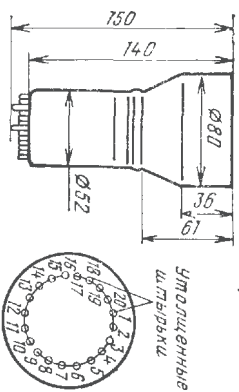
ФЭУ-71, ФЭУ-85, ФЭУ-85А



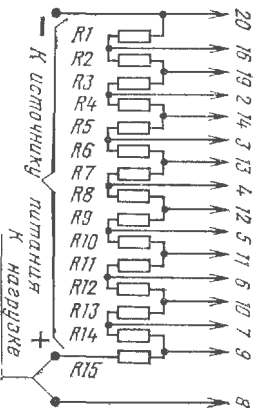
ФЭУ-74, ФЭУ-74А



ФЭУ-82, ФЭУ-82А,

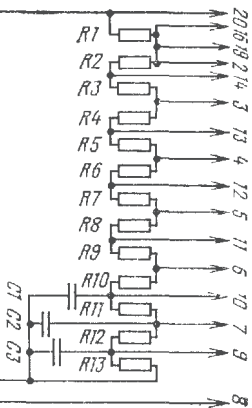


В статическом режиме



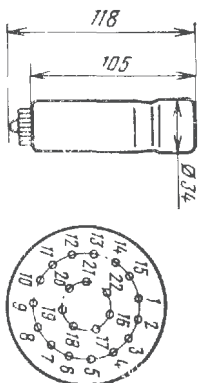
$R1=R3=0,5R$; $R2=R4=R5=...R15=R$

В динамическом режиме

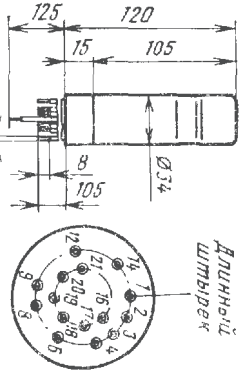


$R1=0,7R$; $R2=0,8R$; $R3=0,9R$; $R4=R5=...=R9=R$; $R10=1,2R$; $R11=1,5R$; $R12=2,2R$; $R13=(2...6)R$; $C1=C2=C3$; $C2=0,025\text{ мкФ}$; $C3=0,05\text{ мкФ}$

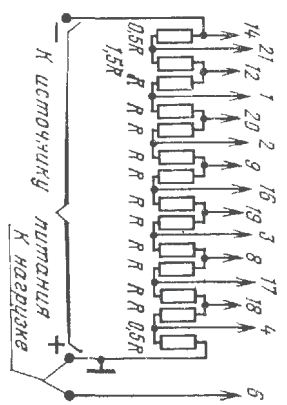
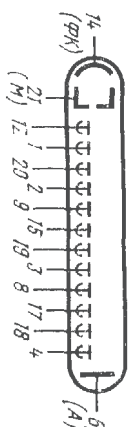
ФЭУ-84, ФЭУ-84-1, ФЭУ-84-2,
ФЭУ-84-3, ФЭУ-113



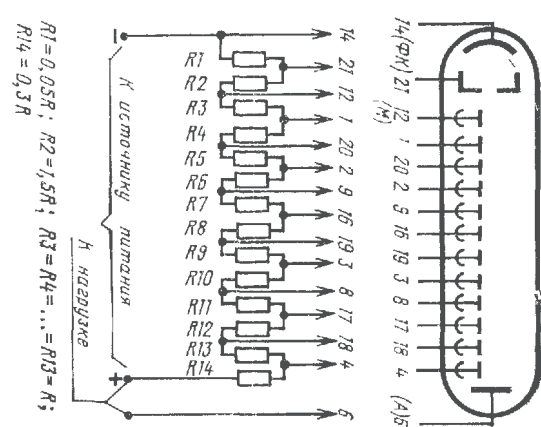
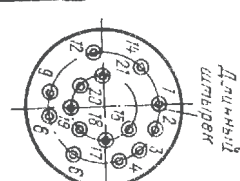
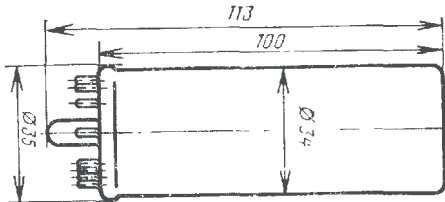
ФЭУ-84-4, ФЭУ-84-5



ФЭУ-84-1, ФЭУ-84-2, ФЭУ-84-3, ФЭУ-84-4, ФЭУ-84-5, ФЭУ-113

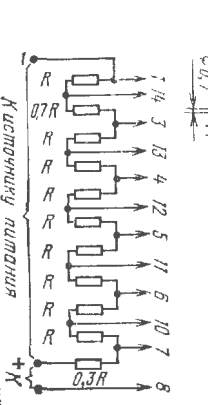
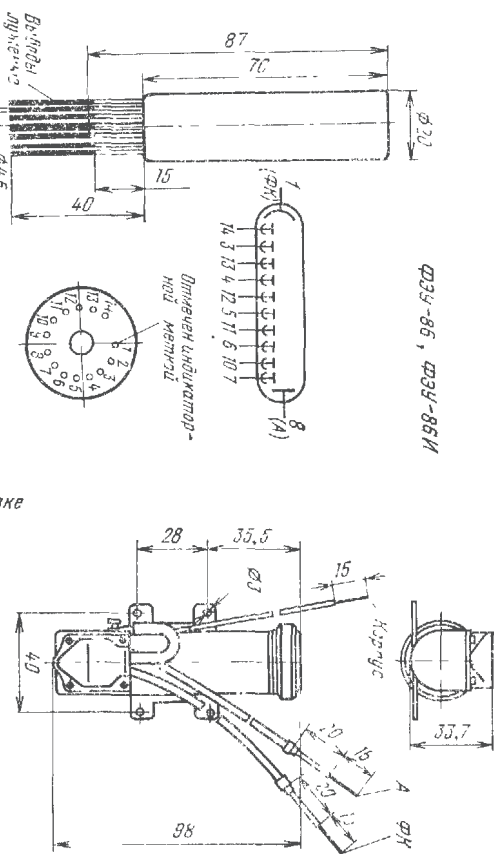


ФЭУ-83

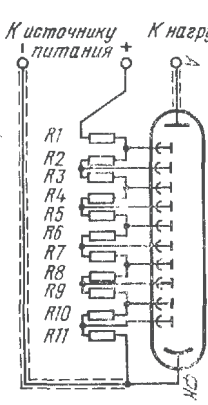


$R1=0,05R$; $R2=1,5R$; $R3=R4=...=R13=R$; $R14=0,3R$

ФЭУ-86И-1

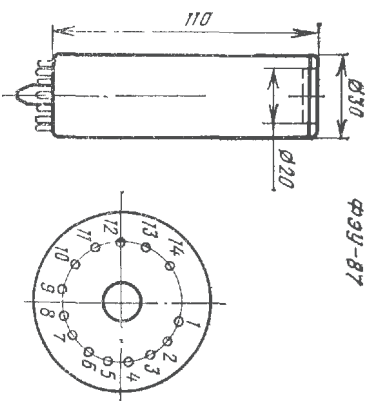


$R \leq 0,6\text{ МОм}$

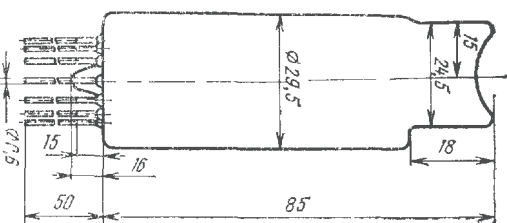


$R1=91\text{ кОм}$; $R2=R3=...=R9=R11=320\text{ кОм}$; $R10=220\text{ кОм}$

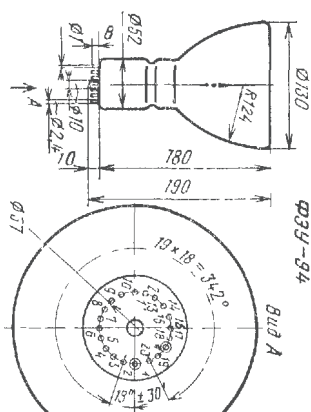
ФЭУ-87



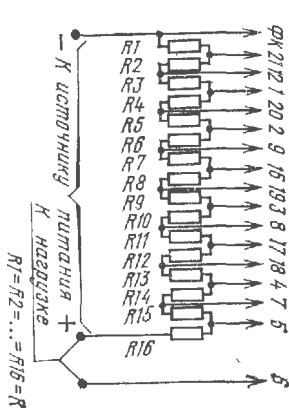
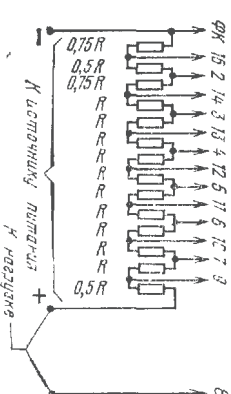
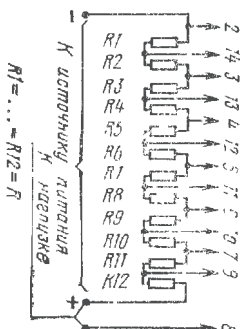
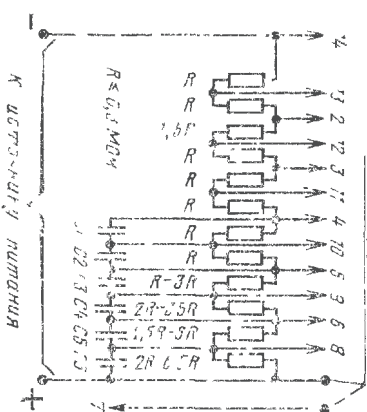
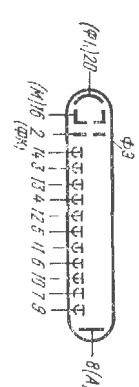
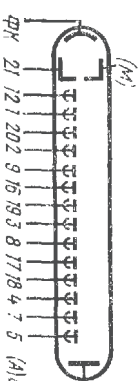
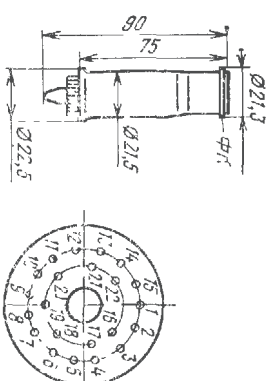
ФЭУ-88



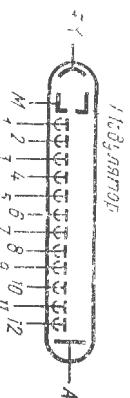
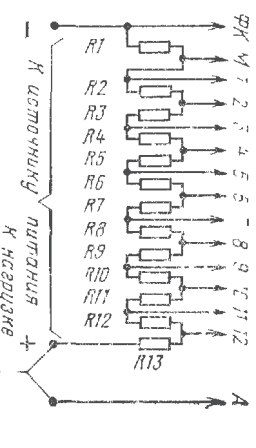
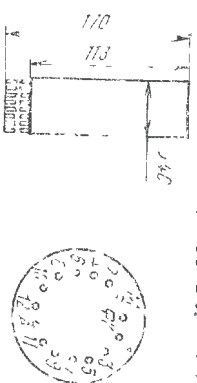
ФЭУ-94



ФЭУ-96, ФЭУ-112, ФЭУ-114, ФЭУ-116

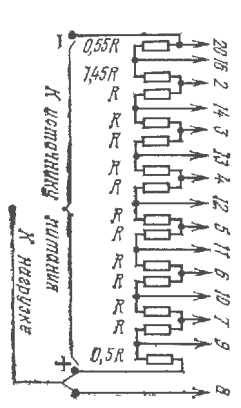
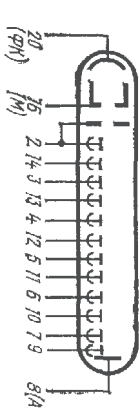
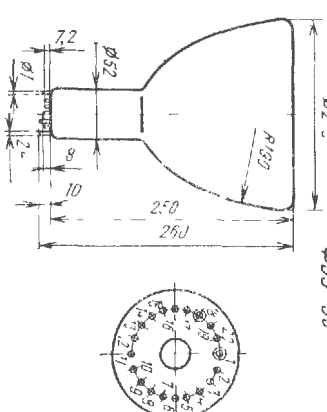


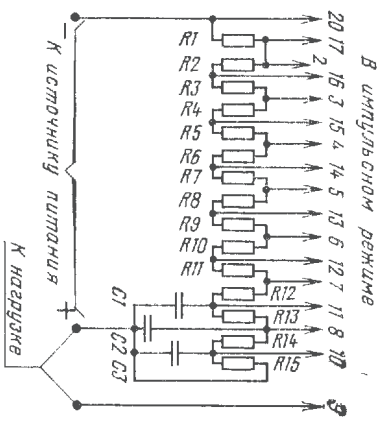
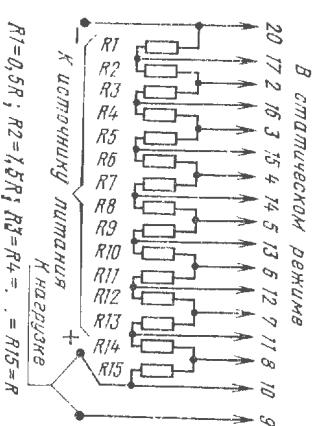
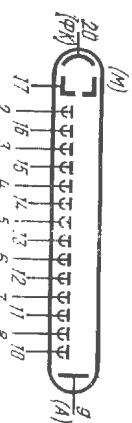
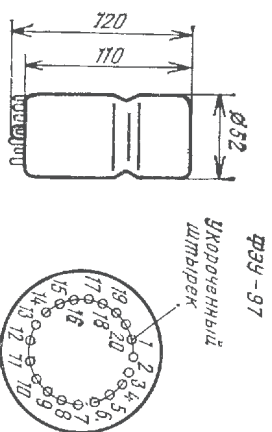
ФЭУ-91, ФЭУ-92, ФЭУ-119



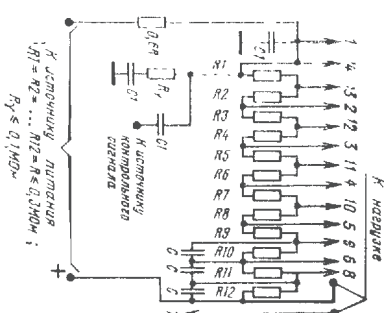
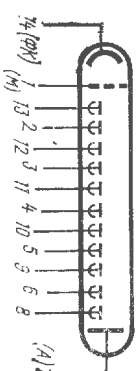
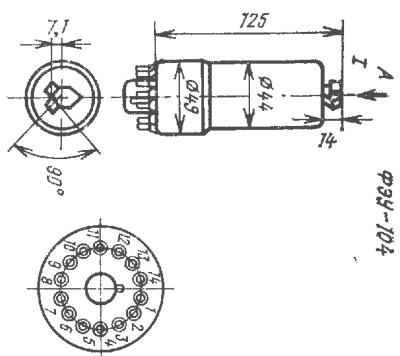
Для ФЭУ-91: $R1=0.5R$, $R2=0.2R$, $R3=...=R13=R$, $R14=0.5R$
 Для ФЭУ-92: $R1=2R$, $R2=...=R12=R$, $R13=0.5R$
 Для ФЭУ-119: $R1=0.8R$, $R2=1.2R$, $R3=...$
 $=R13=R$, $R14=0.5R$

ФЭУ-95

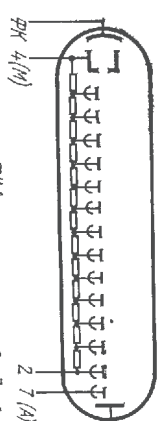
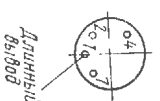
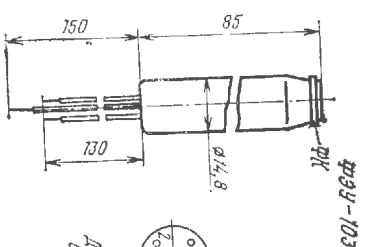
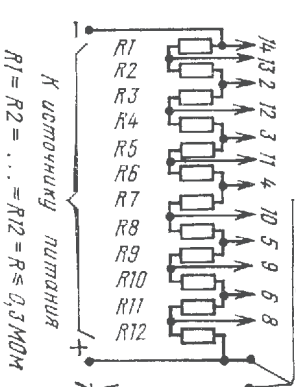
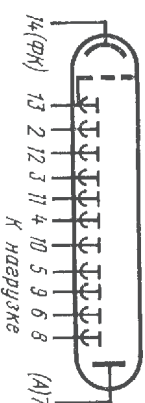
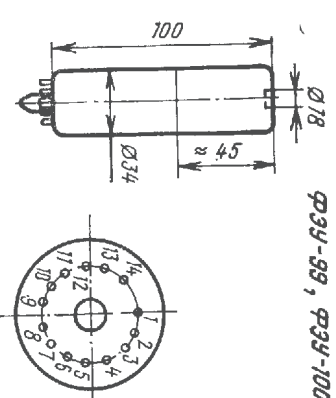
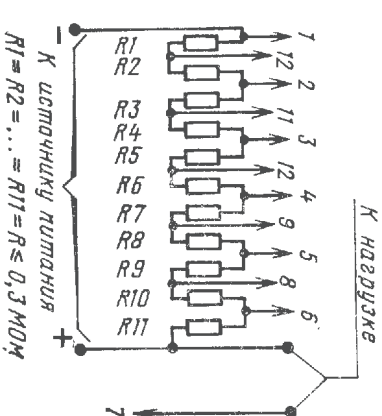
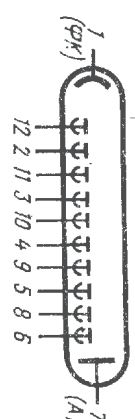
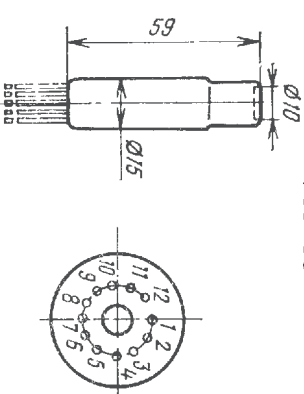




$R1=0,7R; R2=0,8R; R3=0,9R; R4=R5=\dots=R17=R; R12=1,5R; R13=2R; R14=4R; R15=(4\div7)R; C1=0,01\text{мкФ}; C2=0,025\text{мкФ}; C3=0,05\text{мкФ}$

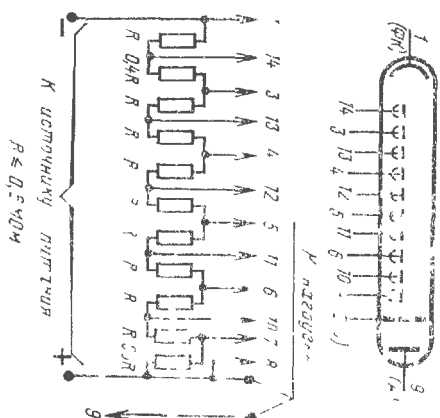
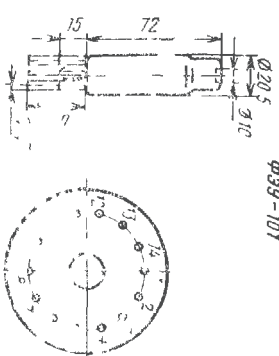


2-2

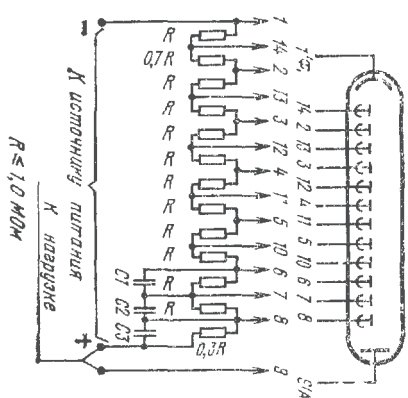
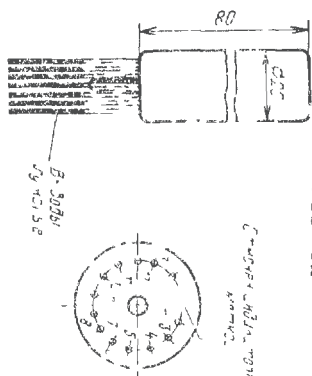


$R=125/I_A; \text{ где } I_A - \text{ток делителя}$

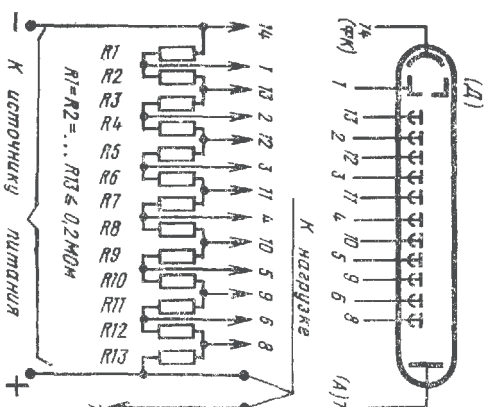
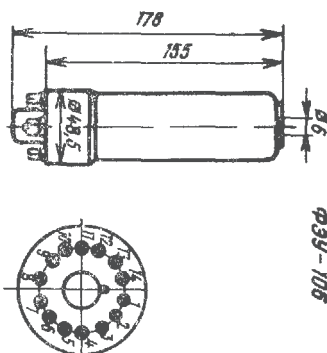
ФЭУ-101



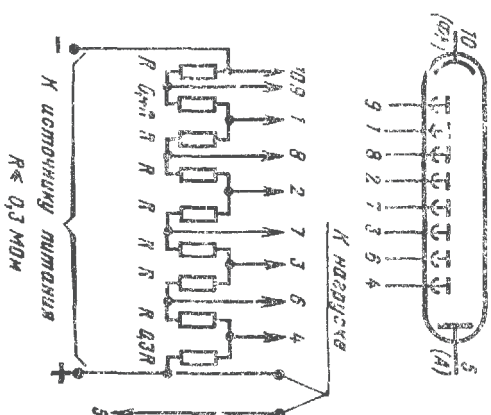
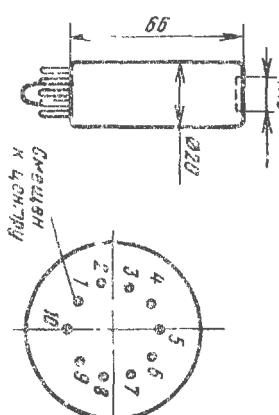
ФЭУ-102



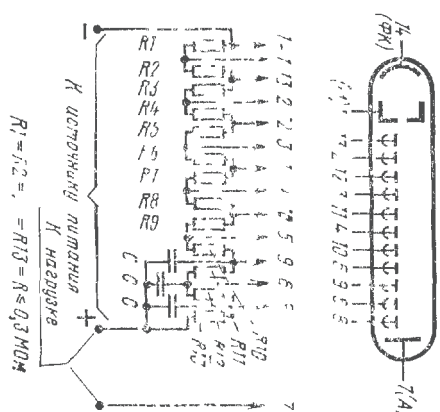
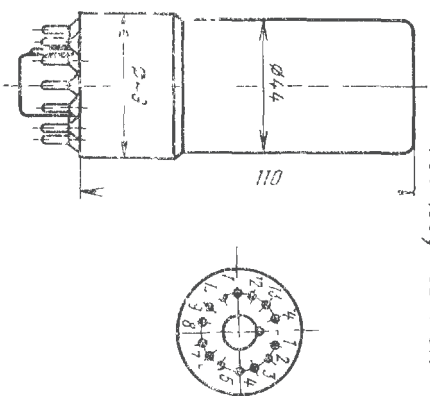
ФЭУ-106



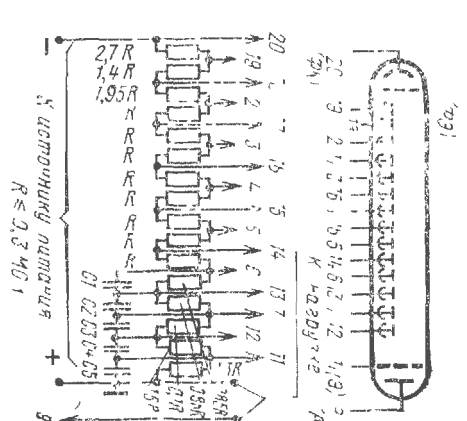
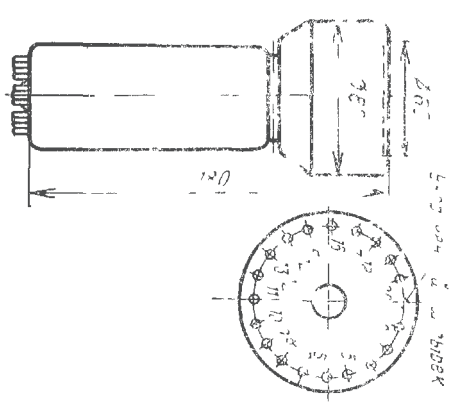
ФЭУ-108

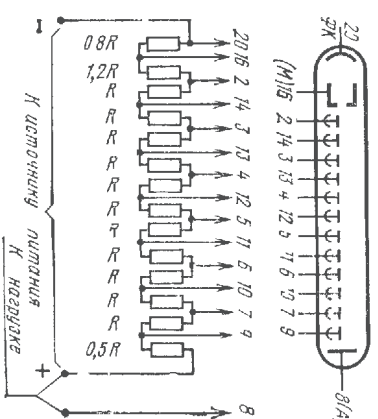
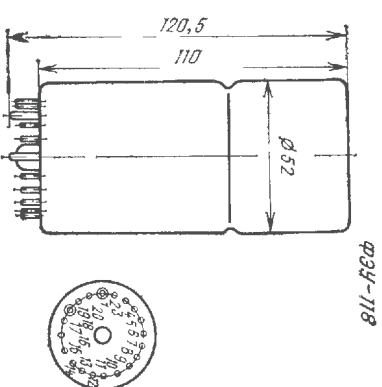
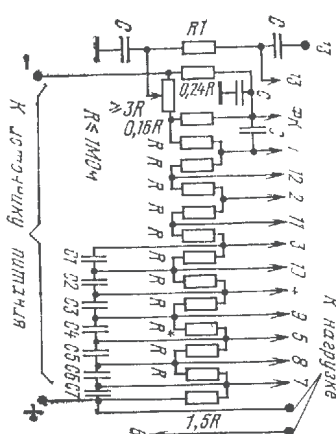
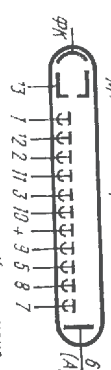
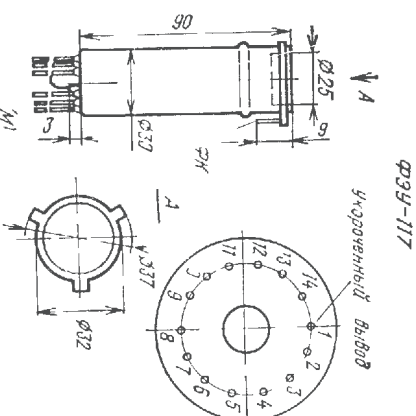
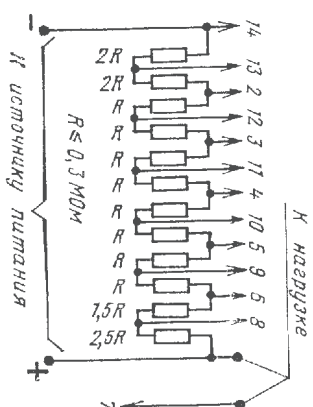
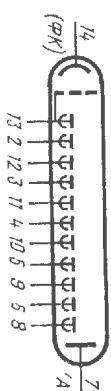
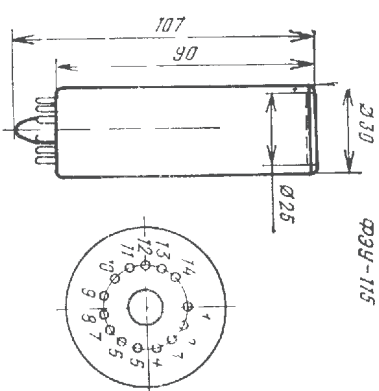
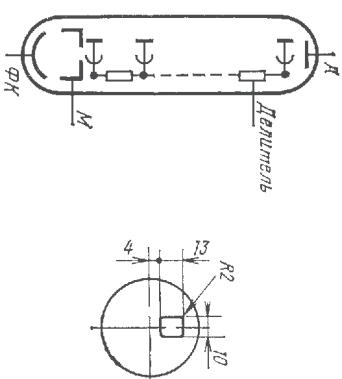
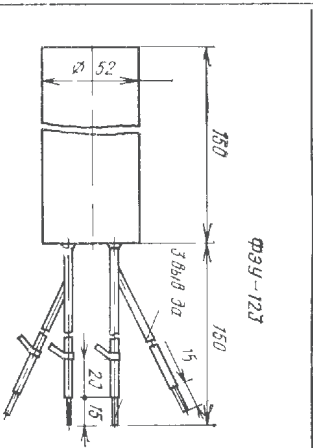
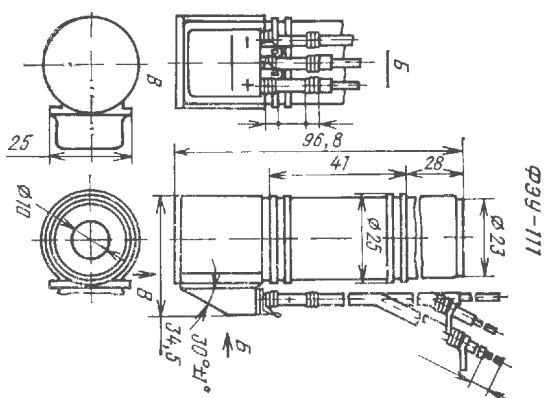
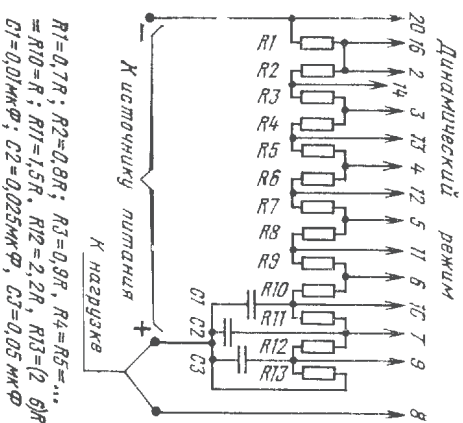
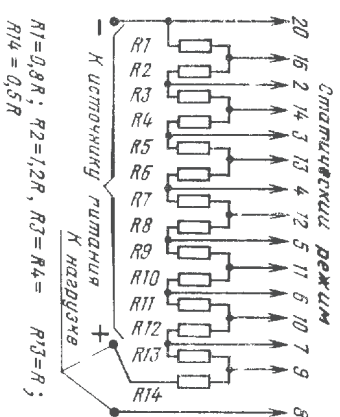
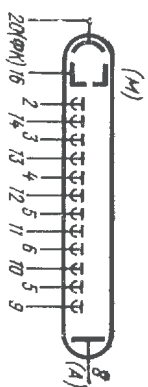
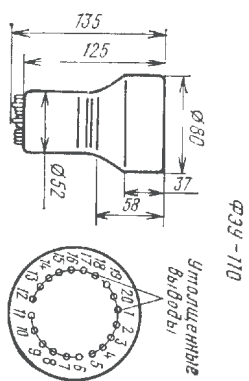


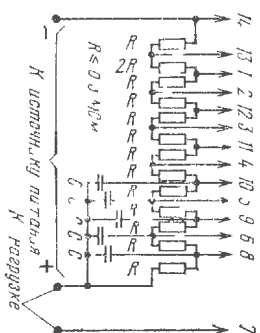
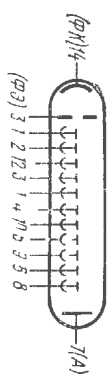
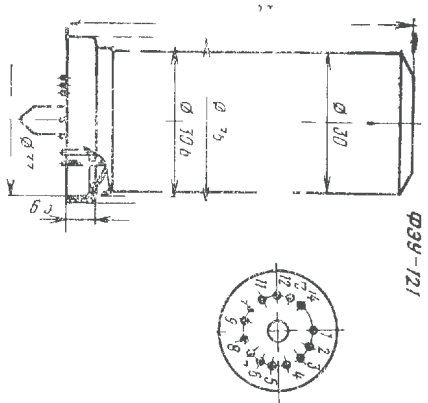
ФЭУ-105, ФЭУ-105А



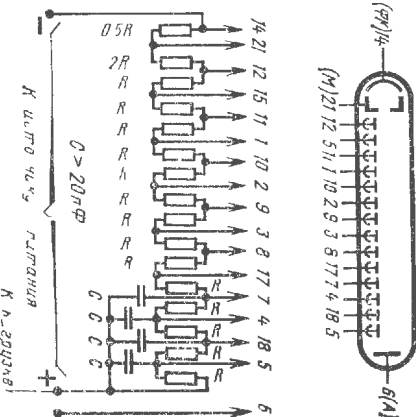
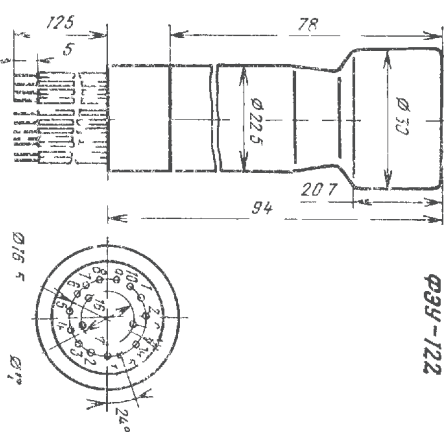
ФЭУ-107



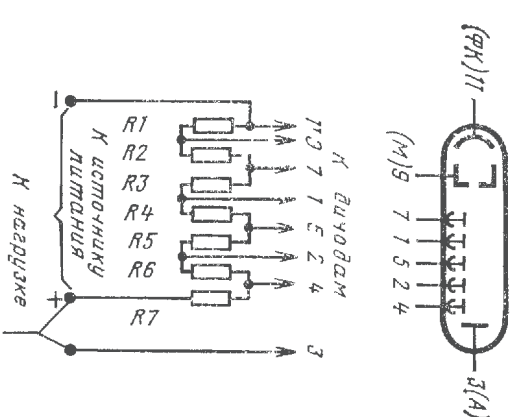
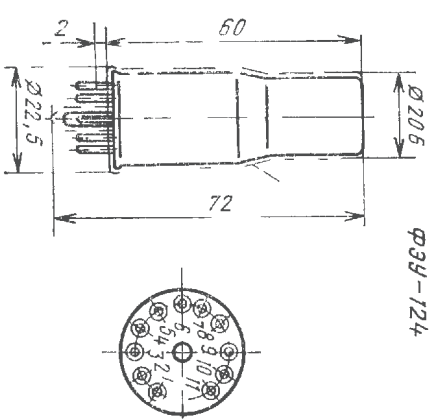




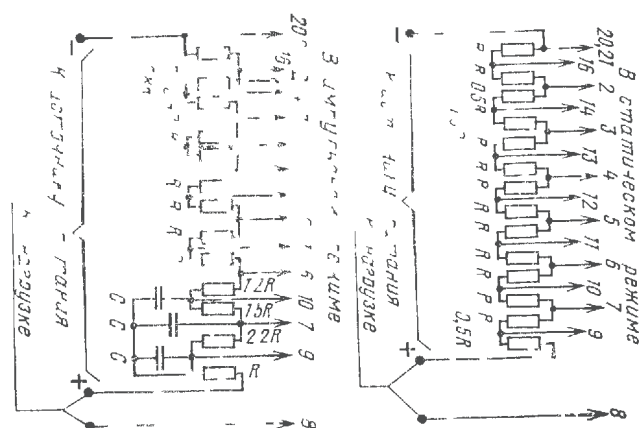
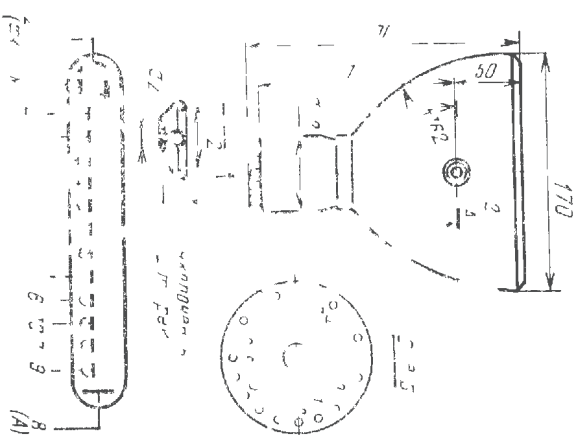
ФЭУ-122



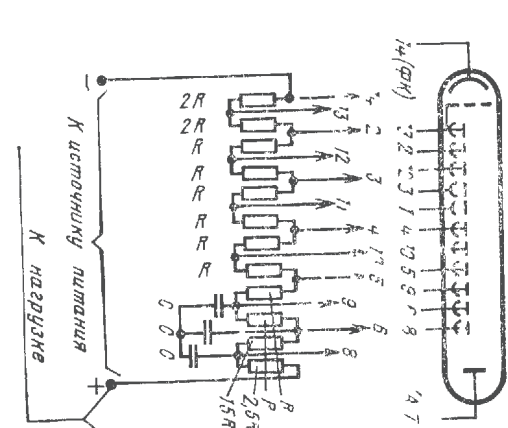
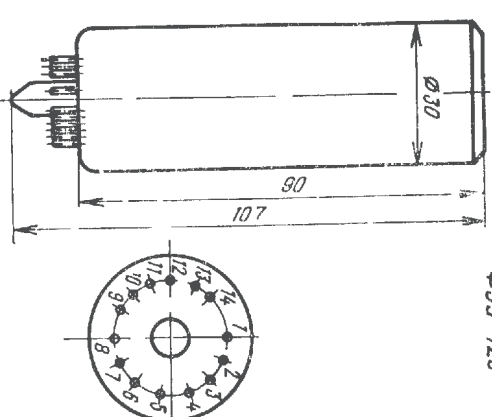
ФЭУ-124

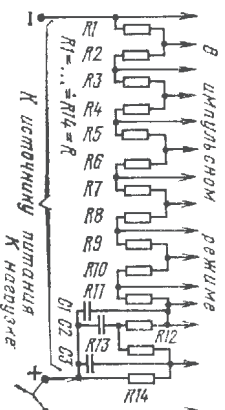
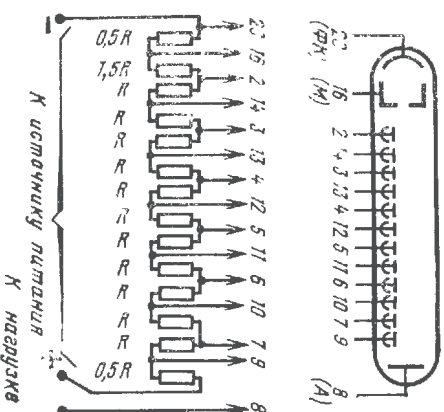
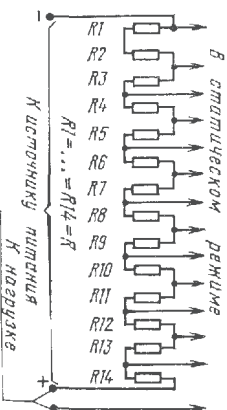
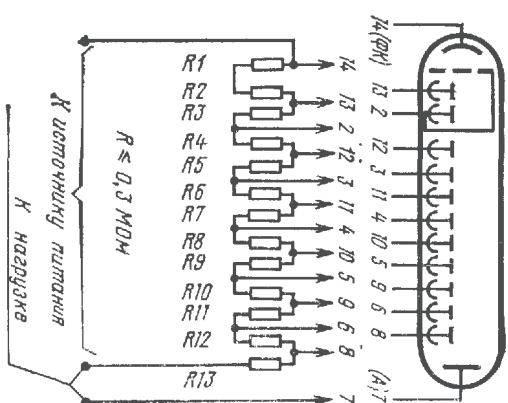
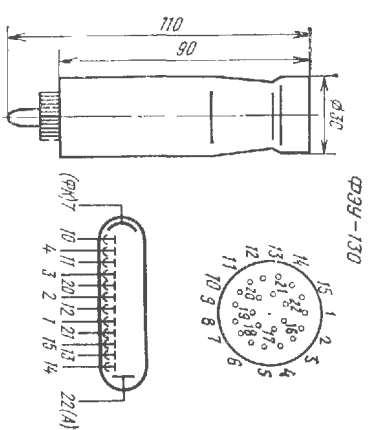
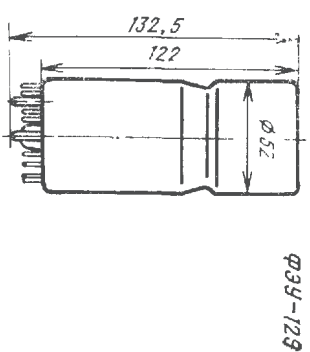
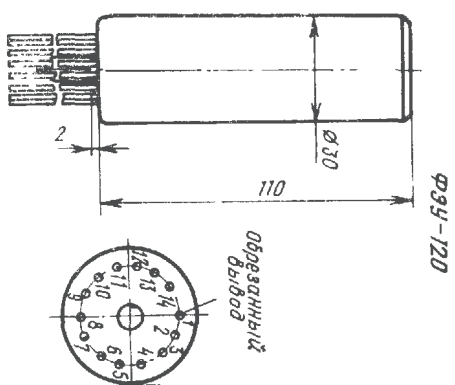
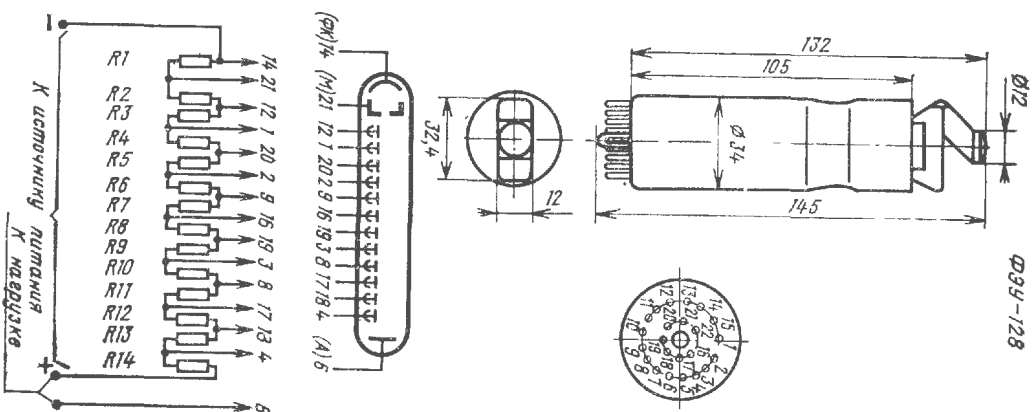
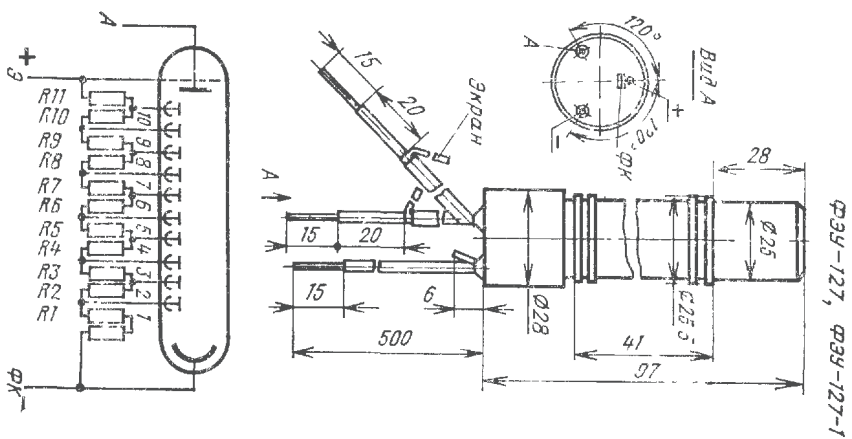


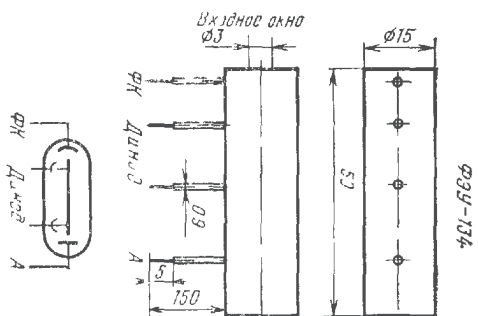
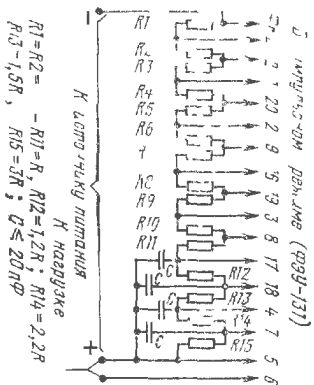
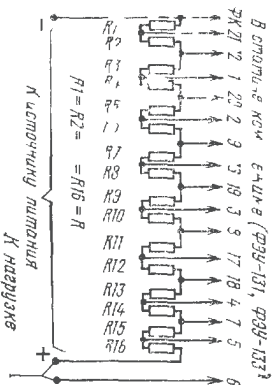
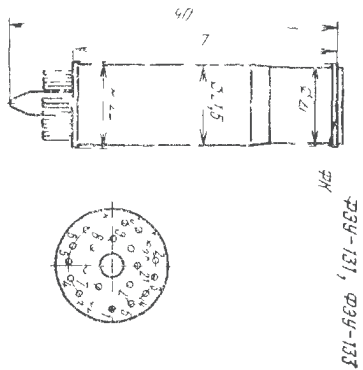
ФЭУ-125



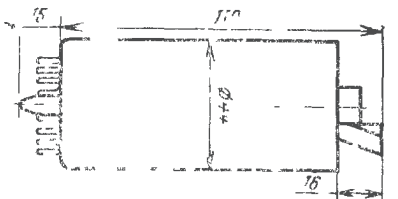
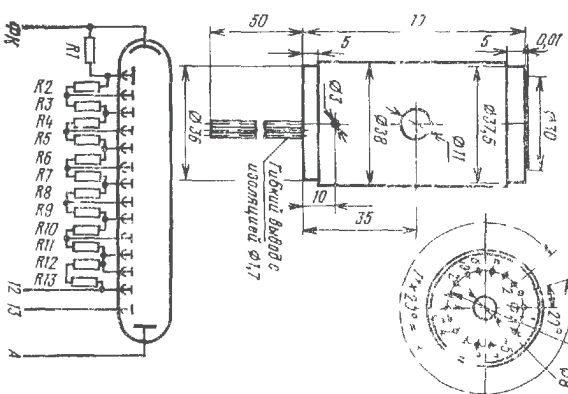
ФЭУ-126



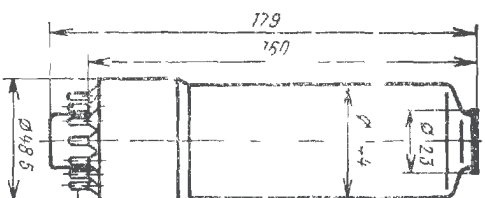
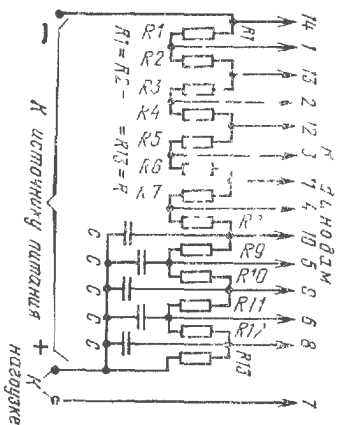
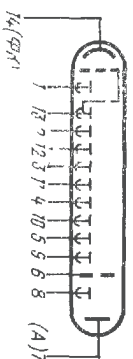




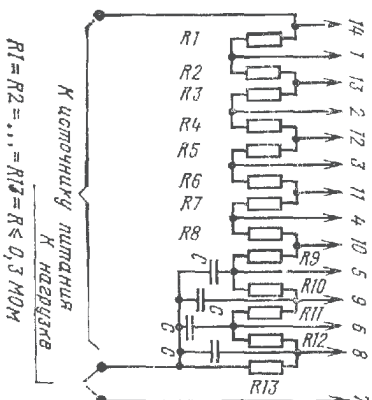
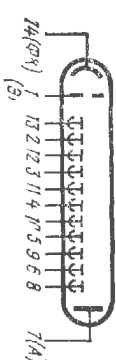
ФУ-134

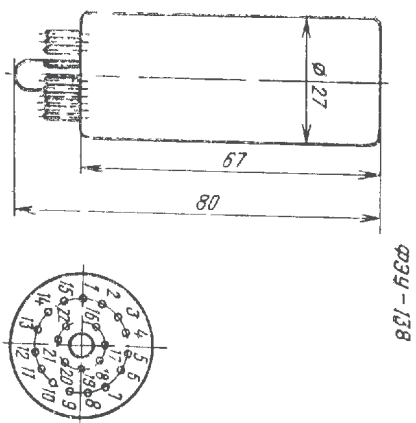


ФУ-135

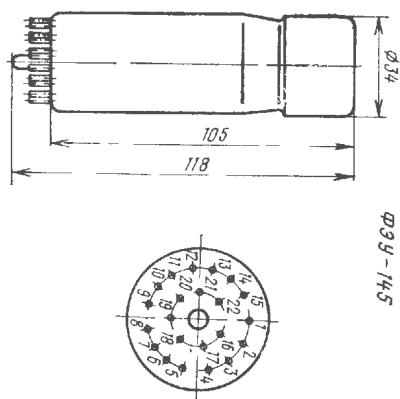
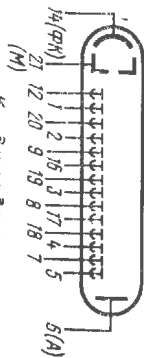
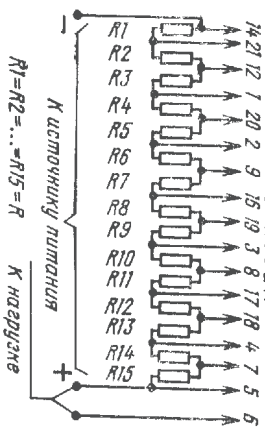


ФУ-136

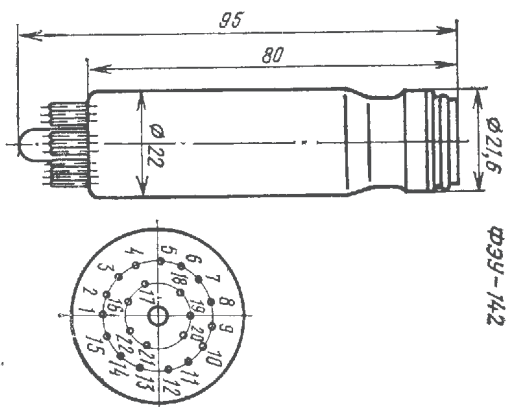
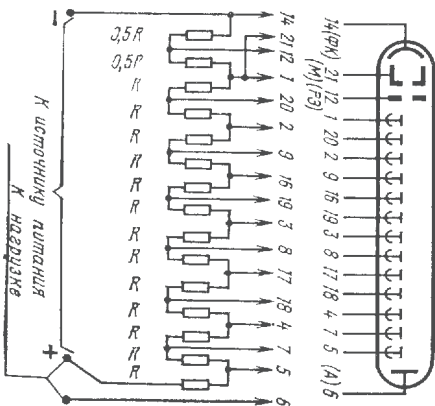




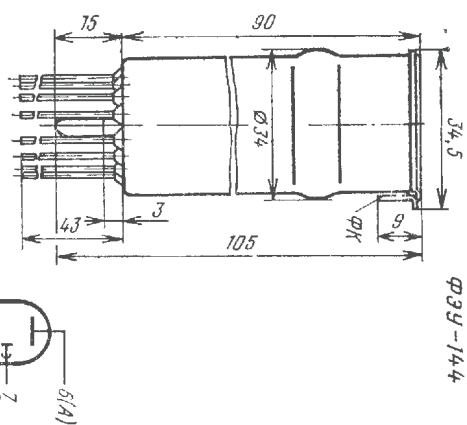
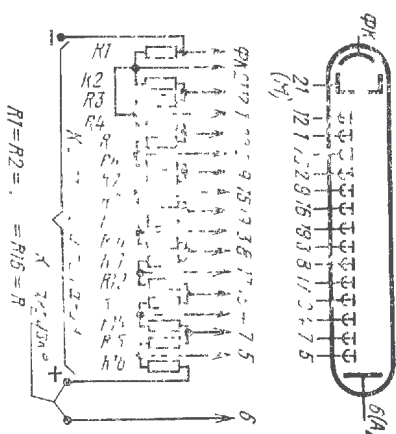
Ф3У-138



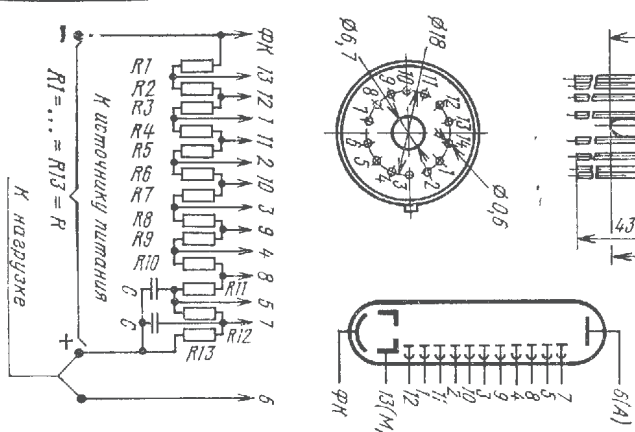
Ф3У-145



Ф3У-142

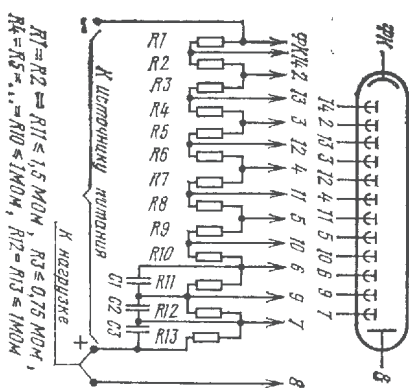
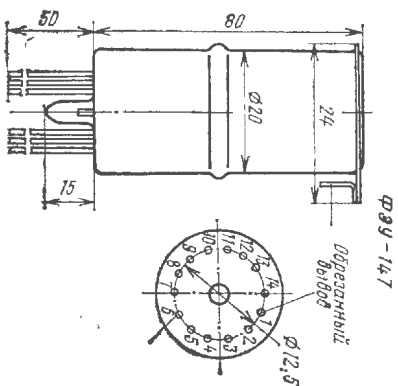
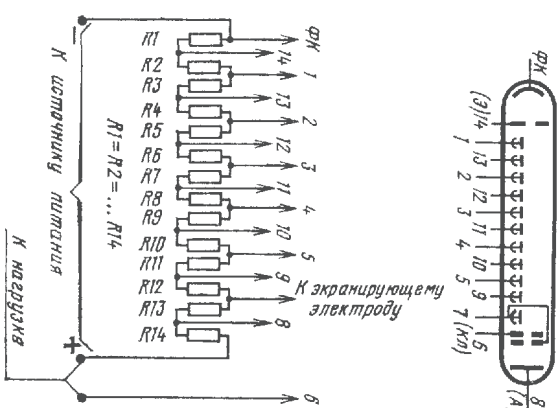
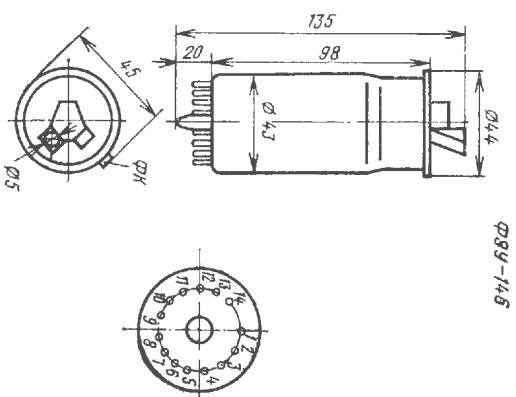


Ф3У-144



5.2. Фотоэлементы электровакуумные

СЦВ-3, СЦВ-4, СЦВ-51, Ф-1, Ф-2, Ф-4, Ф-5, Ф-6, Ф-7, Ф-8, Ф-9, Ф-10, Ф-13, Ф-14, Ф-15, Ф-16, Ф-18, Ф-21, Ф-22, Ф-23, Ф-29, Ф-30, Ф-31, ЦГ-1, ЦГ-3, ЦГ-4, ФЭК-16СМ, ФЭК-17КМ, ФЭК-22СПУ, ФЭК-12СП, ФЭК-14КП, ФЭК-31КМ, ФЭК-08, ФЭК-09, ФЭК-11СП, ФК-1, ФК-2



Основными областями применения вакуумных фотоэлементов являются фотометрические, спектрометрические и колориметрические устройства для измерения излучения ультрафиолетового, видимого и инфракрасного диапазонов спектра в различных системах автоматики, а также в звуковоспроизводящей и контрольно-измерительной аппаратуре. Такие области применения фотоэлементов обусловлены линейностью их световой и частотной характеристик в широком диапазоне изменения освещенностей и длительностей оптических сигналов. Последнее свойство фотоэлементов позволило их применять для регистрации коротких световых сигналов в квантовой электронике, ядерной физике, импульсной фотометрии и нелинейной оптике.

Стабильность выходных сигналов в процессе длительной работы позволяет использовать их в измерительных устройствах, не требующих частых градуировок. Наибольшее применение для этих задач находят фотоэлементы Ф-9, Ф-10, Ф-13, Ф-15 и др. Для измерения импульсных оптических сигналов используются следующие типы фотоэлементов: Ф-16, Ф-18, Ф-21, Ф-22 и др.

Фотоэлемент Ф-29 предназначен для регистрации ультрафиолетового излучения (диапазон спектральной чувствительности 0,12 ... 0,3 мкм), фотоэлемент Ф-23, имеющий кислородно-серебряно-цезиевый фотокатод, может работать как в видимой, так и в ближней инфракрасной (до 1,1 мкм) области спектра.

Для регистрации модулированных высокими частотами оптических сигналов необходимо, чтобы выходной ток фотоэлементов был достаточно большой. Эта задача решается путем использования сильноточных (пиковое значение тока в импульсе может достигать десятков ампер), высокочастотных фотоэлементов с коаксиальным выходом. Особенности этих элементов являются высокое рабочее напряжение (до 1000 В) и специальное конструктивное исполнение (высококачественный электрический соединитель, изоляционные диэлектрические прокладки между корпусом и вкладывшем).

Основные параметры обычных фотоэлементов приведены в табл. 5.4, а фотоэлементов с коаксиальным выходом, предназначенных для регистрации коротких световых импульсов — в табл. 5.5. Условия эксплуатации фотоэлементов указаны в табл. 5.6.

В конце раздела представлены габаритные размеры фотоэлементов и схемы соединения их электродов с выводами.

Основные параметры

| Тип прибора | Оптический вход | Размер фото- катода, мм | Масса, г | Тип спек- тральной характе- ристики | S_{λ} , мкА/лм, не менее (при потоке) | I_{λ} , А, не более |
|-------------|-----------------|-------------------------|----------|-------------------------------------|---|-------------------------------|
| СЦБ-3 | Боковой | Ø 26 | 12 | C-2 | 80 (0,05 лм) | $1 \cdot 10^{-8}$ |
| СЦБ-4 | " | Ø 38 | 60 | C-2 | 80 (0,02... 0,05 лм) | $1 \cdot 10^{-7}$ |
| СЦБ-51 | " | Ø 30 | 14 | C-2 | 80 (0,02... 0,05 лм) | $1 \cdot 10^{-8}$ |
| Ф 1 | " | 10×25 | 20 | C-3 | 70 | $1 \cdot 10^{-14}$ |
| Ф-2 | " | 20×12 | 16 | C-6 | 16 | $1 \cdot 10^{-8}$ (при 2 В) |
| Ф-4 | " | Ø 28 | 20 | C-3 | — | $5 \cdot 10^{-11}$ |
| Ф-5 | " | Ø 25 | 30 | C-1 | 8 | $5 \cdot 10^{-11}$ (при 30 В) |
| Ф-6 | " | Ø 25 | 20 | C-7 | 40 | $1 \cdot 10^{-11}$ (при 30 В) |
| Ф-7 | " | Ø 28,5 | 45 | C-9 | — | $1 \cdot 10^{-11}$ |
| Ф-8 | " | Ø 26 | 25 | C-10 | 80 (0,05 лм) | $1 \cdot 10^{-8}$ |
| Ф-9 | Торцовый | Ø 39 | 25 | C-11 | 100 | $3 \cdot 10^{-13}$ (при 60 В) |
| Ф-10 | " | Ø 60 | 80 | C-11 | 80 | $1 \cdot 10^{-12}$ |
| Ф-13 | " | Ø 27 | 35 | C-10 | 50 | $1 \cdot 10^{-13}$ |
| Ф-14 | " | Ø 25 | 10 | C-9 | 80 | $5 \cdot 10^{-8}$ |
| Ф-15 | Боковой | — | 25 | C-11 | 145 (0,02 лм) | — |
| Ф-16 | Торцовый | — | 50 | C-11 | 100 (0,05 лм) | $1 \cdot 10^{-8}$ (при 20 В) |

фотоэлементов

| $U_{\text{пит. В.}}$, рабочее предельное | S_{λ} , мкА/Вт, не менее (на длине волны) | Минимальная долговечность, ч | Чувствительность*, не менее, или ее наименование, не более | Срок хранения, лет |
|---|---|------------------------------|--|--------------------|
| $\frac{240}{300}$ | — | 1 000 | 60 мкА/лм (при 0,02... 0,05 лм и $R_{\text{н}}=200$ КОМ) | — |
| $\frac{240}{300}$ | — | 1 000 | 55 мкА/лм | 2 |
| $\frac{240}{300}$ | — | 1 000 | 60 мкА/лм (при 0,02... 0,05 лм и $R_{\text{н}}=200$ КОМ) | — |
| $\frac{100}{300}$ | 3,46 (0,6 мкм), 39,8 (0,4 мкм) | — | — | — |
| $\frac{100}{300}$ | — | 500 | 16 мкА/лм | — |
| $\frac{100}{300}$ | 3,46 (0,6 мкм), 39,8 (0,4 мкм) при 100 В | — | — | — |
| $\frac{100}{300}$ | 0,62 (0,6 мкм), 0,0124 (1,1 мкм) | 500 | 6 мкА/лм | 2 |
| $\frac{100}{300}$ | 8 (0,40 мкм), 10 (0,55 мкм), 1,5 (0,70 мкм) | 500 | 25 мкА/лм | 2 |
| $\frac{160}{300}$ | 0,1 (0,2537 мкм) | 200 | 0,05 мкА/Вт (на 0,2537 мкм) | 2 |
| $\frac{150}{300}$ | — | 500 | 60 мкА/лм (при 0,05 лм) | 2 |
| $\frac{100}{300}$ | 5 (0,75 мкм) | — | — | — |
| $\frac{100}{300}$ | 30 (0,40 мкм) 5 (0,75 мкм) | — | — | — |
| $\frac{300}{300}$ | — | 1 000 | 36 мкА/лм | 4 |
| $\frac{300}{300}$ | — | 1 000 | 52 мкА/лм | 2 |
| $\frac{150}{300}$ | — | 500 | 100 мкА/лм | 2 |
| $\frac{100}{300}$ | 35 (0,4 мкм) 27 (0,60 мкм) 8 (0,75 мкм) | 500 | 80 мкА/лм | 2 |
| $\frac{100}{300}$ | 5 (0,75 мкм) | 500 | 80 мкА/лм | 2 |

| Тип прибора | Оптический вход | Размер фото-катоды, мм | Масса, г | Тип спектральной характеристики | S_a , мкА/лм, не менее (при потопе) | $I_{\text{т. А}}$ не более |
|-------------|-----------------|------------------------|----------|---------------------------------|---|-------------------------------|
| Ф-18 | Торцовый | Ø 20 | 20 | 0,3... ...0,6 мкм | Изменение чувствительности с синим фильтром 25% | $1 \cdot 10^{-8}$ |
| Ф-21 | " | Ø 25 | — | С-1 | 8 | $3 \cdot 10^{-10}$ |
| Ф-22 | " | Ø 25 | — | С-11 | 50 | $1 \cdot 10^{-13}$ |
| Ф-23 | " | Ø 24 | 50 | С-1 | 10 | $5 \cdot 10^{-11}$ (при 30 В) |
| Ф-29 | " | Ø 20 | 30 | 0,12... ...0,3 мкм | — | $1 \cdot 10^{-12}$ |
| Ф-30 | " | Ø 25 | 30 | С-9 | 70 | $5 \cdot 10^{-14}$ |
| Ф-31 | " | Ø 16 | 6 | С-11 | 112...160 | $5 \cdot 10^{-12}$ |
| ЦГ-1 | Боковой | Ø 45 | 55 | С-1 | 75 | $1 \cdot 10^{-7}$ |
| ЦГ-3 | " | Ø 26 | 15 | С-1 | 100 | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| ЦГ-4 | " | Ø 38 | 48 | С-1 | 100 | $1 \cdot 10^{-2}$ |

* Критерий долговечности.

| $U_{\text{нрт. В.}}$ рабочее пределное | S_a , мкА/Вт, не менее (на длине волны) | Минимальная долговечность, ч | Чувствительность*, не менее, или ее изменение, не более | Срок эксплуатации, лет |
|--|---|------------------------------|---|------------------------|
| 100 — | — | 100 | 30% (о синем фильтром) | 6 |
| 100 300 | 0,6 (0,55 мкм) 0,9 (0,75 мкм) 0,05 (1,10 мкм) | 5 000 вспышек | В 3 раза (0,025 мкА/Вт на 1,10 мкм) | 4 |
| 100 300 | 18% (0,6 мкм) 1% (0,7 мкм) | 5 000 вспышек | 25% | 4 |
| 100 300 | 0,62 (0,6 мкм) 0,05 (1,1 мкм) | 500 | 7 мкА/лм | 2 |
| — 300 | 10 (0,23 мкм) | 500 | 5 мкА/Вт (на 0,23 мкм) | 2 |
| 100 300 | 60 (0,42 мкм) | 500 | 50 мкА/Вт (на 0,42 мкм) | 2 |
| — 100 | 40 (0,45 мкм) 17 (0,65 мкм) | 1 000 | 100 мкА/лм | 4 |
| 240 300 | — | 700 | 25 мкА/лм | — |
| 240 300 | — | 700 | 25 мкА/лм | — |
| 240 300 | — | 700 | 25 мкА/лм | — |

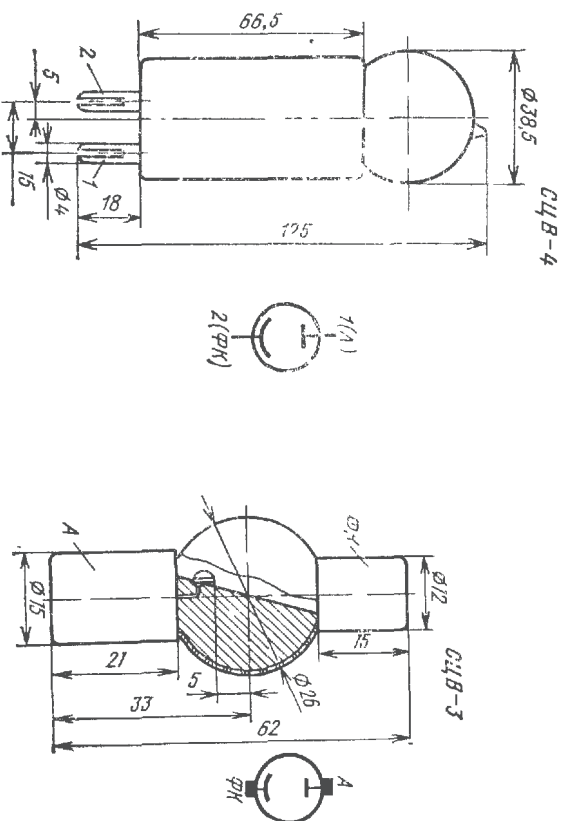
Таблица 5.5

Параметры фотоэлементов с коаксиальным выходом, предназначенных для регистрации коротких световых импульсов

| Тип прибора | $\Delta\lambda$, мкм | Площадь фото-катоды, см ² | S_{ph} , мкА/лм | $U_{н.г.}$ В | Амплитудное значение фототока в импульсе (пиковое значение), А | $t_{нар.}$ с | η , А |
|-------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------|--|---------------------|------------|
| ФЭК-16СМ | 0,38...0,65 | 0,2 | ≥ 30 | 1 000 | 4 | 3·10 ⁻¹¹ | 3 |
| ФЭК-17КМ | 0,38...1,20 | 0,2 | ≥ 10 | 1 000 | 4 | 3·10 ⁻¹⁰ | 3 |
| ФЭК-22СПУ | 0,22...0,65 | 12,6 | ≥ 30 | 1 000 | 20 | 5·10 ⁻¹⁰ | 18 |
| ФЭК-12СП | 0,38...0,65 | 24,6 | ≥ 30 | 1 000 | 25 | 8·10 ⁻¹⁰ | 20 |
| ФЭК-14КП | 0,38...1,20 | 24,6 | ≥ 10 | 1 000 | 25 | 8·10 ⁻¹⁰ | 20 |
| ФЭК-31КМ | 0,38...1,30 | 24,6 | ≥ 10 | 1 000 | 25 | 8·10 ⁻¹⁰ | 20 |
| ФЭК-09 | — | 12,6 | 10...30 | 1 000 | 20 | 3·10 ⁻¹⁰ | 18 |
| ФЭК-11СП | — | 1,35 | — | 1 000 | 10 | 5·10 ⁻¹¹ | 8 |
| ФЭК-08 | — | 12,6 | 30...80 | 1 000 | 20 | 3·10 ⁻¹⁰ | 18 |
| ФК-1 | 0,4...1,1 | 17,6 | 10...30 | 1 000 | 50 | 5·10 ⁻⁹ | 25 |
| ФК-2 | 0,38...1,30 | — | 10...30 | — | — | — | 7 |
| | 0,38...1,10 | — | 10...30 | — | — | — | 8 |

Габаритные размеры фотоэлементов и схемы соединения электродов с выводами

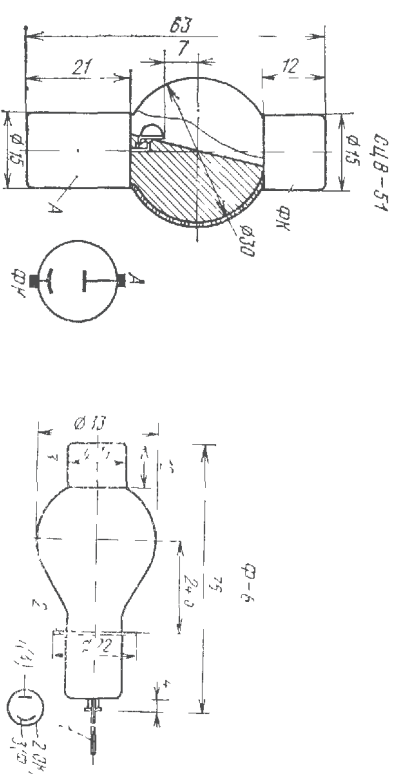
На рисунках приняты следующие условные обозначения: ФК — фотокатод; А — анод; ДА — дополнительный анод; ОК — охранный кольцо.

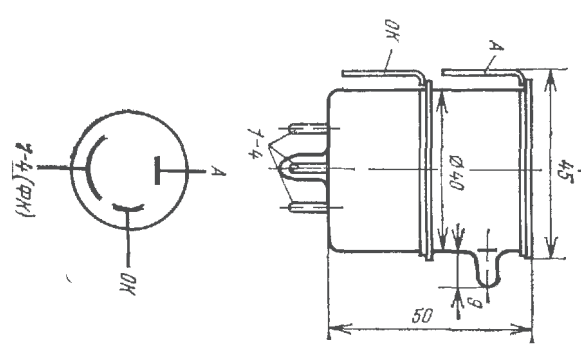
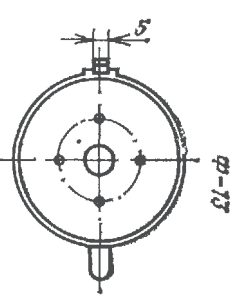
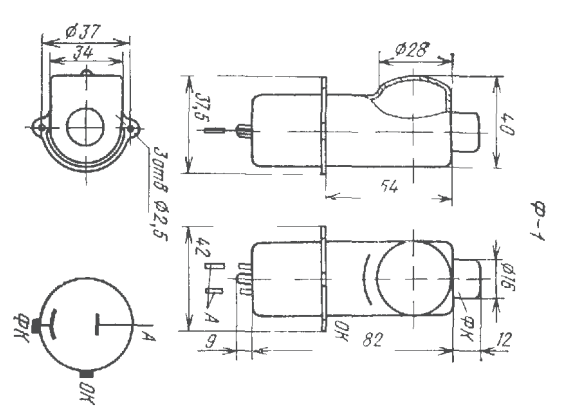
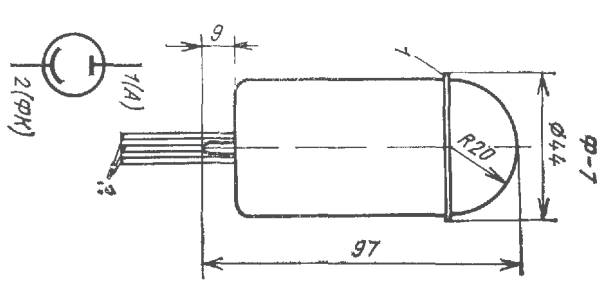
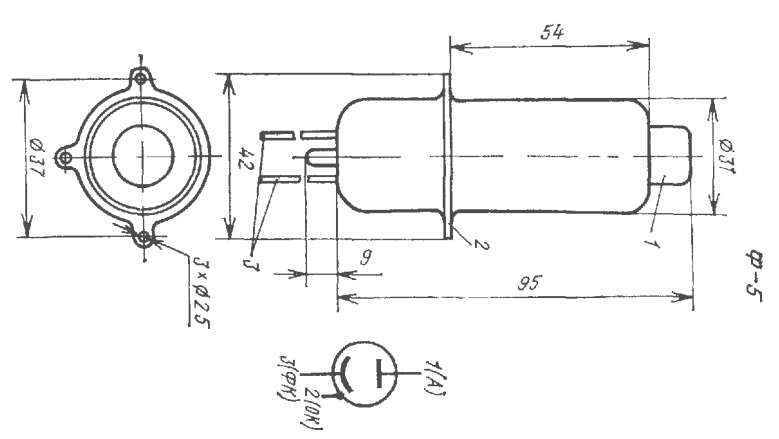
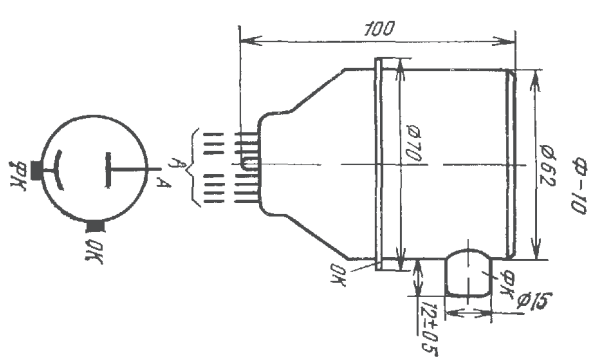
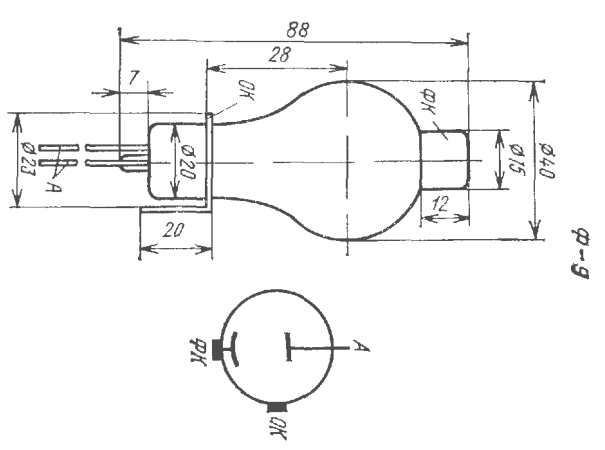
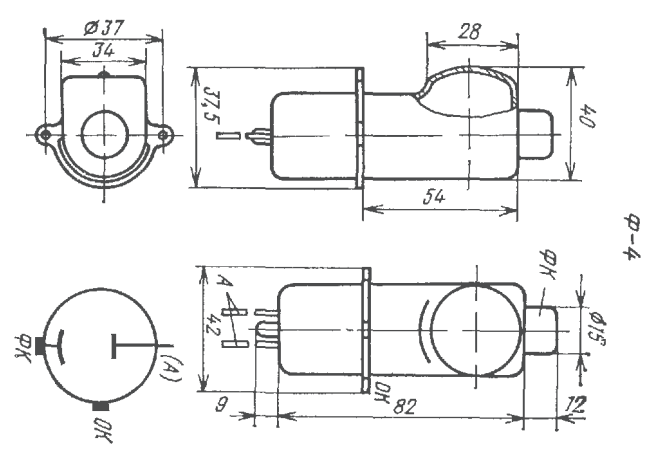
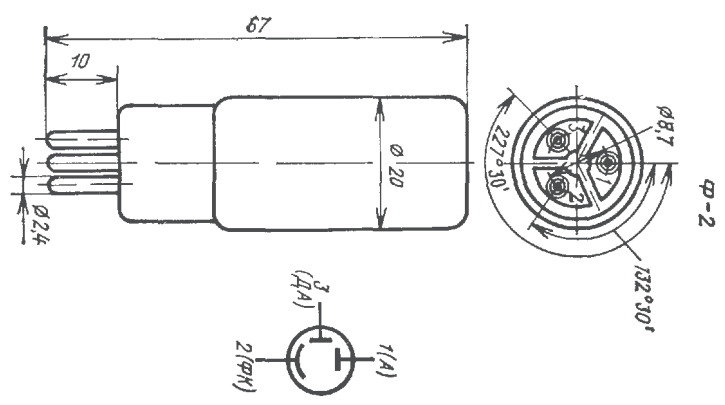


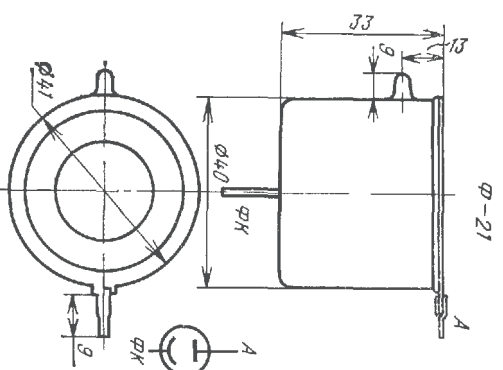
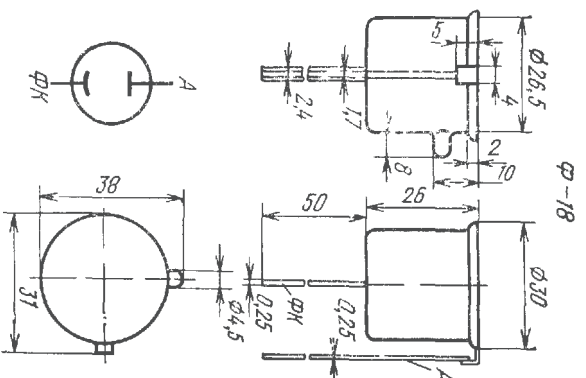
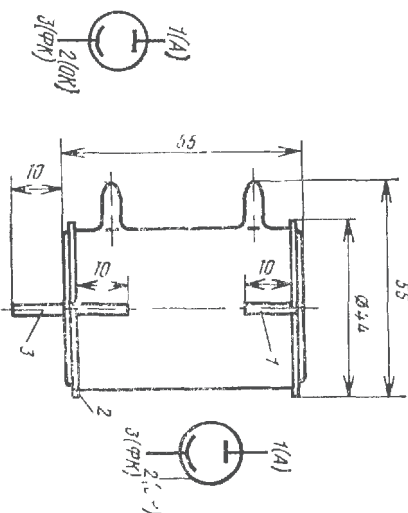
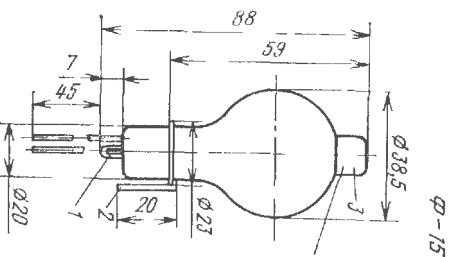
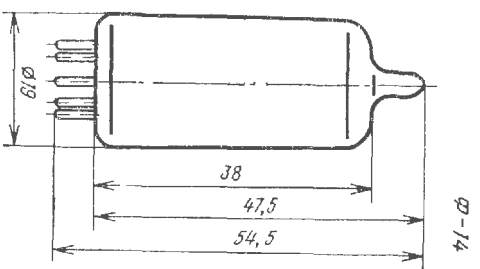
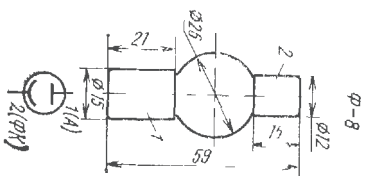
Условий эксплуатации фотоэлементов

Таблица 5.6

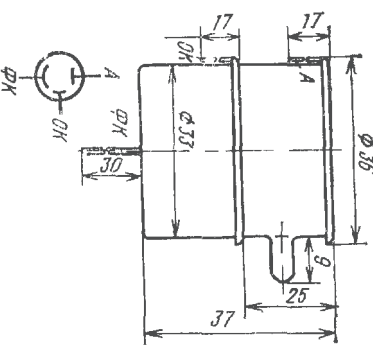
| Тип прибора | Температура окружающей среды, °С | | Относительная влажность воздуха при 25 °С, % | Гибропрочность | | Срок хранения, лет |
|-------------|----------------------------------|------------|--|---------------------|--------------------|--------------------|
| | Наибольшая | Наименьшая | | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g(м/с²) | |
| СЛВ-3 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| СЛВ-4 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| СЛВ-51 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-1 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-2 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-4 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-5 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-6 | 35 | -15 | 45... 80 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-7 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-8 | 40 | -25 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-9 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-10 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-13 | 60 | -60 | 98 (при 35 °С) | 1...200 | 6(58,8) | 4 |
| Ф-14 | 40 | -10 | 98 | 1...60 | 2(19,6) | 2 |
| Ф-15 | 50 | -10 | 98 | 1...60 | 2(19,6) | 2 |
| Ф-16 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-17 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| Ф-18 | 80 | -60 | 95...98 | 10...150 | 6(58,8) | 6 |
| Ф-21 | 50 | -40 | (при 40 °С) 95...98 | 30 | 40(392) | 4 |
| Ф-22 | 70 | -40 | (при 40 °С) 95...98 | 20...200 | 40(392) | 4 |
| Ф-23 | 50 | -40 | — | 1...80 | 5(49) | 2 |
| Ф-29 | 70 | -60 | 98 | 1...2 000 | 10(98) | 2 |
| Ф-30 | 55 | -10 | 98 | 1...60 | 2(19,6) | 2 |
| Ф-31 | 70 | -60 | 98 | 1...80 | 5(49) | 4 |
| ЛП-1 | 40 | -10 | (при 35 °С) 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| ЛП-3 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |
| ЛП-4 | 40 | -10 | 98 | 1...35 | 0,5(4,9) | 2 |



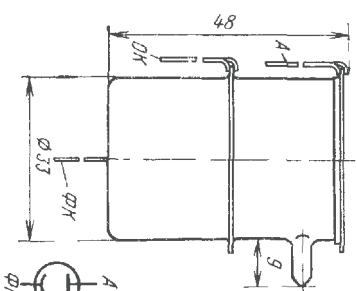




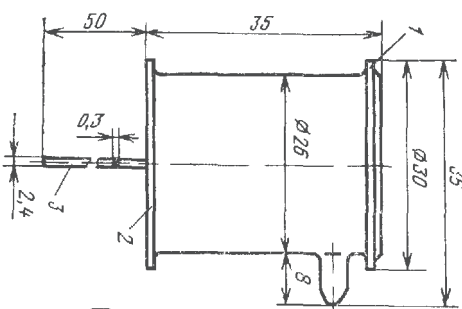
Ф-22



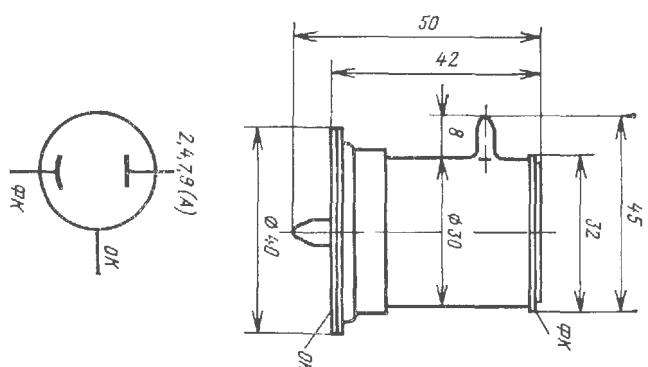
Ф-23

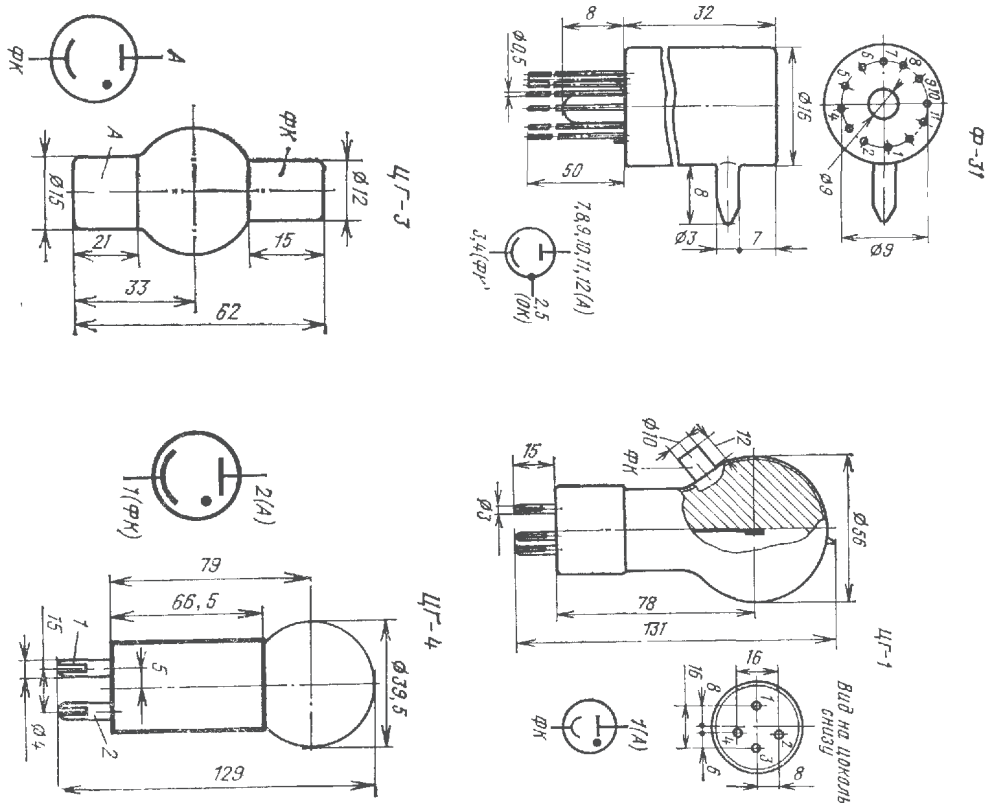


Ф-29



Ф-30





5.3. Передающие телевизионные трубки

5.3.3.1. Диссекторы

ЛИ601, ЛИ602, ЛИ603, ЛИ604К, ЛИ604К-1, ЛИ605-1,
ЛИ605-3, ЛИ606, ЛИ607, ЛИ608, ЛИ608-1, ЛИ609, ЛИ610,
ЛИ611, ЛИ612

троды патрабаваньняў прыбор гатовы к выкананню сваіх функцый), магчымасцю прымянення любога агарытма сканіравання, больш высокім (па сярэненню с другімі тыпамі перадаючых тэлевізійных трыбун) срокам службы, высокай надзейнасцю і прастотой эксплуатацыі.

Световые характеристики диссекторов линейны в большом диапазоне изменения освещенностей (на три — пять порядков). Диссекторы обеспечивают воспринятие градиант яркости, имеют абсолютный уровень «черного». Чувствительность оптико-электронной системы с использованием диссектора в узкой полосе сравнима с чувствительностью систем на основе передающих телевизионных трубок с накоплением сигнала (видикон, суперорбиткон). Благодаря низкому уровню термозамески фотокатода и совершенной конструкции вторично-электронного умножителя диссекторы имеют ярко выраженный одноканальный пик в спектре выходных импульсов. Это позволяет использовать их в устройствах без развертки в качестве порогового ФЭУ (с малым размером рабочей зоны фотокатода), не уступающих по пороговой чувствительности лучшим ФЭУ.

В частности, диссектор ЛП605-3 применяется в системах контроля линейных размеров обрабатываемых деталей. Диссекторы ЛП604К, ЛП604К-1, ЛП607, ЛП608, ЛП609, ЛП610 и ЛП612 используются при регистрации излучения точечных объектов в астрономии. В системах обработки графической информации, работающих в расстровном режиме, рекомендуются применять диссекторы ЛП605-1 и ЛП611. Для регистрации слабых световых потоков в режиме счета отдельных фотонов могут быть использованы диссекторы ЛП604К, ЛП604К-1, ЛП607, ЛП610 и ЛП612.

Типовые характеристики абсолютной чувствительности диссекторов приведены на рис. 5.1, характер разрешения по полю диссекторов показан на рис. 5.2.

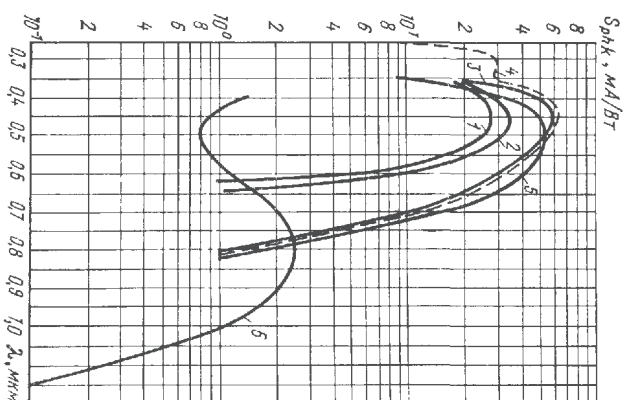


Рис. 5.1. Типовые спектральные характеристики диссекторов:

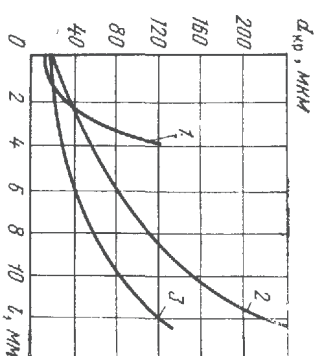


Рис. 5.2. Зависимость диаметра электроно-оптического кружка размытия от расстояния до центра фотокатода:

1 — ЛП607; 2 — ЛП604, ЛП604К-1, ЛП608, ЛП608-1, ЛП609, ЛП610 (ФОС-120); 3 — ЛП601К-1, ЛП609, ЛП610 (ФОС-АЖ4-792-004)

Основные параметры

| Тип прибора | Конструктивное исполнение выводов электродов | Материал входного окна | Размер рабочей зоны фотоэлектрода, мм | Размер вырезающего отверстия, мм | Масса, г, не более | $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | Число каскадов усиления | Тип применяемых фокусирующих и отклоняющих систем | N, лин., не менее | |
|------------------|--|------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------|
| | | | | | | | | | | в центре | на краях |
| ЛП501 | Жест-кне | — | 24×24 | 0,4 | 200 | 0,35...0,70 | 0,44...0,58 | 12 | — | — | — |
| ЛП502 | » | Умно-левое стекло | 25×15 | 12× ×0,04 | 250 | 0,20...0,50 | 0,42...0,47 | 13 | — | — | — |
| ЛП503 | » | — | 10×32 | 0,05× ×3 | 200 | 0,35...0,80 | 0,65...0,85 | 12 | — | — | — |
| ЛП504К, ЛП504К-1 | Гипне | Стекло С52-2 | 25 | 0,4× ×0,4 | 120 | 0,35...0,70 | 0,40...0,50 | 14 | ФОС-120 ФОС-121 | 125 — | 100 — |
| ЛП505-1 | » | Стекло С52-2 | 25 | 0,1 | 120 | 0,35...0,80 | 0,42...0,55 | 14 | ФОС-120 ФОС-121 | 300 300 | 250 250 |
| ЛП505-3 | » | Стекло С52-2 | 25 | 0,1×3 | 120 | 0,35...0,80 | 0,42...0,55 | 14 | ФОС-120 ФОС-121 | 300 300 | 250 250 |
| ЛП505 | » | Стекло С52-2 | 9×18 | 0,2× ×0,4 | 120 | 0,35...0,80 | 0,40...0,475 | 14 | — | 250 | 200 |
| ЛП607 | » | Стекло С50-7 | 6×6 | 0,2× ×0,2 | 100 | 0,24...0,80 | 0,425...0,500 | 14 | ФОС-120 | 125 | 100 |
| ЛП308 | » | Стекло С52-2 | 25 | 0,2 | 120 | 0,35...1,10 | 0,80 | 14 | — | 150 | 100 |
| ЛП508-1 | » | Стекло С52-2 | 25 | 0,2 | 120 | 0,35...1,10 | 0,80 | 14 | — | 150 | 100 |
| ЛП309 | » | Стекло С52-2 | 25 | 0,4× ×0,4 | 120 | 0,35...0,80 | 0,42...0,55 | 14 | ФОС-120, ФОС-121 | 125 | 100 |
| ЛП511 | » | Стекло С50-4 | 31×2 | 0,02 | 300 | 0,35...0,80 | 0,42...0,55 | 13 | — | 3500 | — |

Диссекторов

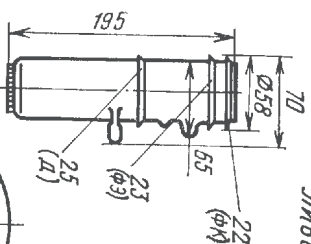
| $I_{\text{ср}}$, А, не менее (при освещенности) | ΔI , %, не более | I_{T} , А, не более | Ψ , отн. ед., не менее | $S_{\text{рпк}}$, мкА/мм, не менее | ΔT , %, не более | Γ , %, не более | $R_{\text{из}}$, МОм, не менее | |
|---|---|--|---|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| $3 \cdot 10^{-4}$ (60 лк) | — | — | — | — | — | — | 15 | 10^4 (до 10^{-10} джоулей); 1 000 (остальные) |
| $1 \cdot 10^{-4}$ (10 лк) | 40 | $1 \cdot 10^{-7}$ | — | 130 | 15 | — | 14 | 100 |
| $1 \cdot 10^{-4}$ (230 лк на ИКС-2 толщиной 2 мм) | 50 | $5 \cdot 10^{-7}$ | 20 | — | — | — | 15 | 100 |
| $3 \cdot 10^{-5}$ (1,5 лк) | 30 | $5 \cdot 10^{-8}$ (20 °С); $1 \cdot 10^{-7}$ (50 °С) | 18 (18 кГц); 1,5 (лк) (ЛП504К); 10 (ЛП504К-1) | 20 | 20 | 4 | 15 | 500 |
| $1 \cdot 10^{-5}$ (10 лк) | 40 | $5 \cdot 10^{-7}$ | 13 (18 кГц, 10 лк) | — | 20 | 4 | 15 | 500 |
| $2 \cdot 5 \cdot 10^{-5}$ (1,5 лк) | 40 | $5 \cdot 10^{-7}$ | 25 (18 кГц, 1,5 лк) | — | 20 | 4 | 15 | 500 |
| $1 \cdot 10^{-4}$ | 40 | $5 \cdot 10^{-7}$ | 28 | — | — | 4 | — | 300 |
| $6 \cdot 10^{-5}$ (10 лк) | 10 (по центральной строке); 25 (по подте) | $5 \cdot 10^{-8}$ | 25 (18 кГц, 10 лк) | — | 20 | 2 | 15 | 500 |
| $5 \cdot 10^{-5}$ | 20 (в центре); 50 (по подте) | $5 \cdot 10^{-7}$ | 45+ (18 кГц) | — | 20 | 4 | 15 | 500 |
| $2 \cdot 10^{-4}$ | 20 (в центре); 50 (по подте) | $5 \cdot 10^{-7}$ | 50+ (18 кГц) | — | 20 | 4 | 15 | 500 |
| $4 \cdot 10^{-5}$ | 20 (в центре); 40 (по подте) | *** | 20+ (18 кГц) | — | 20 | 4 | 15 | 500 |
| $4 \cdot 10^{-6}$ (100 лк) | 25 | $4 \cdot 10^{-8}$ | 10 (18 кГц, 100 лк) | — | 20 (по 10+ лк) | — | 15 | 200 |

| Тип прибора | Конструктивное исполнение выводов электродов | Материал входного окна | Размер рабочей зоны фотокатода, мм | Размер вырезающего отверстия, мм | Масса, г, не более | $\Delta\lambda$, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | Число каскадов усиления | Тип применяемых фокусирующих и отклоняющих систем | N, дин., не менее | |
|-------------|--|------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|---|-------------------|----------|
| | | | | | | | | | | в центре | на краях |
| ЛИБ10* | Гибкие | Стекло С32-2 | $\varnothing 25$ | $0,4 \times \times 0,4$ | 125 | 0,35...0,80 | 0,40...0,48 | 14 | ФЭС-120 ФЭС-121 | — | — |
| ЛИБ12* | » | Стекло С30-4 | $\varnothing 25$ | $0,4 \times \times 0,4$ | 170 | 0,35...0,80 | 0,44...0,52 | 11 | — | — | — |

Примечание. ЛП — нелинейность световой характеристики; С-н — емкость конденсаторов; Э-Э₁₊₁ — рядом расположенные электроды (1-й электрод — 1+1-й электрод).

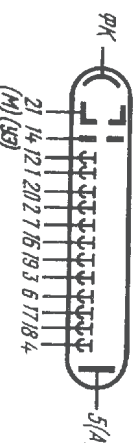
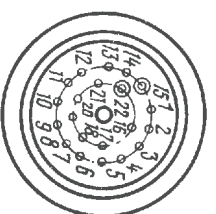
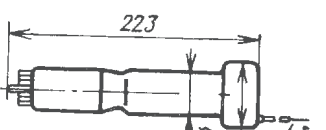
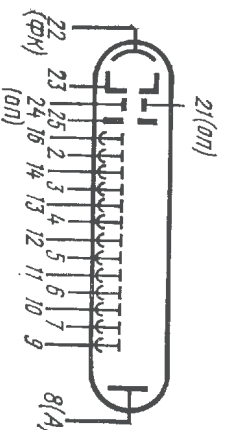
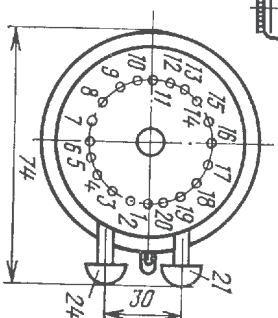
* При освещенности 50 лк на фильтре КС-17 толщиной 2 мм, установленном перед ном перед фотокатодом. *** Отношение тока сигнала к темновому току при значении

ЛИБ02



Габаритные размеры диссекторов, схемы расположения штырьков и порядок соединения их с электродами

На рисунках приняты следующие условные обозначения: ФК — фотокатод; А — анод; М — модулятор; С — сетка; ФЭ — фокусирующий электрод; ОП — отклоняющие пластинки; Д — диафрагма; УЭ — ускоряющий электрод.

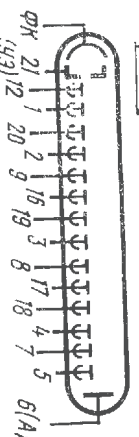
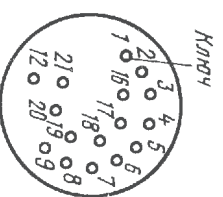
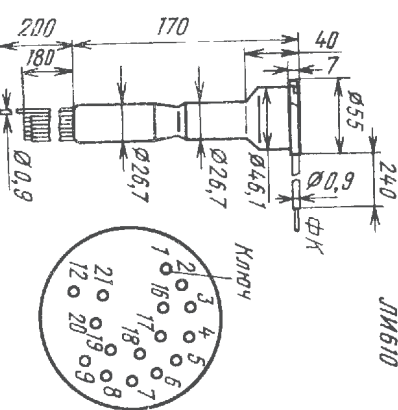


| $I_{\text{с}}$, А, не менее (при освещенности) | $\Delta I_{\text{с}}$, % не более | $I_{\text{т}}$, А, не более | Ψ , отн., не менее | S_{phk} , мкА/лм, не менее | $\Delta\eta$, % не более | Γ , %, не более | $C_{\text{к-э}}$ | $R_{\text{из}}$ МОм, не менее | |
|---|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------|-------------------------------|--------------------|
| | | | | | | | | ФК-УЭ | 1-Э ₁₊₁ |
| — | — | — | — | — | — | 4 | 15 | 500 | 1 000 |
| — | 40 | — | — | — | — | — | 15 | 500 | 1 000 |

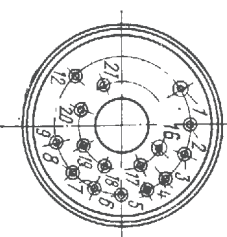
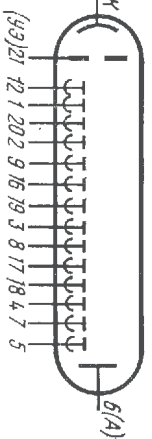
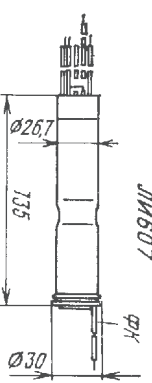
дентор — все электроды, соединенные вместе; ФК-УЭ — фотокатод — ускоряющий электрод.

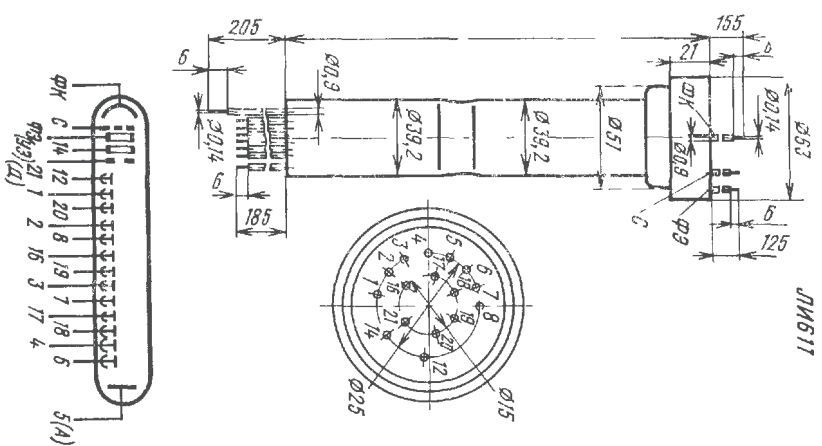
фотокатодом. ** При освещенности 10 лк на фильтре КС-17 толщиной 2 мм, установленном перед фотокатодом. *** При освещенности 50 лк на фильтре КС-17 толщиной 2 мм, установленном перед фотокатодом. **** Отношение тока сигнала к темновому току при значении

ЛИБ04-К, ЛИБ04-К-1, ЛИБ05-1, ЛИБ05-3, ЛИБ06, ЛИБ08, ЛИБ08-1, ЛИБ09, ЛИБ10



ЛИБ07





Фотоэлектрические параметры диссекторов ЛИБ10 и ЛИБ12

Наличие в конструкции диссекторов ЛИ611 и ЛИ612 прифотокатодной сетки обеспечивает им возможность работы при больших уровнях освещенностей и высокую разрешающую способность.

Сравочные данные по основным параметрам, электрическим режимам и условиям эксплуатации диссекторов представлены в табл. 5.7 . 5 10. Приведены также габаритные и присоединительные размеры, схемы расположения штырьков (выбодов) и схем соединения их с электродами.

Так как диссекторы ЛИ610 и ЛИ612 имеют кроме общих для всех диссекторов и целый ряд специфических параметров, то эти параметры выделены в табл. 5.8

| Наименование параметров | | ЛП610 | ЛП612 |
|--|--|----------------------|--|
| Скорость счета сигнальных импульсов при за- свечке от точечного источника света диамет- ром 30 мкм и мощностью 10^{-10} лм, имп/с, не менее | | $6 \cdot 10^4$ | $2,5 \cdot 10^4$ |
| Скорость счета темновых импульсов, имп/с, не более | | 100 | 80 (20°C), 300 (50°C) |
| Коэффициент усиления ВЭУ отн. ед., не менее | | $3 \cdot 10^6$ | $3 \cdot 10^5$ |
| Интеральная чувствительность фотокатода, мкА/лм, не менее | | 90 | 90 |
| Спектральная чувствительность фотокатода в максимуме спектральной характеристики, А/Вт, не менее | | $4 \cdot 10^{-2}$ | $3 \cdot 10^{-2}$ |
| Спектральная чувствительность фотокатода на длине волны 0,55 мкм, А/Вт, не менее | | $2 \cdot 10^{-2}$ | 10% ($0,7$ мкм) |
| Наклон плато счетной характеристики, %, не более | | ± 10 | 10 |
| Световой эквивалент скорости счета темновых импульсов, лм | | $2,5 \cdot 10^{-14}$ | — |
| Амплитудное разрешение одноэлектронного пика, %, не более | | 180 | — |
| Эффективность регистрации фотоэлектронов, %, не менее | | 80 | — |
| Неравномерность скорости счета в пределах рабочей зоны фотокатода, %, не более | | 25 | — |
| Кружок размытия электронно-оптической си- стемы, мкм, не более: | | | |
| в центре | | 25 | 40 |
| на краях | | 130 | 70 |
| Структура прифотокатодной сетки, лин/мм | | — | 30 |
| Эквивалентная полоса, МГц | | — | 15 |
| Клиновидность входного окна, угл. мин | | — | 5 |
| Неплоскостность внутренней поверхности входного окна, мкм | | — | 1 |

Рабочие режимы и условия эксплуатации диссекторов

| Тип прибора | Нормальные электрические режимы эксплуатации | | | | | Предельные электрические режимы эксплуатации | | | | | | | | | |
|----------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------|---|---|--|---------------------------------------|--------------------------------|---|--|--|---|--|---------------------------------------|--|
| | Напряжение питания общее, В (ток сигнала) | Напряжение на ускоряющем электроде, В | Напряжение на первом диноде, В | Напряжения между соседними динодами, В | Напряжение между последним динодом и коллектором, В, не менее | Напряжение питания общее, В | Напряжение на ускоряющем электроде, В | Напряжение на первом диноде, В | Освещенность на фотокатоде при кратковременной работе, лк | Освещенность на фотокатоде в нерабочем состоянии, лк | Освещенность при длительной работе, лк, не более | Средний ток сигнала при кратковременной работе, мкА, не более | Средний ток сигнала при длительной работе, мкА, не более | Напряжение на коллекторе, В, не менее | |
| ЛИИ601 | 2000 2 100 | 550 | 390 | 140 | 70...80 | 2 100 | — | — | — | — | 100; 1 500 (кратковременно) | 5 000 | 200 | — | |
| ЛИИ602 | 6 000 13 000 | — | — | — | — | 14 000 | 6 000 | — | 750 мкВт (2 мин) | 2 500 мкВт | 25 мкВт | 1 000 | 150 | — | |
| ЛИИ603 | 1 300 2 300 | 550 | 390 | 140 | 75 | 2 300 | — | — | 1 000 (2 мин) | — | 50 | 5 000 | 250 | 50 | |
| ЛИИ604К ЛИИ604К-1 | 2 200 (≤100 мкА) | 500 | 400 | 133 | 70 | 2 300 | 550 | 410 | 2,8 10 ³ (2 мин) | 1·10 ³ (5 мин) | — | 500 | 100 | — | |
| ЛИИ605-1 | 2 200 (≤200 мкА) | 500 | 400 | 133 | 70 | 2 200 | 550...350 | 410...300 | 5 10 ³ (2 мин) | 1 10 ³ (5 мин) | 100 | 500 | 100 | 70 | |
| ЛИИ605-3 | 2 200 (≤100 мкА) | 500 | 400 | 133 | 70 | 2 300 | 550...350 | 410...300 | 1·10 ³ (2 мин) | 1·10 ³ (5 мин) | 10 | 500 | 100 | — | |
| ЛИИ606 | 2 200 | 500 | 400 | 130 | 70 | 2 300 | 300...500 | 500...300 | 3 000 (2 мин) | 10 ³ (5 мин) | 10 | — | 100 | — | |
| ЛИИ607 | 2 200 (≤60 мкА) | 500 | 400 | — | 70 | 2 300 | 500...300 | 500...300 | 7,5 10 ³ (2 мин) | 10 ³ (5 мин) | 15 | 500 | 100 | 70 | |
| ЛИИ608 | 1 700...2 200 (≤50 мкА) | 500 | 400 | 133 | 70 | 2 300 | 550...350 | 410...300 | 3 10 ³ (2 мин) | 10 ³ (5 мин) | 100 (≤100 мкА) | — | — | 70 | |
| ЛИИ608-1 | 1 700...2 200 (≤200 мкА) | 500 | 400 | 133 | 70 | 2 300 | 550...350 | 410...300 | 3 10 ³ (2 мин) | 10 ³ (5 мин) | 100 (≤100 мкА) | — | — | 70 | |
| ЛИИ609 | 2 200 (≤100 мкА) | 500 | 400 | 145...155 (1-й...3-й); 125...135 (3-й...14-й) | 70 | 2 300 | 500...300 | 500...200 | 3 10 ³ | 10 ³ (5 мин) | 100 | 1 000 | 100 | — | |
| ЛИИ610 | 2 200 | 500 | 400 | 150 (1-й...3-й); 130 (3-й...14-й) | 70 | 2 300 | 550 | 410...300 | — | — | 0,2 | 500 | 100 | — | |
| ЛИИ611 | 2 200 | — | — | 145 | 70 | 2 300 | — | — | — | — | 150 | — | — | — | |
| ЛИИ612 | 2 200 | 650 | 400 | 130 | 70 | 2 300 | 1 000 350 | 410...300 | — | 1·10 ³ (5 мин) | 0,2 | 500 | 100 | — | |

Скопирование табл. 5.3

| Тип прибора | Условия эксплуатации | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------|--|--|--|---------------------|------------------------------------|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|
| | Диапазон рабочих температур, °C | Относительная влажность окружающего воздуха при 35 °C, % | Пониженное давление окружающей среды, мм рт.ст. (Па) | Повышенное давление окружающей среды, мм рт.ст. (Па) | Многократные удары | | Ускорение при линейных нагрузках, g (м/с²) | Вибропрочность | | Виброустойчивость | | Акустические шумы | Одиночные удары, g (м/с²) |
| | | | | | Ускорение, g (м/с²) | Длительность ударного импульса, мс | | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с²) | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с²) | | |
| ЛИ-91 | -60...+70 | 98 | 400 (5,3 10⁴) | — | 75(735) | — | — | 5...600 | 7,5(73,5) | 5...200 | 4(39,2) | — | 150(1470) |
| ЛИ602 | -60...+85 | 98 | — | — | 15(147) | — | — | 10...80 | 5(49) | — | — | — | — |
| ЛИ603 | 30...+50 | 98 | 400 (5,3 10⁴) | — | 75(735) | — | — | 5...600 | 7,5(73,5) | — | — | — | 150(1470) |
| ЛИ604К ЛИ604К-1 | -60...+70 | 98 | 400 (5,3 10⁴) | 2250 (3·10⁵) | 40(392) | 2...10 | 150 (1547) | 1...2000 | 10(98) | 1...2000 | 10(98) | 50...10000 Гц, 140 дБ | 150 (1...3 мс) |
| ЛИ605-1 | 60...+70 | 98 | 15 (2 10⁸) | 2250 (3 10⁵) | 40(392) | 2...10 | 150 (1547) | 1...2000 | 10(98) | 1...2000 | 10(98) | 50...10000 Гц, 140 дБ | 150 (1...3 мс) |
| ЛИ605-3 | +15...+35 | 98 | — | — | 15(147) | 15 | — | — | — | 1...200 | 5(49) | — | — |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|----|---------------------------|-------------------|---------|--------|------------|-----------|---------|-----------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| ЛИ606 | -60...+60 | 98 | 15 (2 · 10⁸) | — | 35(345) | — | 150(1 470) | 5...2 000 | 10(98) | 5...80 | 6(51) | — | 150(1 470) |
| ЛИ607 | -60...+70 | 98 | 15 (2 · 10⁸) | 2250 (3 · 10⁵) | 40(392) | 2...10 | 150(1 470) | 1...2 000 | 15(147) | 1...80 | 6(51), 40(392) (100 ударов) | — | 1 000 (9,8 · 10⁴) (0,2...1 мс) |
| ЛИ608 | -60...+60 | 98 | 15 (2 · 10⁸) | 2250 (3 · 10⁵) | 40(392) | 2...10 | 150(1 470) | 1...2 000 | 10(98) | 1...2 000 | 10(98) | 50...10 000 Гц, 140 дБ | 150(1 470) (1...3 мс) |
| ЛИ608-1 | -60...+60 | 98 | 15 (2 · 10⁸) | 2250 (3 · 10⁵) | 40(392) | 2...10 | 150(1 470) | 1...2 000 | 10(98) | 1...2 000 | 10(98) | 50...10 000 Гц, 140 дБ | 150(1 470) (1...3 мс) |
| ЛИ609 | -60...+70 | 98 | 15 (2 · 10⁸) | 2250 (3 · 10⁵) | 40(392) | 2...10 | 150(1 470) | 1...2 000 | 10(98) | 1...2 000 | 10(98) | 50...10 000 Гц, 140 дБ | 150(1 470) (1...3 мс) |
| ЛИ610 | -60...+55 | 98 | 1 · 10⁻⁶ (1,33 · 10⁻⁴) | 2250 (3 · 10⁵) | 40(392) | 2...10 | 150(1 470) | 1...2 000 | 10(98) | 1...2 000 | 10(98) | — | 150(1 470) (1...3 мс) |
| ЛИ611 | -60...+70 | 98 | 400 (5,3 · 10⁴) | 2250 (3 · 10⁵) | 40(392) | 1...3 | 25(245) | 1...2 000 | 10(98) | 1...200 | 5(49) | — | 150(1 470) (2...10 мс) |
| ЛИ612 | -60...+70 | 98 | 1 · 10⁻⁶ (1,33 · 10⁻⁴) | 2250 (3 · 10⁵) | 40(392) | 2...10 | 150(1 470) | 1...2 000 | 10(98) | 1...200 | 10(98) | 50...10 000 Гц, 140 дБ | 150(1 470) (1...3 мс) |

**ЛИ201, ЛИ204, ЛИ207, ЛИ211, ЛИ212М,
ЛИ214, ЛИ214-1, ЛИ217, ЛИ218, ЛИ221,
ЛИ222, ЛИ223, ЛИ224, ЛИ225, ЛИ226-1,
ЛИ227, ЛИ228, ЛИ230, ЛИ231, ЛИ232,
ЛИ232-1, ЛИ233, ЛИ234, ЛИ235, ЛИ235-1, ЛИ236,
ЛИ237, ЛИ238, ЛИ239, ЛИ240, ЛИ801, ЛИ802, ЛИ804**

Среди передающих телевизионных трубок суперортиконы обладают высокой чувствительностью и обеспечивают высокое качество телевизионного изображения. Они используются в аппаратуре со стандартным (625 строк, 25 кадров/с) и нестандартным режимами разложения. Большое разнообразие применяемых фотокатодов позволяет применять суперортиконы в различных диапазонах спектра. Суперортиконы, сочлененные с ЭОП (ЛИ217), обладают наиболее высокой чувствительностью и позволяют осуществлять внестудийные передачи даже в темное ночное время.

В вещательном телевидении используются следующие типы суперортиконов: ЛИ201, ЛИ204, ЛИ213, ЛИ218, ЛИ219, ЛИ219-1, ЛИ215, ЛИ216, ЛИ221, ЛИ222, ЛИ227, ЛИ233, ЛИ234. Ряд типов приборов (ЛИ217, ЛИ228, ЛИ233, ЛИ234) пригодны для ведения внестудийных вещательных передач.

Задачи прикладного телевидения решаются с использованием суперортиконов ЛИ204, ЛИ207, ЛИ212М, ЛИ214, ЛИ225, ЛИ226-1, ЛИ233, ЛИ234.

Применение в суперортиконах ЛИ207, ЛИ227, ЛИ228, ЛИ231, ЛИ233, ЛИ234 мишеней из стекла с электронной проводимостью позволяет длительное время проецировать на их фотокатод неподвижные изображения, не опасаясь «выжигания». Это обеспечивает высокую стабильность параметров в процессе эксплуатации трубок и более высокую долговечность.

Суперортиконы ЛИ204 рекомендуется применять в передающих телевизионных камерах с малыми скоростями развертки, ЛИ207 — в телевизионных камерах для подводного наблюдения, так как эти приборы обладают повышенной контрастной чувствительностью и улучшенной равномерностью фона изображения. Суперортиконы ЛИ212 целесообразно применять тогда, когда необходимо создать специальную малогабаритную передающую телевизионную камеру, работающую в режиме непрерывного и кратковременного накопления в стандартном режиме разложения.

Поскольку суперортиконы обладают высокой чувствительностью, то они могут применяться для создания телевизионных передающих камер, работающих при низком уровне освещенности (при лунном и даже звездном освещении).

Повышение чувствительности суперортиконов достигнуто за счет изоконного считывания, получаемого при использовании в секции коммутации разделительного устройства, обеспечивающего сбор рассеянных электронов (ЛИ801, ЛИ802, ЛИ804).

Справочные данные по основным параметрам, электрическим режимам работы и условиям эксплуатации суперортиконов представлены в табл. 5.11 и 5.12. Приведены также габаритные и присоединительные размеры, схемы расположения штырьков (выводов) и схемы соединения их с электродами.

Основные параметры

| Тип прибора | Конструктивное исполнение выводов | Размер фотокатода, мм | Масса, г, не более | Диапазон спектральной чувствительности фотокатода, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | Рекомендуемый тип фокусирующей и отклоняющей систем | Освещенность фотокатода, лк | I_c , мкА | λ , нм | |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------|--|-------------------------------|---|---|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | | | | | | | в центре | в углах |
| ЛП201 | Жест-кле | 24×32 | 400 | 0,4 0,7 | 0,45 0,58 | — | 1,3 | 10 80 | 625 | — |
| ЛП204 | Цо-коль | 24×32 | 450 | 0,4 0,7 | 0,40 0,55 | — | 5 | 4 20 | 800 | — |
| ЛП207 | Жест-кле | 28×28 | 400 | 0,4 0,7 | 0,47 0,57 | ФОС-6, ФОС-23, ФОС-401 | 0,5 + 2,5 лк зависит | 10 1,8 | 625 | 500 |
| ЛП211 | То же | 24×32 или 28×28 | 400 | 0,4 0,7 | 0,44 0,55 | — | 5 10 ⁻⁴ 5 | 1 200 | 400 625 | 200 625 |
| ЛП212М | — | 12×16 | 120 | 0,4 0,7 | 0,40 0,50 | ФОС-101, ФОС-101а | 0,5 | 3 30 | 600 | 400 |
| ЛП214 | — | 24×32 или 28×28 | 500 | 0,4 0,75 | 0,45 0,55 | — | 5 10 ⁻⁴ 5 10 ⁻⁴ 5 | 0,3 0,8 150 | 300 550 1000 | 150 300 600 |
| ЛП214-1 | — | 24×32 или 28×28 | 500 | 0,40 0,75 | 0,45 0,55 | — | 5 10 ⁻⁴ 5 | He-Ne 1, He-Ne 200 | 400 625 | — |
| ЛП217 | — | 24×32 или 28×28 | 500 | 0,40 0,75 | 0,475 0,50 | ФОС-38 | 5 10 ⁻⁶ 1 10 ⁻² | 0,8 150 | 300 600 | 150 |
| ЛП218 | — | 24×32 | 500 | — | 0,44 0,52 | — | 0,3 | 20 50 | 625 (сред- няя) | 600 (сред- няя) |
| ЛП221 | В цо-коле | 24×32 | 1 100 | — | 0,44 0,50 | — | 1,8 | 20 100 | — | — |
| ЛП222 | То же | 24×32 | 1 100 | — | 0,44 0,50 | — | 0,9 | 10 60 | — | — |
| ЛП223 | — | 24×32 | 1 100 | — | 0,44 0,50 | — | 1,8 | 30 100 | — | — |
| ЛП224 | — | 24×32 | 1 100 | — | 0,44 0,50 | — | 0,9 | 20 100 | — | — |
| ЛП225 | — | 24×32 | 500 | 0,4 0,7 | 0,45 0,525 | ФОС-38 | 0,3 | 10 100 | — | — |
| ЛП226-1 | — | 24×32 | 500 | 0,4 0,7 | 0,45 0,525 | ФОС-38 | 0,1 | 10 40 | — | — |
| ЛП227 | — | 24×32 | 1 100 | 0,4 0,7 | 0,44 0,50 | ФОС-100 | 1,2 | 40 100 | 625 | 625 |
| ЛП228 | — | 24×32 | 1 100 | 0,4 0,7 | 0,44 0,50 | ФОС-100 | 0,6 | 40 100 | 625 | 625 |
| ЛП230 | Жест-кле | 62×62 | 1 000 | — | 0,40 0,50 | — | 5 10 ⁻⁷ 1 10 ⁻⁸ | 2 — | 500 1 000 | 200 400 |

Суперорбитонов

| Ф, отп ед (в полосе частот, МГц), не менее | λ , нм, не менее | Γ , %, не более | H_{I_c} , %, не более | m_c , %, не менее, на отметке 400 нм | Время готовности, мин, не более | Минимальная долговечность, ч | Критерии долговечности |
|--|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--|---------------------------------|------------------------------|---|
| 27 | 9 | 3 | — | — | 30 | 300 | Размах сигнала 10 мкА, $\lambda \geq 625$ нм |
| 16(2) | 7 | 3 | 10 | 25 (800 нм) | 7 | 503 | Размах сигнала 1,6 мкА, $m_c \geq 20\%$ (на 800 нм), чистого полутонов ≥ 7 |
| 3 (7,3) | 8 | 3 | 10 | — | 30 | 1 000 | Ток сигнала ≥ 8 мкА, 1,8 мкА при 0,5 лк и засветке 2,5 лк, $V_l \geq \geq 450$ лин |
| 1,2 15 | 3 7 | 3 | — | — | 3 | 500 | Ток сигнала 0,8 мкА (5 10 ⁻⁴ лк), $N_{II} \geq \geq 300$ лин (5 10 ⁻⁴ лк) |
| 10 (7,3) | 6 | 6 | — | — | 20 | 500 | Ток сигнала 2,5 мкА, $N_{II} \geq \geq 500$ лин $N_{II} \geq \geq 350$ лин |
| 1 (6,5) 1,5 (6,5) 18 (6,5) | 3 7 | 3 | — | — | 5 | 500 | $\lambda_{II} \geq 750$ лин (5 лк), $\lambda_{II} \geq 225$ лин (5 10 ⁻⁶ лк) |
| 1,2 (6,5), 20 (6,5) | — | 3 | — | — | 5 | 500 | $\lambda_{II} \geq 750$ лин (5 лк), $\lambda_{II} \geq 225$ лин (5 10 ⁻⁶ лк) |
| 1,2 (7,3), 10 (7,3) | 3 7 | 7 | — | — | 5 | 1 000 | Ток сигнала 0,6 мкА (5 10 ⁻⁶ лк) |
| 25 | 8 | 2 | 12,5 | 50 (в центре), 30 (в углах) | 20 | 300 | Ток сигнала ≥ 10 мкА, $N_{II} \geq 600$ лин |
| 6 (7,3) | — | 2 | ± 10 | 65 (в центре), 60 (в углах) | 30 | 500 | $m_c \geq 50\%$, $I_{cII} \geq 50$ |
| 45 (7,3) | — | 2 | ± 10 | 65 (в центре), 60 (в углах) | 30 | 500 | $m_c \geq 50\%$, $I_{cII} \geq 50$ |
| 75 | — | 2 | ± 10 | 80 (в центре), 70 (в углах) | — | 500 | $m_c \geq 65\%$, $I_{cII} \geq 65$ |
| 50 | — | 2 | ± 10 | 80 (в центре), 70 (в углах) | — | 500 | $m_c \geq 60\%$, $I_{cII} \geq 45$ |
| 50 (7,3) | 8 | 2 | — | 50 (в центре), 40 (в углах) | 30 | 1 200 | Ток сигнала 10 мкА (0,3 лк), $m_c \geq 15\%$ |
| 32 (7,3) | 8 | 2 | — | 50 (в центре), 40 (в углах) | 30 | 1 200 | Ток сигнала 10 мкА (0,1 лк) |
| 80 (7,3) | — | 2 | 10 | 75 (в центре), 65 (в углах) | 5 | 1 503 | $m_c \geq 65\%$, $I_{cII} \geq 60$ |
| 60 (7,3) | — | 2 | 10 | 75 (в центре), 65 (в углах) | 5 | 1 500 | $m_c \geq 65\%$, $I_{cII} \geq 33$ |
| 15 | — | 5 (10 ⁻⁶ лк) | — | — | 5 | 500 | $N_{II} \geq 375$ лин (5 10 ⁻⁷ лк), ток сигнала $\geq 1,6$ мкА (5 10 ⁻⁷ лк) |

| Тип прибора | Конструктивное исполнение выводов | Размер фотокатода, мм | Масса, г, не более | Диапазон, спектральной чувствительности фотокатода, мкм | $\lambda_{\text{макс}}$, мкм | Рекомендуемый тип фокусирующей и отклоняющей систем | Освещенность фотокатода, лк | I_c , мкА | N , лин | |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------|---|-------------------------------|---|--|-------------|--|------------|
| | | | | | | | | | в центре | в углах |
| ЛП1231 | В по- коле | 24×32 или 28×28 | 500 | — | 0,14 0,52 | ФОС-38 | 3,2 | 20 80 | 450 | — |
| ЛП1232 ЛП1232-1 | То же | 28×28, 24×32 (ЛП1232-1) | 550 | — | 0,44 0,52 | — | 1,5 | 10 50 | 900 625 (ЛП1232-1) | 900 |
| ЛП1233 | — | 24×32 | 500 | 0,4 0,7 | 0,44 0,52 | ФОС-401 ФОС-38 | 3,3 | 50 | 625 | 575 |
| ЛП1234 | — | 24×32 | 500 | 0,4 0,7 | 0,44 0,52 | ФОС-401 ФОС-38 | 0,1 | 30 | 625 | 575 |
| ЛП1235 ЛП1235-1 | — | 24×32 | — | — | — | — | 0,2 0,01 | 30 80 | 625 450 | — |
| ЛП1236 | — | 15×45 | 450 | — | 0,45 0,56 | — | 5 40 | 10 30 | 500 | — |
| ЛП1237 | — | 24×32 | 450 | 0,4 0,7 | 0,40 0,52 | — | 1 10 ⁻³ 7 10 ⁻³ 1 10 ⁻⁸ 1 10 ⁻¹ | 20 50 | 625 (300) 400 при 1 10 ⁻³ (лк) | 550 |
| ЛП1238 | Жест- кие | 5×22 | 120 | — | 0,45 0,50 | — | 50 | 5 20 | — | — |
| ЛП1239 | В по- коле | 24×32 | 120 | — | 0,45 0,50 | — | 0,5 | 35 100 | 625 | — |
| ЛП1240 | То же | 24×32 | 450 | — | 0,10 0,525 | — | 1 10 ⁻³ 7 10 ⁻³ | 20 50 | 625 (7× 10 ⁻³ лк) 450 (1× 10 ⁻³ лк) | 550 |
| ЛП1801 | Жест- кие | 28×28 или 24×32 | 500 | — | 0,45, 0,55 | ФОС-38 ФОС-34 | 1 10 ⁻² | 30 | 625 | 450 |
| ЛП1802 | То же | 24×32 | 500 | — | 0,475, 0,525 | — | 1 10 | 20 50 | 600 | 450 |
| ЛП1804 | — | 28×28 | 600 | — | 0,45, 0,53 | — | 5 10 ⁻⁴ 5 10 ⁻⁴ | 10 30 | 500 600 | 250 400 |

* При освещенности $5 \cdot 10^{-4}$ лк $N_{\text{л}} \geq 300$ лин, $N_{\text{уг}} \geq 150$ лин; $I_c \geq 5$ мкА; $I_c/I_{\text{ш}} \geq 3$ (в белом); $I_c/I_{\text{ш}} \geq 15$ (в белом); $I_c/I_{\text{ш}} \geq 50$ (в черном) Интерсционность $\leq 20\%$

| Ф, оти ед (в полосе частот, МГц), не менее | n , шт, не ме- нее | Γ , %, не бо- лее | H_{I_c} , %, не более | m_c , %, не ме- нее, на отме- тке 400 лин | Время готов- ности, мин, не более | Минимальная долговеч- ность, ч | Критерии долговечности |
|---|-------------------------|-----------------------------|---|---|---|--------------------------------------|---|
| 30 (7,3) | — | 3 | — | 50 | 5 | 1 200 | Ток сигнала 15 мкА (0,2 лк) $m_c \geq 40\%$ (в центре) |
| 30 (7,3) | 9 | 3 | — | 50 (в центре для ЛП1232-1) | 20 | 1 000 (2,5 лк) | Ток сигнала 10 50 мкА, $N_{\text{л}} \geq$ ≥ 800 лин, $I_c/I_{\text{ш}} \geq 25$ |
| 42 (7,3) | — | 3 | $\pm 12,5$ | 30 (в углах) 50 (в центре) | 30 | 1 000 | Ток сигнала 20 мкА (0,7 лк), $N_{\text{л}} \geq 250$ лин |
| 28 (7,3) | — | 2 | $\pm 12,5$ | 30 (в углах), 50 (в центре) | 30 | 1 000 | Ток сигнала 20 мкА (0,3 лк), $N_{\text{л}} \geq 625$ лин |
| 30 (7,3) | — | 3 | — | 50 (в центре) | 30 | 1 000 | Ток сигнала 20 мкА (0,3 лк), $N_{\text{л}} \geq 625$ лин |
| — | 7 | — | 15 | 25 (в центре на 1 200 лин), 25 (на краях строки на 100 лин) | 3 | 500 | Ток сигнала ≥ 8 мкА $m_c \geq 20\%$ (1 200 лин), $m_c \geq 20\%$ (1 000 лин) |
| 23 25 | — | 2 | 20 (в се- роне), 10 (в тем- ном) | 50 (в центре) 25 - 30 (в углах) | 3 | 1 000 | Ток сигнала ≥ 15 мкА, $m_c \geq 40\%$, $m_c \geq$ $\geq 20\%$, $I_c/I_{\text{ш}} \geq 20$, $N_{\text{л}} \geq 300$ лин |
| — | 7 | — | 40 (в диа- пазоне 5, 50 лк), 20 (в диа- пазоне 10 50 лк) | 25 (в центре на 600 лин) | 3 | 500 | Ток сигнала 4 30 мкА, $m_c \geq 20\%$ (600 лин) |
| 60 (7,3) | — | 3 | 12,5 | 60 (в центре) | — | — | — |
| 35 | — | — | 15 | 50 (в центре) 30 (в углах) | 3 | 1 000 | Ток сигнала ≥ 50 мкА, $N_{\text{л}} \geq 300$ лин (1 10 ⁻³ лк), $m_c \geq 40\%$ $m_c \geq 25\%$, $I_c/I_{\text{ш}} \geq 30$ |
| 60 (7,3) в черном; 20 (7,3) в белом | — | 3 | — | — | 5 | 1 000 | Ток сигнала ≥ 30 мкА (1 10 ⁻² лк), $N_{\text{л}} \geq$ ≥ 500 лин |
| 65 (7,3) в черном; 30 (7,3) в белом | — | 3 | 12 | — | — | 1 000 | Ток сигнала 20 50 мкА, $N_{\text{л}} \geq$ ≥ 500 лин, $N_{\text{л}} \geq$ ≥ 350 лин, $I_c/I_{\text{ш}} \geq 25$ (в белом) |
| 4 (7,3) в белом; 20 (7,3) в белом | — | 5 | — | — | 3 (5·10 ⁻⁴ лк) | 1 000 | — |

белом), $I_c/I_{\text{ш}} \geq 6$ (в черном) При освещенности $5 \cdot 10^{-4}$ лк, $N_{\text{л}} \geq 500$ лин, $N_{\text{уг}} \geq 300$ лин, $I_c \geq$
(5 10⁻⁴ лк).

Рабочие режимы и условия эксплуатации суперорбитонов

| Тип прибора | Напряжение накала, В | | Ток накала, А | Напряжения В | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------|------------|---------------|--|------------|------------|---------------|------------|-------------------------|------|---------------------------|-----|-------------------------|---------------|------------|-----------|------|---------------|------|----|----|
| | наибольшее | наименьшее | | на фотокатоде | на аноде | | на коллекторе | | на ускоряющем электроде | | на фокусирующем электроде | | на тормозящем электроде | на модуляторе | | на мишени | | | | | |
| | | | | | наибольшее | наименьшее | наибольшее | наименьшее | | | | | | рабочее | запирочное | | | | | | |
| ЛИ201 | 6,9 | 5,7 | 0,57 ± 0,06 | 240 | 150 | 290 | 280 | 1550 | 1450 | -200 | 450 | 50 | 300 | 80 | 300 | -130 | 0 | -5 | -150 | -3 | +5 |
| ЛИ204 | 6,9 | 5,7 | 0,08 0,1 | 300 | 450 | 300 | 280 | 1550 | 1450 | -150 | 350 | 7 | 140 | 0 | 150 | -5 | -90 | -15 | -100 | -3 | +5 |
| ЛИ207 | 6,9 | 5,7 | 0,54 0,66 | -240 | 450 | 290 | 280 | 1550 | 1450 | -150 | -400 | 150 | 270 | 0 | 150 | -5 | -90 | Не более -100 | | -3 | +5 |
| ЛИ211 | 6,9 | 5,7 | 0,54 0,63 | -300 | -800 | 300 | 280 | 2100 | 2000 | -450 | -750 | 100 | 300 | 0 | 200 | 0 | 150 | 50 | | -3 | +5 |
| ЛИ212М | 6,9 | 5,7 | 0,08 0,1 | -200 | -400 | 290 | 280 | 1850 | 1750 | -100 | -300 | 100 | 300 | 0 | 150 | -5 | -100 | -10 | -100 | -5 | +5 |
| ЛИ214 ЛИ214-1 | 6,9 | 5,7 | 0,54 0,66 | 500 | -800 | 300 | 280 | 2100 | 2000 | -450 | -750 | 100 | 300 | 0 | 200 | 0 | 150 | | | 5 | +5 |
| ЛИ217 | 6,9 | 5,7 | 0,08 0,1 | 12 — 15 (входной) — 600 — 1000 (выходной) | | 300 | 280 | 2100 | 2000 | -450 | -800 | 100 | 300 | 0 | 200 | 0 | 150 | 40* | | -3 | +5 |
| ЛИ218 | 6,9 | 5,7 | 0,08 0,1 | -240 | -450 | 290 | 280 | 1500 | 1450 | -200 | -400 | 100 | 240 | 0 | 300 | -25 | 90 | -100 | | -3 | +5 |
| ЛИ221 | 6,9 | 5,7 | 0,08 0,1 | -500 | 600 | 300 | 280 | 1500 | 1250 | -250 | -500 | 90 | 130 | 0 | 150 | -5 | -80 | -25 | -100 | 2 | 5 |
| ЛИ222 | 6,9 | 5,7 | 0,08 0,1 | -500 | -600 | 300 | 280 | 1500 | 1250 | -250 | -500 | 90 | 130 | 0 | 150 | -5 | 80 | -25 | -100 | 2 | 5 |
| ЛИ223 | 6,9 | 5,7 | 0,08 0,1 | -500 | -600 | 300 | 280 | 1500 | 1250 | 250 | -500 | 90 | 130 | 0 | 150 | -5 | 80 | -25 | -100 | 2 | 5 |
| ЛИ224 | 6,9 | 5,7 | 0,08 0,1 | -500 | -600 | 300 | 280 | 1500 | 1250 | 250 | -500 | 90 | 130 | 0 | 150 | -5 | 80 | 25 | -100 | 2 | 5 |
| ЛИ225 | 6,9 | 5,7 | 0,08 0,1 | -240 | -450 | 290 | 280 | 1500 | — | -150 | 450 | 80 | 300 | — | — | -5 | -130 | -10 | -150 | 3 | +5 |
| ЛИ226-1 | 6,9 | 5,7 | 0,08 0,1 | -240 | -450 | 290 | 280 | 1800 | 1500 | -150 | -450 | 80 | 300 | 50 | 300 | -5 | -130 | -10 | -150 | -3 | +5 |
| ЛИ227 ЛИ228 | 6,9 | 5,7 | 0,08 0,1 | -500 | 600 | — | 280 | 1350 | 1250 | -250 | 500 | 90 | 130 | 0 | 150 | -5 | -80 | -25 | -100 | 3 | |

Продолжение табл. 5.12

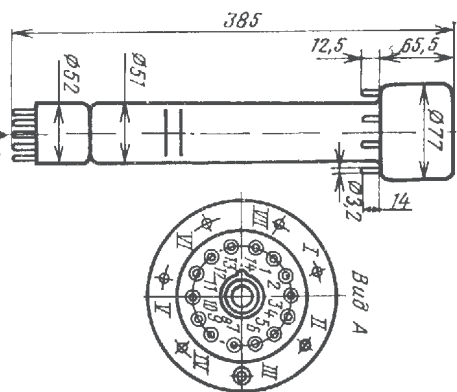
| Тип прибора | Напряжение Р на цилиндрической умножителе | Условия эксплуатации | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---------------------------------|---|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---|
| | | Диапазон рабочих температур, °С | Относительная влажность воздуха при 40°С, % | Пониженное давление мм рт.ст. | Многokратные удары | | Вибропрочность | | Виброустойчивость | | Линейные нагрузки, g (м/с²) | Рабочая освещенность фотокатода лк | Срок хранения мостов, лет | |
| | | | | | Ускорение, g (м/с²) | Длительность ударного импульса мс | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с²) | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с²) | | | | |
| ЛИ201 | 200 300 | 35 60 | 95 98 | — | 12(118) | — | 20 200 | 4(39) | — | — | — | — | — | — |
| ЛИ204 | 200 300 | 35 60 | 100(35 °С) | 5 | 40(392) | — | 1 1000 | 10(98) | 1 300 | 4(39) | 25(245) | 5 40 | 8 | |
| ЛИ207 | 200 280 | 35 60 | 95 98 | 400 | 35(343) | 40 $\frac{УД}{мин}$ | 2 200 | 1,6 (15,7) 5,0 (49) | 20 200 | 0,4 (3,9) | — | 0,5 3 | 8 | |
| ЛИ211 | 200 300 | 20 30 | 95 98 | 15 | 75(73°) | — | 5 600 | 7,5(73,5) | 5 50 5 200 | 1(9,8), 0,4(3,9) | — | 5 10 ⁻⁴ 5 | 8 | |
| ЛИ212М | 200 300 | 30 60 | 100(35 °С) | 33 | 40(392) | 2 10 | 1 200 | 5(49) | 1 200 | 5(49) | — | 0,1 5 | 12 | |
| ЛИ214 ЛИ214-1 | 200 300 | 20 30 | 95 98 | 400 | 35(343) | — | 5 600 | 7,5(73,5) | 5 200 | 4(39) | — | 5 10 ⁻⁵ 5 | 8 | |
| ЛИ217 | 200 300 | 25 35 | 95 98 | 400 | 35(343) | 4 10 | 20 600 | 7,5(73,5) | 5 200 | 1(9,8) | — | 5 10 ⁻⁶ 1 10 ⁻⁴ | 8 | |
| ЛИ218 | 200 350 | 35 60 | 95 98 | 400 | 12(118) | — | 5 200 | 4(39) | — | — | — | До 0,3 | — | |
| ЛИ221 | 250 300 | 35 60 | 95 98 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 9 | |
| ЛИ222 | 250 300 | 35 60 | 95 98 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | |
| ЛИ223 | 250 300 | 35 60 | 95 98 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | |
| ЛИ224 | 250 300 | 35 60 | 95 98 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | |
| ЛИ225 | 200 300 | 35 60 | 95 98 | — | 12(118) | 40 $\frac{УД}{мин}$ | 20 200 | 4(39) | — | — | — | 0,3 1 5 | — | |
| ЛИ226-1 | 200 300 | 35 60 | 95 98 | — | 12(118) | — | 20 200 | 4 (39) | — | — | — | 0,1 | — | |
| ЛИ227 ЛИ228 | 250 300 | 35 60 | 95 98 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | |

| Тип прибора | Напряжение накала, В | | Ток накала, А | | Напряжение, В | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------|------------|---------------|------|---|------------|------------|---------------|------------|-------------------------|-------|---------------------------|-----|-------------------------|-----|---------------|-----------|-----------|-------|
| | наибольшее | наименьшее | | | на фотокатоде | на аноде | | на коллекторе | | на ускоряющем электроде | | на фокусирующем электроде | | на тормозящем электроде | | на модуляторе | | на мишени | |
| | | | | | | наибольшее | наименьшее | наибольшее | наименьшее | | | | | | | рабочее | запирющее | | |
| ЛИ230 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —12 —15 (входной) —600 —1000 (выходной) | 300 | 280 | 2100 | 2000 | 500 | —1000 | 100 | 300 | 0 | 200 | 0 | 150 | 40* | —5 +3 |
| ЛИ231 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —240 —450 | 230 | 280 | 1550 | 1450 | —200 | —400 | 100 | 240 | 0 | 180 | —5 | —90 | —15, —100 | +2 +3 |
| ЛИ232 ЛИ232-1 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —500 —150 | 300 | 280 | 1550 | 1450 | —150 | —350 | 100 | 270 | 0 | 150 | —5 | —90 | —15 —100 | —3 +5 |
| ЛИ233 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —200 —400 | 290 | 280 | 1550 | 1450 | —100 | —300 | 100 | 270 | 0 | 200 | —25 | —90 | —30 —100 | —5 +5 |
| ЛИ234 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —200 —400 | 290 | 280 | 1550 | 1450 | —100 | —300 | 100 | 270 | 0 | 200 | —25 | —90 | —30 —100 | —5 +5 |
| ЛИ235 ЛИ235-1 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —200 —400 | 290 | 280 | 1550 | 1450 | 100 | —300 | 100 | 270 | 0 | 200 | —25 | —90 | —30 —100 | —5 +5 |
| ЛИ236 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —300 —450 | 300 | 280 | 1550 | 1450 | 150 | —300 | 70 | 140 | 0 | 150 | —15 | —100 | ≤40* | —3 +3 |
| ЛИ237 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —240 —450 | 290 | 280 | 1550 | 1450 | 170 | —350 | 100 | 240 | 0 | 180 | —25 | —100 | ≤40* | —3 +5 |
| ЛИ238 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —200 —350 | 300 | 280 | 1850 | 1750 | —100 | —300 | 100 | 200 | 50 | 250 | —10 | —100 | ≤40* | —5 +5 |
| ЛИ239 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —200 —350 | 300 | 280 | 1850 | 1750 | —100 | —300 | 100 | 200 | 50 | 250 | —10 | —100 | ≤40* | —5 +5 |
| ЛИ240 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,09 | —240 —450 | 290 | 280 | 1550 | 1450 | —170 | —350 | 100 | 240 | 0 | 180 | —20 | —90 | —25 —100 | —3 +5 |
| ЛИ801 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —200 —400 | 250 300** | — | 2000 | 1800 | —120 | —450 | 0 | 280 | 0 | 200 | 4 | —130 | —10 —150 | —5 +5 |
| ЛИ802 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —200 —450 | 250 300* | — | 2000 | 1800 | —120 | —450 | 100 | 280 | 0 | 200 | —4 | 150 | —10 —150 | —5 +5 |
| ЛИ804 | 6,9 | 5,7 | 0,08 | 0,1 | —12 —15 (входной), —600 —1000 (выходной) | 30 | 280 | 2100 | 1800 | —400 | —800 | 100 | 300 | 0 | 200 | 40* | —10 | 150 | — |

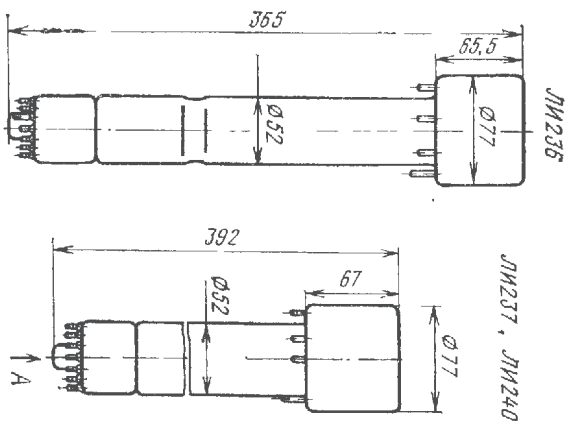
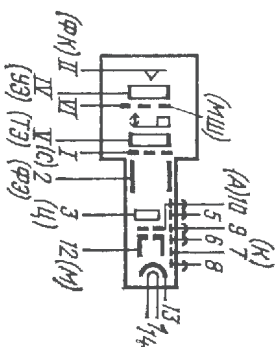
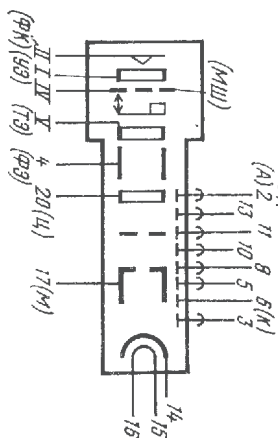
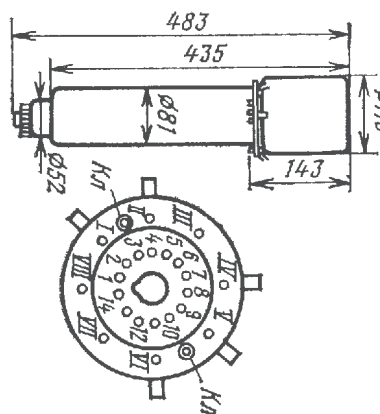
| Тип прибора | Напряжение, В, на цилиндрической мишени | Условия эксплуатации | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|--|---|---------------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|--|------------------------|--|
| | | Диапазон рабочих температур мишени, °С | Относительная влажность воздуха при 40°С, % | Полное давление мм рт.ст. | Многokратные удары | | Резиопрочности | | Виброустойчивость | | Линейные нагрузки, g (м/с²) | Рабочая освещенность фотокатода лк | Срок сохранения-мостик | |
| | | | | | Ускорение g (м/с²) | Длительность ударного импульса, мс | Диапазон частот, Гц | Ускорение, g (м/с²) | Диапазон частот, Гц | Ускорение g (м/с²) | | | | |
| ЛИ230 | 200 300 | 25 35 | 95 (35°С) | 400 | 15(147) | — | 1.. 80 | 5(49) | — | — | — | 5 10 ⁻⁷ 1 10 ⁻⁸ | 8 | |
| ЛИ231 | 200 300 | 35.. 60 | 95 98 | — | 15(147) | — | 5 200 | 7(49) | — | — | — | — | — | |
| ЛИ232 ЛИ232-1 | 200 300 | 30 60 | 98(35°С) | 5 | 40(392) | 4 10 | 1.. 1000 | 10(98) | 1 500 | 1(9,8) | — | 0,5 5 | 12 | |
| ЛИ233 | 200 350 | — | 98(35°С) | — | 15(147) | 4 15 | 1 60 | 1(9,8) | — | — | — | 0,75 | 4 | |
| ЛИ234 | 200 350 | — | 98(35°С) | — | 15(147) | 4 15 | 1 60 | 1(9,8) | — | — | — | 0,75 | 4 | |
| ЛИ235 ЛИ235-1 | 200 350 | — | 98(35°С) | — | 15(147) | 4 15 | 1 60 | 1(9,8) | — | — | — | 0,75 | 4 | |
| ЛИ236 | 200 300 | — | 98(35°С) | 5 | 40(392) | 4 10 | 1 60 | 10(98) | 1 300, 300, 1000 | 4(3 1), 1(9,8) | — | — | 12 | |
| ЛИ237 | 200 350 | — | 98(35°С) | 400 | 40(392) | — | 1 200 | 5(49) | 1 200 | 1(9,8) | — | 0,3 | 12 | |
| ЛИ238 | 200 300 | — | 98(35°С) | 15 | 40(392) | 4 10 | 1 1000 | 10(98) | 1 200 | 5(49) | 10(98) | 50 | 12 | |
| ЛИ239 | 200 300 | — | 98(35°С) | 15 | 40(392) | 4 10 | 1 1000 | 10(98) | 1 200 | 5(49) | 10(98) | 50 | 12 | |
| ЛИ240 | 200 350 | — | 98(35°С) | 400 | 15(147) | 2 10 | 1 200 | 5(49) | 1 200 | 1(9,8) | — | 0,5 | 12 | |
| ЛИ801 | 215 300 | 35 45 | 98 | 400 | 15(147) | 4 10 | 10 200 | 5(49) | — | — | — | 5 10 ⁻⁶ 1 10 ⁻⁸ | — | |
| ЛИ802 | 215 300 | — | 98(35°С) | — | 15(147) | 4 10 | 10 200 | 5(49) | — | — | — | 5 10 ⁻⁷ 1 10 ⁻⁸ (без подстройки- кн), 5 10 ⁻⁷ 1 10 ⁻⁸ (с подстрой- кой) | 2 | |
| ЛИ804 | — | — | 98(35°С) | 400 | 15(147) | 2 5 | 1 200 | 5(49) | — | — | — | — | 12 | |

* Разность между запирающим и рабочим напряжением

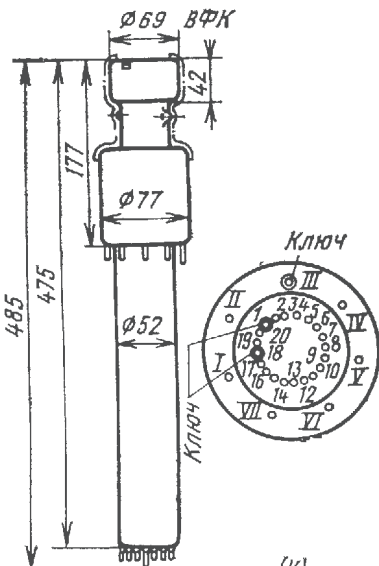
** Напряжение между анодом и первым диодом



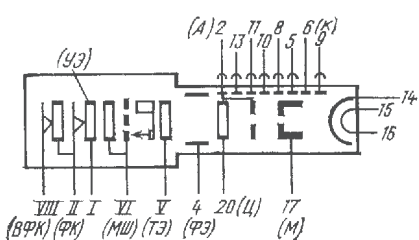
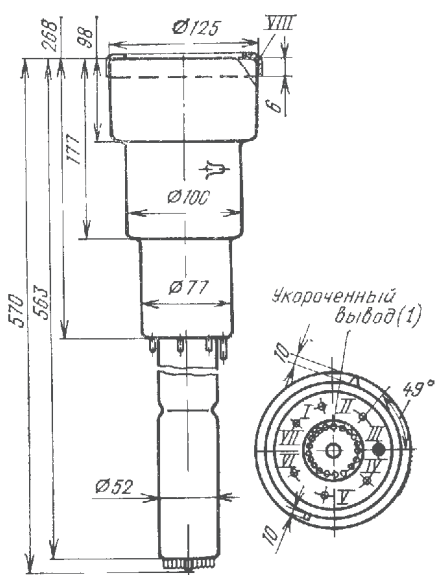
ЛИ221, ЛИ222, ЛИ223,
ЛИ224, ЛИ227, ЛИ228



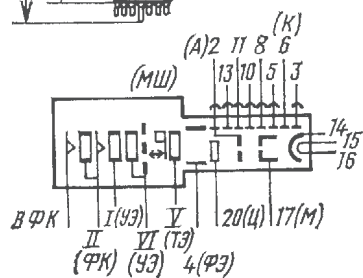
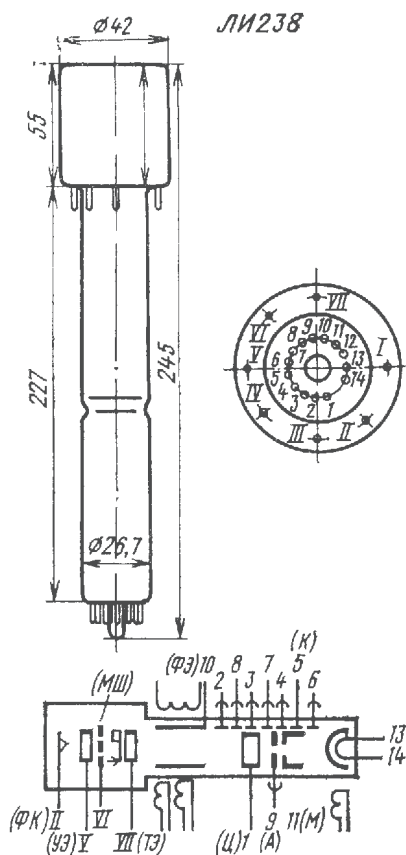
ЛИ217

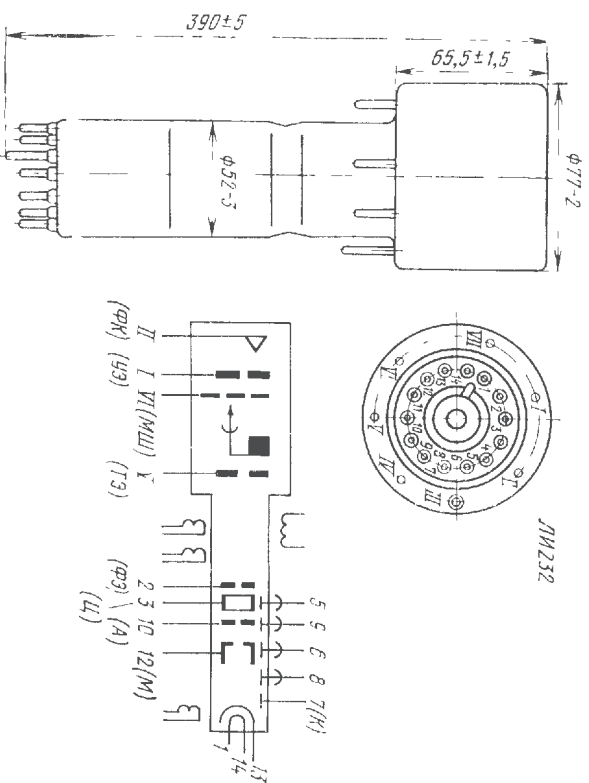


ЛИ230



ЛИ238





5.3.3. Видиконы

ЛИ23, ЛИ407, ЛИ408, ЛИ409, ЛИ410, ЛИ412В, ЛИ413, ЛИ414, ЛИ415, ЛИ416, ЛИ418, ЛИ418-1, ЛИ418-2, ЛИ419, ЛИ420, ЛИ421-1, ЛИ421-2, ЛИ422, ЛИ424, ЛИ425, ЛИ426, ЛИ427, ЛИ428, ЛИ429, ЛИ430, ЛИ431, ЛИ432, ЛИ435, ЛИ437, ЛИ438, ЛИ439, ЛИ440, ЛИ441, ЛИ442, ЛИ445, ЛИ446, ЛИ448, ЛИ449, ЛИ450, ЛИ451, ЛИ452, ЛИ453, ЛИ454, ЛИ456, ЛИ457, ЛИ458, ЛИ463, ЛИ465, ЛИ469, ЛИ475, ЛИ476

Видиконы применяются для создания передающих телевизионных камер как со стандартным разложением (625 строк, 25 кадров/с) в аппаратуре вещательного и прикладного телевидения, так и с нестандартным разложением. Они изготавливаются главным образом четырех типоразмеров: диаметрами 13,6; 26,7; 30,4 и 38,4 мм.

Ряд приборов выпускается в нескольких модификациях, что отражается введением в условное обозначение прибора дополнительного элемента (1,2 или 3). Главное отличие этих модификаций состоит в различном уровне требований, предъявляемых к ним по чистоте фона изображения (допустимому числу пятен и месту их расположения на раскре). Модификации приборов с меньшим порядковым номером имеют лучшую чистоту фона (модификация 1 имеет меньше пятен, чем 2 и 3).

Отклонение электронного луча (развертка) у большинства видиконов осуществляется электромагнитным полем отклоняющей катушки. Однако у некоторых имеет место электростатическое отклонение луча. Электростатическое и смещенное (электростатическое и электромагнитное) управление лучом позволяет снизить массу, габаритные размеры и энергопотребление телевизионной аппаратуры.

Наибольшее применение в аппаратуре вещательного телевидения находят видиконы ЛН415-1, ЛН415-2, ЛН415М, ЛН418, ЛН421-1, ЛН421-2, ЛН422-1, ЛН422-2, ЛН422М (черно-белое телевидение), ЛН432а, ЛН432б, ЛН432в, ЛН432г, ЛН442а, ЛН442к (цветное телевидение). Для прикладного телевидения используются прежде всего видиконы ЛН426, ЛН428, ЛН430, ЛН437, ЛН441, ЛН445, ЛН448. Имеется ряд приборов, которые в одинаковой степени могут применяться в телевизионных системах самого разнообразного назначения. К ним относятся видиконы ЛН426, ЛН435, ЛН437, ЛН438, ЛН441, ЛН448.

В аппаратуре специального и прикладного телевидения используются видиконы ЛН414 и ЛН429, обеспечивающие длительное хранение изображения и считывание его в нужный момент времени. Так, например, после разовой экспозиции с видикона ЛН414 удается производить считывание в течение 5...10 мин (до 20 раз) без заметного ухудшения четкости и контраста передаваемого изображения.

Видиконы ЛН439 (мишень на основе селенида кадмия) и ЛН446 (днодно-мозаичная кремниевая мишень) отличаются повышенной чувствительностью и сниженной инерционностью, однако имеют малый динамический диапазон по входной освещенности, что требует применения в аппаратуре объективов с автоматической регулировкой диафрагмы.

Идентичность конструктивного исполнения и электрических режимов работы обеспечивает взаимозаменяемость ряда приборов. Например, взаимозаменяемы между собой следующие приборы: ЛН407 и ЛН424; ЛН409 и ЛН425; ЛН414 и ЛН429; ЛН419 и ЛН426; ЛН420 и ЛН428; ЛН422; ЛН415 и ЛН421.

Справочные данные по основным параметрам, электрическим режимам работы и условиям эксплуатации видиконов приведены в табл. 5.13...5.15. Представлены также габаритные и присоединительные размеры приборов, схемы расположения штырьков (выводов) и схемы соединения их с электродами.

Основные параметры видеоконв

| Тип прибора | Система фокусировки электронного луча | Система отклонения электронного луча | Область спектральной чувствительности, мкм | Максимум спектральной чувствительности, мкм | Размеры мишени, мм | Масса, г, не более | I_c , мкА, не менее (освещенность мишени) | I_T , мкА, не более | H_{I_a} , %, не более |
|-------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|--------------------|--------------------|---|-----------------------|-------------------------|
| ЛИ23 | М | М | 0,42...0,78 | — | 9,5×12,7 | 60 | 0,05(10...30 лк) | — | — |
| ЛИ407 | М | М | 0,35...0,80 | 0,50...0,65 | 4,5×6 | 20 | 0,05(15 лк) | — | 35(15 лк) |
| ЛИ408 | М | М | — | 0,50...0,64 | 11×11 | 100 | (1,2...3,5)·10 ⁻³ | 1,8·10 ⁻³ | 35 |
| ЛИ409 | М | М | 0,38...0,70 | 0,40...0,5 | 11,5×11,5 | 60 | 0,05(10 лк) | — | 40 |
| ЛИ410 | М | М | — | 0,45...0,60 | 18×18 | 140 | 0,16(8 лк) | — | 30 |

Продолжение табл. 5.13

| Тип прибора | $H_{ф. тем'}$, %, не более | n , шт | m_a , %, на отметке 400 лин., не менее | N , лин., не менее | | $I_{с.ост.}$, %, не более (через t_c) | G , %, не более | Время готовности, с, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерии долговечности |
|-------------|-----------------------------|----------|--|--|--|---|-------------------|-------------------------------|--|--|
| | | | | В центре | В углах | | | | | |
| ЛИ23 | — | 7 | — | 550 (неподвижный объект); 300 (подвижный объект) | 350 (неподвижный объект); — | 0,02 мкА | 3 | 45 | 600 | $I_c \geq 0,07$ мкА; $N \geq 450$ лин. |
| ЛИ407 | — | 6 | — | 350 (неподвижный объект); 200 (подвижный объект) | 250 (неподвижный объект); — | — | 4 | 45 | 800 | $I_c \geq 0,035$ мкА; $N \geq 250$ лин. |
| ЛИ408 | — | 6 | — | 600 | 500 | — | — | 4 кадра | 800 | $I_c \geq 7 \cdot 10^{-4}$ мкА; $N \geq 500$ лин. |
| ЛИ409 | — | 6 | — | 550 (неподвижный объект); 300 (подвижный объект) | 400 (неподвижный объект); — | — | 3 | 45 | 1200 | $I_c \geq 0,04$ мкА; $N \geq 450$ лин. (неподвижный объект) |
| ЛИ410 | — | 6 | — | 800 (неподвижный объект); 450 (подвижный объект) | 800 (неподвижный объект); 450 (подвижный объект) | 10 | 3 | 120 | 500 | $I_c \geq 0,14$ мкА; $N \geq 700$ лин. |

| Тип прибора | Система фокусировки электронного луча | Система отклонения электронного луча | Область спектральной чувствительности, мкм | Максимум спектральной чувствительности, мкм | Размеры мишени, мм | Масса, г, не более | I_c , мкА, не менее (освещенность мишени) | I_T , мкА, не более | H_{I_c} , %, не более |
|-------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|--------------------|--------------------|---|-----------------------|-------------------------|
| ЛИ412В | М | М | — | 0,60...0,70 | 11,5×11,5 | 60 | 0,1(1 лк) | — | 40 |
| ЛИ413 | М | М | 0,40...0,80 | 0,58...0,66 | 4,5×6 | — | — | — | — |
| ЛИ414 | М | М | 0,35...0,75 | 0,50...0,56 | 9,5×12,7 | 50 | 0,15(1 лк) | — | 30 |
| ЛИ415М | М | М | 0,40...0,85 | 0,55...0,65 | 9,5×12,7 | 60 | 0,3(30 лк); | — | 25 |
| ЛИ415-1 | | | | | | | | | 15 |
| ЛИ415-2 | | | | | | | 0,15(10 лк) | | |
| ЛИ416 | М | М | 0,42...0,78 | 0,55...0,65 | ∅(20±1) | 170 | 0,25 | — | 40 |
| ЛИ418 | М | М | 0,40...0,70 | 0,48...0,56 | 15×20 | 130 | 0,4(70 лк); | 0,02 | 15 |
| ЛИ418-1 | | | | | | | 0,25(5 лк) | | 20 |
| ЛИ418-2 | | | | | | | для ЛИ418-1 | | 15 |

| Тип прибора | $H_{\text{фи тем'}}$, %, не более | n , шт | m_c , %, на отметке 400 лин, не менее | N , лин, не менее | | $I_{c, \text{ост'}}$, %, не более (через t_c) | G , %, не более | Время готовности, с, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерии долговечности |
|------------------------------|------------------------------------|-------------|---|--|--------------------------|---|-------------------|-------------------------------|--|---|
| | | | | В центре | В углах | | | | | |
| ЛИ412В | — | 6 | — | 550 (неподвижный объект); 250 (подвижный объект) | 350 (неподвижный объект) | — | 3 | 45 | 800 | $I_c \geq 0,07$ мкА; $N_{\text{ц}} \geq 450$ лин. |
| ЛИ413 | — | — | — | 400 (неподвижный объект); 200 (подвижный объект) | 300 (неподвижный объект) | — | — | — | — | — |
| ЛИ414 | — | 6 | — | 600 | 500 | 0,03 мкА (10 с) | 3 | 30 | 800 | $t \leq 12$ с, при котором $I_c \geq 0,03$ мкА; $N_{\text{ц}} \geq 550$ лин. |
| ЛИ415М ЛИ415-1 ЛИ415-2 | — | 8 | — | 600 | 600 | 30(40 мс); 25(40 мс) для ЛИ415-1 | 2 | 45; 80 (ЛИ415-1) | 1 200 | $I_c \geq 0,2$ мкА; $m_c \geq 25\%$ (при 400 лин.); $N \geq 500$ лин. |
| ЛИ416 | 50 | 6 | — | 800 | 700 | — | 3 | 300 | 500 | $I_c \geq 0,2$ мкА; $\Delta I_c \leq 45\%$ |
| ЛИ418 ЛИ418-1 ЛИ418-2 | — 40 — | 9 8 7 | 70 (в центре); 50 (в углах) | 600 | 600 | 30(40 мс); 50(40 мс) для ЛИ418-1 и ЛИ418-2 | 2 | 30 | 800; 1 000 (ЛИ418-2) | $I_c \geq 0,3$ мкА при 70 лк; $I_c \geq 0,18$ мкА для ЛИ418-1 и ЛИ418-2; $m_c \geq 60\%$ (в центре на 400 лин.) |

| Тип прибора | Система фокусировки электронного луча | Система отклонения электронного луча | Область спектральной чувствительности, мкм | Максимум спектральной чувствительности, мкм | Размеры мишени, мм | Масса, г, не более | I_c , мкА, не менее (освещенность мишени) | I_T , мкА, не более | Π_{I_c} , %, не более |
|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|------------------------------|--------------------|--|-----------------------|--|
| ЛИ419-1 ЛИ419-2 | Э | М | 0,35...0,73 | 0,42...0,57 | 9,5×12,7 | 80 | 0,1 (10 лк) | — | 20 |
| ЛИ420-1 ЛИ420-2 | Э | Э | 0,38...0,76 | 0,48...0,65 | 9,5×12,7 | 80 | 0,1 (5 лк) | — | 25 |
| ЛИ421-1 ЛИ421-2 | М | М | 0,36...0,78 | 0,55...0,61 | 9,5×12,7 | 60 | 0,1 (1 лк) 0,3 (10 лк) | — — | 15 15 |
| ЛИ422-1 ЛИ422-2 ЛИ422-М | М | М | 0,40...0,80 | 0,55...0,65 | 9,5×12,7 | 60 | 0,1 (2 лк) | — | 15 (для ЛИ422-1); 25 (для ЛИ422-2 и ЛИ422-М) |
| ЛИ424 | М | М | 0,40...0,73 | 0,47...0,62 | 4,5×6 | 20 | 0,05 (5 лк) | 0,15 | 30 |
| ЛИ425 | М | М | 0,38...0,86 | 0,60...0,70 | 11,5×11,5 или 9,5×12,7 | 60 | 0,05 (1 лк) | 0,15 | 30 |
| ЛИ426 | Э | Э | 0,38...0,76 | 0,48...0,62 | 9,5×12,7 | 80 | 0,1 (1 лк) | 0,1 | 20 |
| ЛИ427 | М | Э | — | 0,40...0,45 | 11×11 | 100 | $1,2 \cdot 10^{-3}$ (1-й кадр); $0,24 \cdot 10^{-3}$ (2-й кадр) | $0,2 \cdot 10^{-3}$ | 25 |

| Тип прибора | $H_{\text{фн. тем.}}$, %, не более | n , шт. | m_c , %, на отметке 400 лин., не менее | N , лин., не менее | | $I_{c, \text{ост.}}$, %, не более (через t_c) | G , %, не более | Время готовности, с, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерии долговечности |
|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|--|----------------------|------------|---|-------------------|-------------------------------|--|--|
| | | | | В центре | В углах | | | | | |
| ЛИ419-1 ЛИ419-2 | 30 | — | — | 600 | 550 | 45 (40 мс); 15 (200 мс) | 2 | 30 | 1 200 | $I_c \geq 0,08$ мкА при 10 лк; дополнительно для ЛИ419-2: $N_n \geq 550$ лин.; $\Delta I_c \leq 30\%$ |
| ЛИ420-1 ЛИ420-2 | — | 7 | — | 500 | 400 | 45 (40 мс); 15 (200 мс) | 3 | 30 | 1 200 | $I_c \geq 0,08$ мкА при 10 лк; $N_n \geq 400$ лин. |
| ЛИ421-1 ЛИ421-2 | 30 50 | 8 8 | — 35 | 600 600 | 600 600 | 40 (40 мс); 15 (200 мс) | 2 2 | 80 80 | 1 200 1 200 | $I_c \geq 0,08$ мкА при 1 лк; $m_c \geq 30\%$ (на 400 лин.) при 10 лк |
| ЛИ422-1 ЛИ422-2 ЛИ422-М | — | 8 | 30 | 600 | 600 | 50 (40 мс) для ЛИ422-1 и ЛИ422-М; 60 (40 мс) для ЛИ422-2 | 2 | 45 | 1 200 | $I_c \geq 0,07$ мкА при 2 лк; $m_c \geq 25\%$ (на 400 лин.) |
| ЛИ424 ЛИ425 | — — | 6 6 | — — | 350 550 | 250 400 | 50 (40 мс); 50 (40 мс); 10 (200 мс) | 4 3 | 45 45 | 1 200 1 200 | $I_c \geq 0,035$ мкА, $N_n \geq 250$ лин.; $I_c \geq 0,04$ мкА, $N_n \geq 450$ лин. |
| ЛИ426 | 30 | — | — | 600 | 550 | 45 (40 мс) | 2 | 30 | 1 200 | $I_c \geq 0,08$ мкА при 1 лк; $\Delta I_c \leq 30\%$; $N_n \geq 550$ лин. |
| ЛИ427 | — | — | — | 600 | 600 | — | — | 90 | 800 | $I_{c1k} \geq 0,84 \times 10^{-3}$ мкА; $I_{c2k} \geq 0,21 \times 10^{-3}$ мкА; $I_T \leq 0,4 \cdot 10^{-3}$ мкА |

| Тип прибора | Система фокусировки электронного луча | Система отклонения электронного луча | Область спектральной чувствительности, мкм | Максимум спектральной чувствительности, мкм | Размеры мишени, мм | Масса, г, не более | I_c , мкА, не менее (освещенность мишени) | I_T , мкА, не более | H_{I_c} , %, не более |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|--------------------|--------------------|--|-----------------------|---|
| ЛИ428 | Э | Э | 0,38...0,76 | 0,48...0,62 | 9,5×12,7 | 80 | 0,1 (1 лк) | 0,1 | 20 |
| ЛИ429 (видикон с памятью) | М | М | 0,38...0,65 | 0,50...0,56 | 9,5×12,7 | 60 | 0,16 (80 лк, $t_{эксп} = 1,25$ с); 0,1 — через 5 мин | — | 30 (через 5 мин после экспонирования) |
| ЛИ430 | Э | М | 0,38...0,75 | 0,48...0,62 | 4,5×6 (4,9×6,5) | 20 | 0,1 (5 лк) | 0,1 | 20 |
| ЛИ431 | М | М | — | — | 9,5×12,7 | 100 | 0,1 (2 лк) | 0,15 | 35 |
| ЛИ432з (для зелено- го канала) | М | М | — | — | 12,8×17,1 | 100 | 125 мкА лм | 0,003 | 12 (относительно центра) |
| ЛИ432с (для синего канала) | М | М | — | — | 12,8×17,1 | 100 | 35 мкА лм | 0,003 | 12 (относительно центра) |
| ЛИ432я (для яркост- ного канала) | М | М | — | — | 12,8×17,1 | 100 | 325 мкА лм | 0,003 | 12 (относительно центра) |

| Тип прибора | $H_{ф. тем'}$, %, не ме- нее | n , шт. | m_c , %, на отметке 400 лин., не менее | Δ , лин., не менее | | $I_{c.ост.}$, %, не более (через t_c) | Γ , %, не более | Время го- товности, с, не бо- лее | Мини- мальная доло- вечность, ч, не менее | Критерии долговеч- ности |
|--|--|---|---|---|---|---|---------------------------|--|---|---|
| | | | | В центре | В углах | | | | | |
| ЛИ428 | 30 | 7 | — | 500 | 400 | 50 (40 мс) | 2,5 | 30 | 1 200 | $I_c \geq 0,08$ мкА при 1 лк; $N_d \geq 400$ лин. |
| ЛИ429 (видикон с памятью) | 50 (через 5 мин пос- ле отпи- рания луча) | 7 (через 5 мин пос- ле экспо- нирова- ния) | — | 600 | 550 | — | 3 | 30 | 800 | $I_c \geq 0,16$ мкА; $N_d \geq 550$ лин. |
| ЛИ430 | 30 | 6 | — | 450 (4,5×6 мм); 500 (4,9×6,5 мм) | 400 (4,5×6 мм); 450 (4,9×6,5 мм) | 40 (40 мс) | 3 | 30 | 1 200 | $I_c \geq 0,08$ мкА при 5 лк; $N_d \geq 400$ лин. |
| ЛИ431 | — | 6 | — | 600 | 500 | 20...30 | 3 | 30 | 200 | $I_c \geq 0,08$ мкА; $I_{c.ост} \leq 40\%$ через 40 мс; $N_d \geq$ ≥ 500 лин. |
| ЛИ432з (для зелено- го канала) | — | — | 25 | 600 | 550 | 8 (40 мс); 2 (200 мс) | 1 | 60 | 500 | $S_T = 100$ мкА/лм; $m_c \geq 20\%$ (на 400 лин); $I_{c.ост} \leq$ $\leq 9,6\%$ через 40 мс |
| ЛИ432с (для синего канала) | — | — | 40 | 600 | 550 | 10 (40 мс); 3 (200 мс) | 1 | 60 | 500 | $S_T = 28$ мкА/лм; $m_c \geq 32\%$ (на 400 лин.); $I_{c.ост} \leq$ $\leq 12\%$ через 40 мс |
| ЛИ432я (для яркост- ного канала) | — | — | 40 | 600 | 550 | 8 (40 мс); 2 (200 мс) | 1 | 60 | 500 | $S_T = 250$ мкА/лм; $m_c \geq 32\%$ (на 400 лин.); $I_{c.ост} \leq$ $\leq 9,6\%$ через 40 мс |

| Тип прибора | Система фо-ро-графирования | Система теле-кличей | Область спектральной чувствительности, мкм | Максимум спектральной чувствительности, мкм | Размеры мишени, мм | Масса, г, не более | I_c , мкА, не менее (освещенность мишени) | I_T , мкА, не более | H_{I_c} , %, не более |
|--|----------------------------|---------------------|--|---|--------------------|--------------------|---|-----------------------|-----------------------------|
| ЛИ432п (для черно-белого телевидения) | М | М | 0,40...0,65 | 0,46...0,53 | 12,8×17,1 | 100 | 250 мкА/лм | 0,005 | 15 (относительно центра) |
| ЛИ435 | М | М | — | 0,58...0,68 | 9,5×12,7 | 60 | 0,1 (2 лк); 0,3 (10 лк); 0,18 (10 лк за фильтром КС-19 толщиной 3 мм) | 0,2 | 15 |
| ЛИ437 | Э | М | 0,40...0,75 | 0,48...0,62 | 4,9×6,5 | 20 | 0,1 (5 лк) | 0,1 | 20 |
| ЛИ438 | М | М | — | — | 9,5×12,7 | 60 | 0,2 (5 лк); 0,1 (за фильтром ИКС-1 толщиной 2 мм) | — | 20 |
| ЛИ449с | М | М | — | — | 9,5×12,7 | 65 | 0,3 (0,5 лк) | 0,02 | 5 |
| ЛИ450 | Э | М | — | 0,40...0,72 | 9,5×12,7 | 80 | 0,05 (0,15 лк); 0,5 (2 лк) | 0,005 | 20 |

| Тип прибора | $H_{ф.тем'}$, %, не более | n , шт. | m_c , %, в на отметке 400 лин., не менее | N , лин., не менее | | $I_{с.ост'}$, %, не более (через t_c) | G , %, не более | Время готовности, с, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерии долговечности |
|--|----------------------------|-----------|--|----------------------|---------|--|-------------------|-------------------------------|--|---|
| | | | | В центре | В углах | | | | | |
| ЛИ432п (для черно-белого телевидения) | — | — | 24 | 550 | 400 | 20(40 мс); 8(200 мс) | 2 | 60 | 500 | $S_T = 200$ мкА/лм; $m_c \geq 19,2\%$ (на 400 лин.); $I_{с.ост'} \leq \leq 24\%$ через 40 мс |
| ЛИ435 | 50 | 8 | 30 | 600 | 600 | 40(40 мс при 2 лк); 30(40 мс при 10 лк) | 2 | 45 | 1200 | $I_c \geq 0,08$ мкА при 2 лк; $m_c \geq 25\%$ (на 400 лин.); $I_c \geq \geq 0,15$ мкА при 10 лк за фильтром КС-19 толщиной 3 мм |
| ЛИ437 | 30 | 6 | — | 450 | 400 | 40(40 мс) | 3 | 30 | 1200 | $I_c \geq 0,08$ мкА при 5 лк; $N_n \geq 400$ лин. |
| ЛИ438 | — | 8 | 30 | 600 | 550 | 50(40 мс); 15(200 мс) | 2 | 30 | 500 | $I_c \geq 0,1$ мкА при 2 лк; $N_n \geq 600$ лин.; $I_c \geq 0,05$ мкА за фильтром ИКС-1 толщиной 2 мм |
| ЛИ449с | — | — | 35...50 (в зависимости от режима) | 600 | 600 | 8(40 мс); 3(80 мс); 1(200 мс) | 2 | 30 | 1000 | $m_c \geq 30...45\%$ (в зависимости от режима) на 400 лин.; остальные критерии, как для ЛИ449 |
| ЛИ450 | — | — | — | 600 | 550 | 55(40 мс); 15(200 мс) | 2 | 3 | 1000 | $I_c \geq 0,045$ мкА; $N_n \geq 550$ лин.; $N_{уг} \geq 500$ лин. |

| Тип прибора | Система фокусировки электронного луча | Система отклонения электронного луча | Область спектральной чувствительности, мкм | Максимум спектральной чувствительности, мкм | Размеры мишени, мм | Масса, г, не более | I_c , мкА, не менее (освещенность мишени) | I_d , мкА, не более | H_{I_c} , %, не более |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|--------------------|--------------------|---|-----------------------|-----------------------------|
| ЛИ451 | М | М | — | 0,68...0,72 | 9,5×12,7 | 60 | 0,16(0,5 лк) | 0,003 | 10 |
| ЛИ452-1 | Э | М | 0,37...0,75 | 0,48...0,62 | 11,3×11,3 | 80 | 0,1 | 0,07 | 20 |
| ЛИ452-2 | Э | М | 0,37...0,75 | 0,48...0,62 | 11,3×11,3 | 80 | 0,1 | 0,1 | 20 |
| ЛИ439 | М | М | 0,40...0,75 | 0,60...0,72 | 9,5×12,7 | 60 | 0,2(0,5 лк) | 3 | 10 |
| ЛИ440 | М | М | 0,42...0,72 | 0,47...0,62 | 9,5×12,7 | 60 | 0,1(0,5 лк) | 0,15 | 20 |
| ЛИ441 | Э | М | 0,40...0,75 | 0,48...0,62 | 9,5×12,7 | 80 | 0,1(1 лк) | 0,15 | 20 |
| ЛИ442к (для красного канала) | М | М | — | — | 12,8×17,1 | 100 | 160 мкА/мм | 0,003 | 12 (относительно центра) |

| Тип прибора | $H_{ф.т.ем.}$, %, не более | n , шт. | m_c , %, на отметке 400 лин., не менее | N , лин., не менее | | $I_{c.ост.}$, %, не более (через t_c) | I_d , %, не более | Время готовности, с, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерий долговечности |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------|--|----------------------|---------|---|---------------------|-------------------------------|--|---|
| | | | | В центре | В углах | | | | | |
| ЛИ451 | — | — | 35 | 600 | 600 | 20(40 мс); 3(200 мс) | 2 | 30 | 1 500 | $N_{уг} \geq 550$ лин.; $I_{c.ост.} \leq 30\%$ через 40 мс; $I_{c.ост.} \leq 4\%$ через 200 мс |
| ЛИ452-1 | 30 | — | — | 600 | 600 | 45(40 мс); 15(200 мс) | 2 | 30 | 1 000 | $N_{д} \geq 550$ лин.; $N_{уг} \geq 500$ лин.; $I_c \geq 0,08$ мкА; $\Delta I_c \leq 30\%$ |
| ЛИ452-2 | 30 | — | — | 600 | 600 | 60(40 мс); 20(200 мс) | 2 | 30 | 1 000 | Те же, что и у ЛИ452-1 |
| ЛИ439 | — | — | 40 | 600 | 600 | 20(40 мс); 3(200 мс) | 2 | 30 | 500 | $I_c \geq 0,16$ мкА при 0,5 лк; $N_{д} \geq 550$ лин. |
| ЛИ440 | 30 | 6 | 30 | 600 | 600 | 40(40 мс); 10(400 мс) | 2 | 30 | 1 500 | $I_c \geq 0,08$ мкА при 0,5 лк; $N_{д} \geq 550$ лин. |
| ЛИ441 | 30 | — | — | 600 | 550 | 45(40 мс) | 2 | 3 | 1 000 | $I_c \geq 0,08$ мкА при 1 лк; $N_{д} \geq 550$ лин.; $\Delta I_c \leq 30\%$ |
| ЛИ442к (для красного канала) | — | — | 40 | 600 | 600 | 9(40 мс); 3(200 мс) | 1 | 60 | 500 | $S_{г} \geq 128$ мкА/мм; $m_c \geq 32\%$ на 400 лин.; $I_{c.ост.} \leq 10,8\%$ через 40 мс |

| Тип прибора | Система фокусировки электронного луча | Система отклонения электронного луча | Область спектральной чувствительности, мкм | Максимум спектральной чувствительности, мкм | Размеры мишени, мм | Масса, г, не более | I_c , мкА, не менее (освещенность мишени) | I_T , мкА, не более | H_{I_c} , %, не более |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|--------------------|--------------------|---|-----------------------|--------------------------|
| ЛИ442я (для яркостного канала) | М | М | — | — | 12,8×17,1 | 100 | 450 мкА/лм | 0,003 | 12 (относительно центра) |
| ЛИ442п (для черно-белого телевидения) | М | М | — | — | 12,8×17,1 | 100 | 400 мкА/лм | 0,003 | 15 (относительно центра) |
| ЛИ445 | Э | Э | 0,40...0,75 | 0,48...0,62 | 9,5×12,7 | 85 | 0,1(1 лк) | 0,1 | 20 |
| ЛИ446 | М | М | 0,40...1,10 | 0,60...0,80 | 9,5×12,7 | 60 | 0,25(0,5 лк) | 0,02 | 15 |
| ЛИ448 | Э | М | 0,40...0,70 | 0,60...0,68 | 4,9×6,5 | 20 | 0,1(1 лк) | 0,005 | 15 |

| Тип прибора | $H_{ф.тем'}$, %, не более | n , шт. | m_c , %, на отметке 400 лин., не менее | N , лин., не менее | | $I_{с.ост'}$, %, не более (через t_c) | G , %, не более | Время готовности, с, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерии долговечности |
|---------------------------------------|----------------------------|-----------|--|----------------------|---------|---|-------------------|-------------------------------|--|---|
| | | | | В центре | В углах | | | | | |
| ЛИ442я (для яркостного канала) | — | — | 55 | 600 | 600 | 6(40 мс); 2(200 мс) | 1 | 60 | 500 | $S_T \geq 360$ мкА/лм; $m_c \geq 44\%$ на 400 лин.; $I_{с.ост} \leq \leq 7,2\%$ через 40 мс |
| ЛИ442п (для черно-белого телевидения) | — | — | 40 | 600 | 500 | 16(40 мс); 6(200 мс) | 2 | 60 | 500 | $S_T \geq 320$ мкА/лм; $m_c \geq 32\%$ на 400 лин.; $I_{с.ост} \leq \leq 19,2\%$ через 40 мс |
| ЛИ445 | 20 | — | — | 450 | 400 | 50(40 мс) | 2,5 | 30 | 1 000 | $I_c \geq 0,08$ мкА; $N_n \geq \geq 350$ лин. Неравномерность сигнала $\leq 30\%$ |
| ЛИ446 | 10 | 8 | 40 | 600 | 600 | 10(40 мс); 0(200 мс) | 2 | 90 | 500 | $I_c \geq 0,2$ мкА при 0,5 лк; $m_c \geq 30\%$ на 400 лин.; $I_T \leq \leq 0,06$ мкА; $I_{с.ост} \leq 12\%$ через 40 мс |
| ЛИ448 | — | — | — | 450 | 400 | 15(40 мс); 4(200 мс) | 3 | 30 | 1 000 | $I_c \geq 0,08$ мкА; $N_n \geq 400$ лин.; $N_{уг} \geq 300$ лин.; $I_{с.ост} \leq 18\%$ через 40 мс |

| Тип прибора | Система фокусировки электронного луча | Система отклонения электронного луча | Область спектральной чувствительности, мкм | Максимум спектральной чувствительности, мкм | Размеры мишени, мм | Масса, г, не более | I_c , мкА, не менее (освещенность мишени) | I_T , мкА, не более | H_{I_c} , %, не более |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|--------------------|--------------------|---|-----------------------|-------------------------|
| ЛИ449 ЛИ449кз | М | М | 0,40...0,72 | 0,68...0,72 | 9,5×12,7 | 65 | 0,3(0,5 лк) | 0,002 | 5 |
| ЛИ453 | Э | М | — | 0,48...0,62 | 4,9×6,5 | 25 | 0,07(2 лк); 0,05(1 лк) | 0,07 | 20 |
| ЛИ454 | М | М | — | 0,50...0,62 | 6,6×8,8 | — | 0,15(5 лк) | 0,05 | 15 |
| ЛИ456 | М | М | 0,38...0,78 | 0,48...0,62 | 9,5×12,7 | 60 | 0,1(1 лк); 0,3(10 лк) | 0,3 | 15 |
| ЛИ457я (для яркостного канала) | М | М | — | 0,40...0,62 | 9,5×12,7 | 100 | 0,2(360 мкА/лм) | 0,003 | 12 |
| ЛИ457з (для зелено-го канала) | М | М | — | — | 9,5×12,7 | 100 | 0,2(130 мкА/лм) | 0,003 | 12 |

| Тип прибора | $H_{\text{фн, тем}}$, %, не более | n , шт. | m_c , %, на отметке 400 лин., не менее | N , лин., не менее | | $I_{c, \text{ост}}$, %, не более (через t_c) | G , %, не более | Время готовности, с, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерии долговечности |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------|--|----------------------|---------|--|-------------------|-------------------------------|--|---|
| | | | | В центре | В углах | | | | | |
| ЛИ449 ЛИ449кз | — | — | 40...60 (в зависимости от режима) | 600 | 600 | 8(40 мс); 3(80 мс) 1(200 мс) | 2 | 30 | 1 000 | $N_c \geq 600$ лин.; $N_{\text{уг}} \geq 550$ лин.; $m_c \geq 35 \dots 50\%$ на 400 лин.; $I_{c, \text{ост}} \leq 10\%$ через 40 мс; $I_{c, \text{ост}} \leq 2\%$ через 200 мс |
| ЛИ453 | 25 | — | — | 500 | 450 | 40(40 мс) | 3 | 30 | 1 500 | $N_c \geq 450$ лин.; $N_{\text{уг}} \geq 400$ лин.; $I_T \leq 0,1$ мкА |
| ЛИ454 | — | — | 25 | 600 | 450 | 35(40 мс) | — | — | 1 500 | $I_c \geq 0,12$ мкА; $N_c \geq 550$ лин.; $N_{\text{уг}} \geq 400$ лин. |
| ЛИ456 | 50 (в темном) 17 (в белом) | 8 | 35 | 600 | 600 | 40(40 мс) | 2 | 45 | 1 500 | $I_c \geq 0,08$ мкА; $N_c \geq 500$ лин.; $m_c \geq 30\%$ (в центре на 400 лин.) |
| ЛИ457я (для яркостного канала) | — | — | 40 | — | 550 | 12(40 мс) 3(200 мс) | 1 | 60 | 1 000 | $S_{\Sigma} \geq 288$ мкА/лм; $m_c = 32\%$ на 400 лин.; $I_{c, \text{ост}} \leq 14,4\%$ через 40 мс |
| ЛИ457з (для зелено-го канала) | — | — | 40 | — | 550 | 18(40 мс) 3(200 мс) | 1 | 60 | 1 000 | $S_{\Sigma} \geq 104$ мкА/лм; $m_c \geq 28\%$ на 400 лин.; $I_{c, \text{ост}} \leq 14,4\%$ через 40 мс |

| Тип прибора | Система фокусировки электронного луча | Система отклонения электронного луча | Область спектральной чувствительности, мкм | Максимум спектральной чувствительности, мкм | Размеры мишени, мм | Масса, г, не более | I_c , мкА, не более (освещенность мишени) | I_T , мкА, не более | H_{I_c} , %, не более |
|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|--------------------|--------------------|---|-----------------------|-------------------------|
| ЛИ457к (для красного канала) | М | М | — | — | $9,5 \times 12,7$ | 100 | 0,2 75 мкА/лм | 0,003 | 12 |
| ЛИ457с (для синего канала) | М | М | — | — | $9,5 \times 12,7$ | 100 | 0,2 40 мкА/лм | 0,003 | 12 |
| ЛИ458я (для яркостного канала) | М | М | — | 0,40...0,70 | $9,5 \times 12,7$ | 100 | 0,04 400 мкА/лм | 0,003 | 12 |
| ЛИ458к (для красного канала) | М | М | — | — | $9,5 \times 12,7$ | 100 | 0,02 115 мкА/лм | 0,003 | 12 |

| Тип прибора | $H_{ф, тем'}$, %, не более | n , шт. | m_c , %, на отметке 400 лин., не менее | N , лин., не менее | | $I_{с.ост'}$, %, не более (через t_c) | Γ , %, не более | Время готовности, с, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерии долговечности |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------|--|----------------------|---------|---|------------------------|-------------------------------|--|---|
| | | | | В центре | В углах | | | | | |
| ЛИ457к (для красного канала) | — | — | 35 | — | 550 | 12(40 мс); 4(200 мс) | 1 | 60 | 1 000 | $S_\Sigma \geq 60$ мкА/лм; $m_c \geq 36\%$ на 400 лин.; $I_{с.ост} \leq \leq 26,6\%$ через 40 мс |
| ЛИ457с (для синего канала) | — | — | 45 | — | 550 | 18(40 мс); 5(200 мс) | 1 | 60 | 1 000 | $S_\Sigma \geq 32$ мкА/лм; $m_c \geq 32\%$ на 400 лин.; $I_{с.ост} \leq \leq 21,6\%$ через 40 мс |
| ЛИ458я (для яркостного канала) | — | — | 45 | 550 | 500 | 14(40 мс); 4(200 мс) | 1 | 60 | 1 000 | $S_\Sigma \geq 320$ мкА/лм; $m_c \geq 32\%$ на 400 лин.; $I_{с.ост} \leq \leq 16,8\%$ через 40 мс; $I_{с.ост} \leq 4,8\%$ через 200 мс |
| ЛИ458к (для красного канала) | — | — | 40 | 600 | 500 | 18(40 мс); 5(200 мс) | 1 | 60 | 1 000 | $S_\Sigma \geq 320$ мкА/лм; $m_c \geq 32\%$ на 400 лин.; $I_{с.ост} \leq \leq 21,6\%$ через 40 мс; $I_{с.ост} \leq 6\%$ через 200 мс |

| Тип прибора | Система фокусировки электронного луча | Система отклонения электронного луча | Область спектральной чувствительности, мкм | Максимум спектральной чувствительности, мкм | Размеры мишени, мм | Масса, г, не более | I_c , мкА, не менее (освещенность мишени) | I_T , мкА, не более | H_{I_c} , %, не более |
|-------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|--------------------|--------------------|---|--|-------------------------|
| ЛИ463 (с памятью) | М | М | — | 0,68...0,72 | 11×11 | 60 | 0,003 (1-й кадр при 12,5 лк; 0,0021 (через 10 мин)) | 0,008 (1-й кадр); 0,024 (через 10 мин) | 30 |
| ЛИ465 | Э | Э | — | 0,68...0,72 | 4,9×6,5 | 25 | 0,08 (1 лк); 0,05 (2 лк) | 0,005 | 20 |
| ЛИ469 | М | М | — | 0,68...0,72 | 9,5×12,7 | 60 | 0,1 (0,25 лк) | 0,025 | 15 |
| ЛИ475 | Э | М | — | 0,50...0,62 | 6,6×8,8 | 30 | 0,08 (2 лк) | 0,1 | 15 |
| ЛИ476 | Э | Э | 2...14 | — | 16,8 | 75 | $5,2 \cdot 10^4$ ($4 \cdot 10^{-3}$ Вт/см ²); 3 мкА/Вт | — | — |

· 3 - 2

Продолжение табл. 5.13

| Тип прибора | $H_{\text{ф. тем'}}$, %, не более | n , шт. | m_c , %, по отметке 400 лин., не менее | N , лин., не менее | | $I_{c, \text{ост'}}$, %, не более (через t_c) | Γ , %, не более | Время готовности, с, не более | Минимальная долговечность, ч, не менее | Критерии долговечности |
|-------------------|--|-----------|--|----------------------|---------|---|------------------------|-------------------------------|--|---|
| | | | | В центре | В углах | | | | | |
| ЛИ463 (с памятью) | 5 (в темном); структурная погрешность сигнала $\leq 5\%$ | — | 50 (1-й кадр); 40 (через 10 мин) | — | — | — | — | 90 | 1 000 | $m_c \geq 45\%$ (в 1-м кадре); $m_c \geq 35\%$ (через 10 мин.); $I_T \leq 1,2 \cdot 10^{-11}$ А; $\Delta I_{\text{стр}} \leq 10\%$ |
| ЛИ465 | — | — | — | 450 | 400 | 18 (40 мс); 5 (200 мс) | 2 | 30 | 1 000 | $I_c \geq 0,06$ мкА; $N_{\text{л}} \geq 400$ лин.; $N_{\text{г}} \geq 300$ лин.; $I_{c, \text{ост}} \leq 24\%$ через 40 мс; $I_{c, \text{ост}} \leq 6\%$ через 200 мс |
| ЛИ469 | 20 | 7 | 35 | 600 | 600 | 40 (40 мс); 10 (400 мс) | — | 20 | 1 200 | $I_T \leq 0,05$ мкА; $I_c \geq 0,09$ мкА; $m_c \geq 30\%$; $I_{c, \text{ост}} \leq 60\%$ через 40 мс; $I_{c, \text{ост}} \leq 15\%$ через 400 мс |
| ЛИ475 | 35 | 7 | 35 | 550 | 450 | 40 (40 мс) | 2 | 30 | 1 000 | $I_T \leq 0,05$ мкА; $I_c \geq 0,09$ мкА; $m_c \geq 30\%$; $I_{c, \text{ост}} \leq 60\%$ через 40 мс; $I_{c, \text{ост}} \leq 15\%$ через 400 мс |
| ЛИ476 | — | — | 35 | — | — | — | — | — | 300 | $I_c \geq 5,2 \cdot 10^4$ мкА; $m_c \geq 35\%$ |

| Тип при тока накала, А | Рабочий режим выключенов | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|-------------|-------------------|---------------------------------|
| | Напряжение, В | | | | | |
| | на первом аноде | на втором аноде | на сигнальной пластине | на сетке | на модуля торе | запирающее на модуля торе |
| ЛП423 | 0,6 | 300 | 0,125 | — | <125 | —15 —100 |
| ЛП407 | 0,08 0,1 | 300 | 5 100 | — | 0 —60 | —20 —100 |
| ЛП408 | 0,08 0,1 | 300 | 30 | 450, 500 | —5 —80 | —30 —80 |
| ЛП409 | 0,08 0,1 | 300 | 10 90 | — | 0 —85 | —125 |
| ЛП410 | 0,63 | 700 | 10 120 | 400 850 | 0 —120 | 0 —195 |
| ЛП412Б | 0,08 0,1 | 300 | 5 60 | — | —5 —60 | — |
| ЛП413 | 0,08 0,1 | 300 | 5 50 | — | 0 —60 | —40 —100 |
| ЛП414 | 0,08 0,1 | 300 350 | 6 14 | 450 1 000 | —20 —100 | —125 |
| ЛП415 | 0,57 0,72 | 300 | 100 125 | 400 500 | 0 —100 | —125 |
| ЛП416 | 0,8 | 700 | — | ≤150 | 0 —50 | —150 |
| ЛП418 | 0,09 0,1 | 300 | 10 125 | 1 200 1 400 | —10 —170 | —20 —150 |
| ЛП418-2 | 0,09 0,1 | 300 | 10 125 | 1 200 1 400 | —10 —170 | —20 —150 |
| ЛП418-1 | 0,08 0,1 | 300 | 10 95 | 600 | 0 —60 | —110 |
| ЛП419 | 0,08 0,1 | 300 | — | 600 | —10 —90 | —20 —115 |
| ЛП420 | 0,54 0,66 | 300 | 10 125 | 400 700 | 0 —100 | —125 |
| ЛП421, 1, 2 | 0,57 0,72 | 300 | 10 125 | 400 500 | 0 —100 | —125 |
| ЛП422 | 0,08 0,1 | 300 | 5 30 | — | 0 —60 | —20 —100 |
| ЛП424 | 0,08 0,1 | 300 | 10 60 | — | 0 —85 | —125 |
| ЛП425 | 0,08 0,1 | 300 | 10 90 | 600 | 0 —60 | —110 |
| ЛП426 | 0,08 0,1 | 300 | 10 95 | 470 00 | —10 —90 | —45 —100 |
| ЛП427 | 0,08 0,1 | 300 | 10 30 | 600 | 0 —60 | —20 —115 |
| ЛП428 | 0,08 0,1 | 300 | 5 30 | 450 570 | —500 | —5 —125 |
| ЛП429 | 0,08 0,1 | 300 | 10 95 | 600 | 0 —60 | —100 |
| ЛП430 | 0,08 0,1 | 300 | 10 100 | 470 500 | —5 —80 | —100 |
| ЛП431 | 0,08 0,1 | 300 | 20 60 | 650 700 | —5 —100 | > —125 |
| ЛП432 | 0,085 0,105 | 300 | 10 125 | — | —10 —100 | > —125 |
| ЛП435 | 0,08 0,1 | 300 | 5 90 | 600 | —10 —100 | —125 |
| ЛП437 | 0,085 0,105 | 300 | 10 100 | 400 500 | —10 —100 | —125 |
| ЛП438 | 0,08 0,1 | 300 | 5 60 | 400 500 | —10 —85 | —125 |
| ЛП439 | 0,08 0,1 | 300 | 10 60 | 400 500 | —10 —85 | —125 |
| ЛП440 | 0,08 0,105 | 300 | 10 95 | 600 | —5 —60 | —10 |
| ЛП441 | 0,3 0,4 | 300 | 20 60 | 675 | —5 —100 | —115 |
| ЛП442 | 0,3 | 300 | 10 90 | 600 | 0 —60 | —100 |
| ЛП445 | 0,08 0,1 | 300 | 5 15 | 500 | —5 —80 | —100 |
| ЛП446 | 0,08 0,1 | 300 | 10 60 | 500 900 | —5 —60 | —125 |
| ЛП448 | 0,08 0,1 | 300 | 10 60 | 600 | —5 —60 | —110 |
| ЛП449 | 0,3 0,1 | 300 | 10 30 | 500 900 | —5 —125 | —120 |
| ЛП450 | 0,08 0,1 | 300 | 10 60 | 600 | —5 —60 | —110 |
| ЛП451 | 0,08 0,1 | 300 350 | 10 60 | 500 900 | —5 —125 | —125 |
| ЛП452 | 0,08 0,1 | 300 | 10 80 | — | —10 —70 | —120 |
| ЛП453 | 0,08 0,1 | 300 | 10 60 | 600 | —5 —100 | —100 |
| ЛП454 | 0,08 0,1 | 300 | 5 100 | 400 500 | —10 —100 | —20 —120 |
| ЛП456 | 0,08 0,1 | 300 | 10 125 | 400 500 | 0 —100 | —120 |

| Предельно допустимый режим выключенов | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|--|--|--------|
| А, В, не более | Напряжение, В | | | | | | | | Работа в темпера- тура мишен, °С | Наибольшая освещенность мишени, лк | |
| | 1 го анода | | 2 го анода | | модулятора | | сетки | | | | |
| | макси- мальное | минималь- ное | макси- мальное | минималь- ное | макси- мальное | минималь- ное | макси- мальное | минималь- ное | | | |
| 45 | — | — | — | — | 10 | — | — | — | 60 | —40 | 100 |
| 35 | 350 | 300 | 500 | 300 | —200 | — | — | — | 80 | —20 | 100 |
| 45 | 350 | 300 | 350 | 300 | —150 | 0 | 500 | 450 | 40 | 0 | 5 000 |
| 75 | 800 | 600 | 600 | 300 | —200 | 0 | — | — | 60 | —40 | 100 |
| 55 | 350 | 300 | 650 | 400 | —120 | 0 | — | — | — | — | 100 |
| 40 | 350 | 300 | 600 | 300 | — | — | — | — | — | — | 10 |
| 50 | 350 | 300 | 600 | 300 | —200 | 0 | 1 000 | 450 | 45 | 10 | — |
| 45 | 350 | 300 | 700 | 300 | — | — | 900 | 300 | 60 | —40 | 1 000 |
| 100 | 735 | 665 | 735 | 665 | — | — | 1 500 | 700 | 45 | 20 | — |
| 60 | 700 | 600 | 1 200 | 950 | — | — | 1 500 | 1 200 | — | — | 1 000 |
| 60 | 750 | — | 1 200 | 950 | —200 | — | 1 500 | — | — | — | 1 000 |
| 50 | 470 | — | — | — | —150 | — | 900 | — | 60 | —20 | 10 000 |
| 55 | 470 | — | 450 | — | — | — | 900 | 300 | 60 | —40 | 5 000 |
| 45 | 350 | 300 | 750 | 300 | — | — | 900 | 300 | 60 | —40 | 1 000 |
| 45 | 350 | 300 | 500 | 300 | — | — | — | — | 85 | —20 | 100 |
| 40 | 350 | 300 | 600 | 300 | —200 | — | — | — | — | — | — |
| 45 | 350 | — | — | — | — | — | 900 | 450 | 60 | —40 | 10 000 |
| 35 | 450 | — | 180*** | — | —150 | — | 900 | — | 60 | —40 | 500 |
| — | 450 | 300 | 350 | 300 | —150 | 10 | 500 | — | 40 | 0 | 5 000 |
| — | 350 | 300 | 500 | 300 | — | — | 850 | 450 | — | — | 160 |
| 45 | 450 | 300 | — | —150** | — | — | 900 | — | 60 | —20 | 3 000 |
| 45 | 350 | 300 | 450 | 300 | — | — | 600 | 300 | 70 | —30 | — |
| 70 | 370 | 300 | 750 | 290 | — | — | 1 000 | 300 | — | — | 1 000 |
| 45 | 350 | 300 | 700 | 300 | — | — | 900 | 300 | 60 | —20 | 100 |
| 45 | 400 | 300 | — | — | — | — | 800 | 600 | — | — | — |
| 45 | 350 | 300 | 700 | 300 | — | — | 900 | 300 | — | — | 1 000 |
| 75 | 350 | 300 | 770 | 300 | — | — | 900 | 400 | — | — | 3 |
| 45 | 350 | 300 | 700 | 300 | —200 | — | 900 | 300 | — | — | 100 |
| 55 | 450 | — | — | — | —150 | — | 900 | — | — | — | 10 000 |
| 70 | 350 | 290 | 750 | 300 | — | — | 1 000 | 300 | 50 | —30 | — |
| 55 | 450 | — | 470 | — | —150 | — | 900 | — | — | — | 500 |
| 60 | 330 | 270 | 330 | 270 | — | — | 500 | 450 | — | — | — |
| 55 | 400 | 300 | — | — | — | — | 800 | 600 | — | — | 2 000 |
| — | 350 | 300 | — | — | — | — | 900 | 500 | — | — | 3 |
| 55 | 450 | — | — | — | —150 | — | — | — | — | — | 1 200 |
| 75 | 450 | — | 750 | — | — | — | 900 | — | — | — | 3 |
| — | 450 | 285 | — | — | —150 | — | 900 | 560 | — | — | 1 000 |
| 45 | 450 | — | — | — | —150 | — | 900 | — | — | — | 1 200 |
| 55 | 350 | 290 | 750 | 290 | — | — | 800 | 350 | 60 | —45 | 1 000 |
| — | 350 | — | 750 | 300 | — | — | 900 | 300 | — | — | 1 000 |

Примечание. Напряжения накали для всех типов выключенов 6,3 В, кроме ДИ441 и ДИ450
теме сингальной пластины, Δ — разность между запирающим и рабочим напряжениями модуля

ТАЦНИ ВИДИКОНОВ

Таблица 5.15

$(U_n=0,8 \text{ В})$, * напряжение на фокусирующем электроде, ** напряжение запаривания, *** напря-
жения

Таблица 5.15

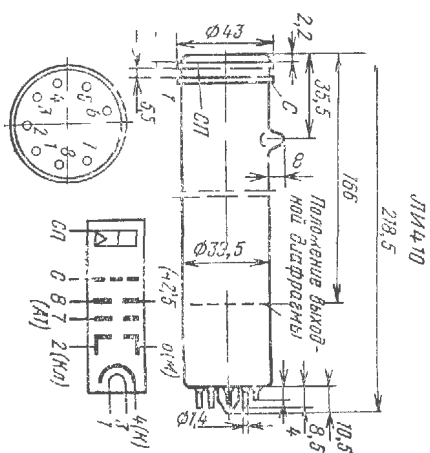
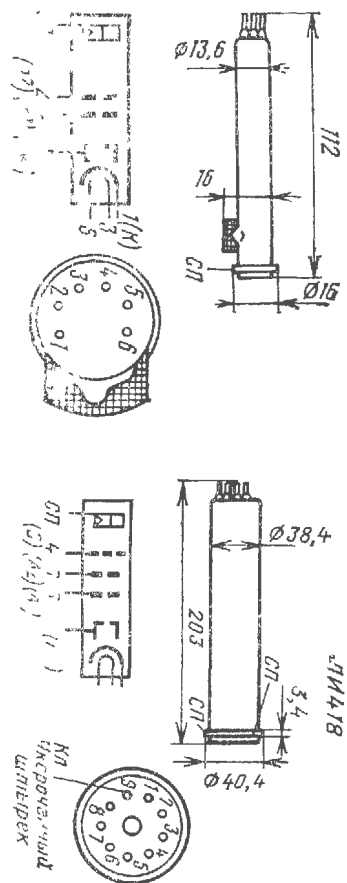
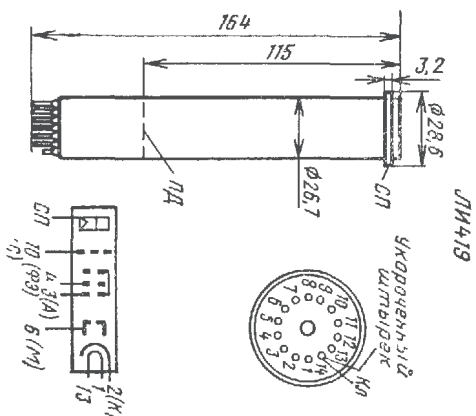
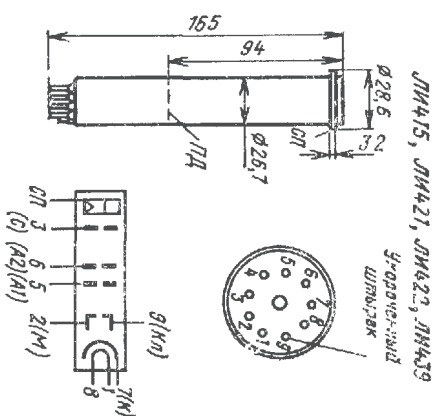
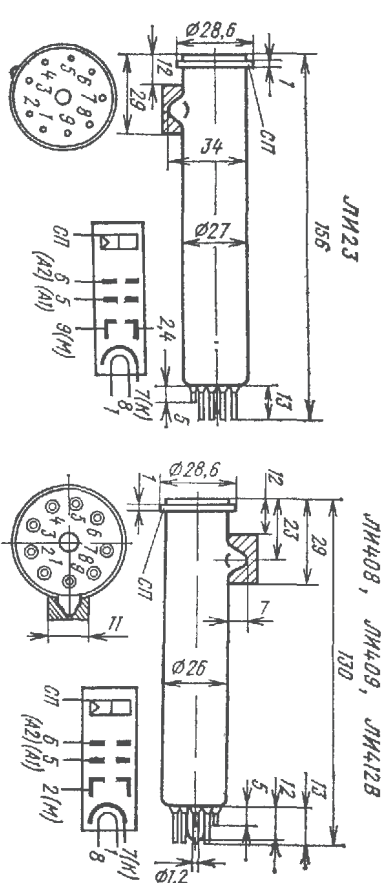
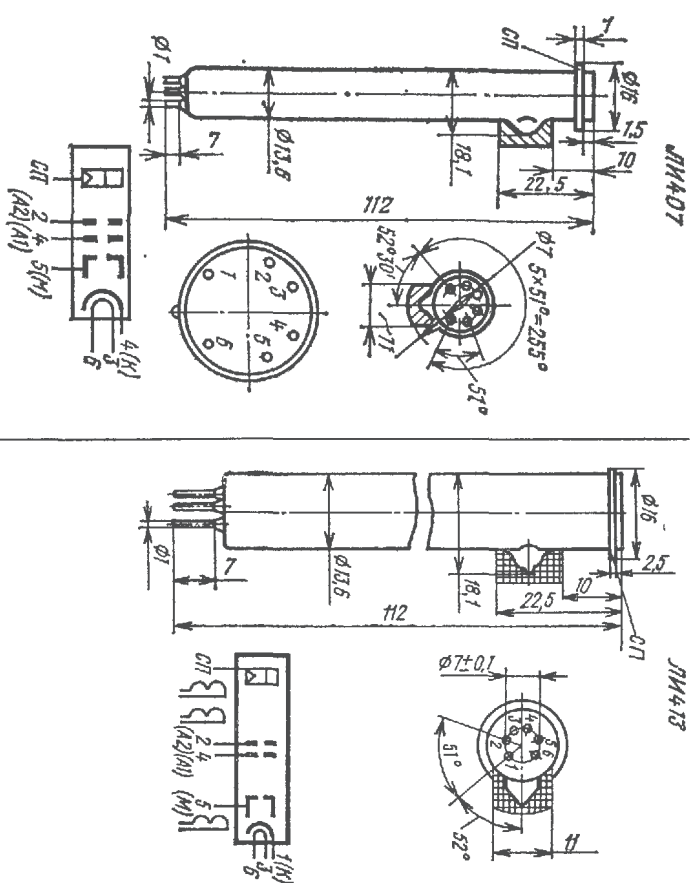
257

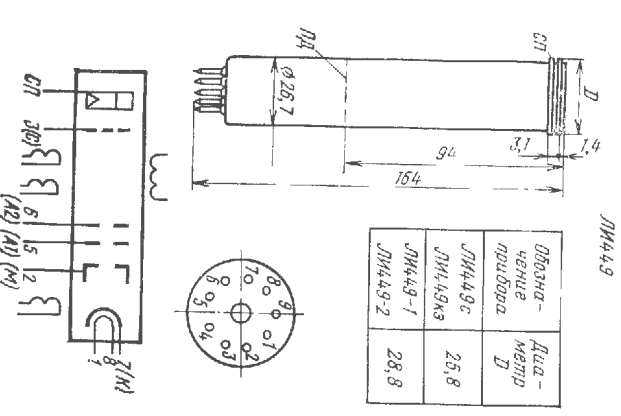
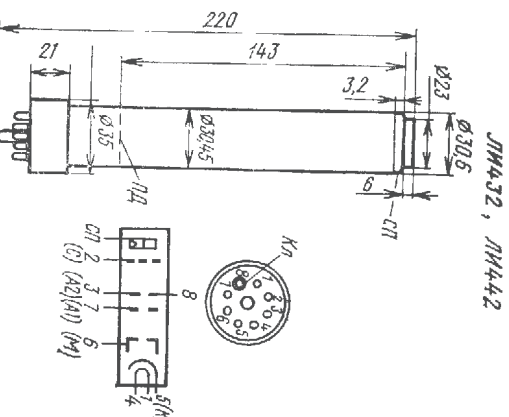
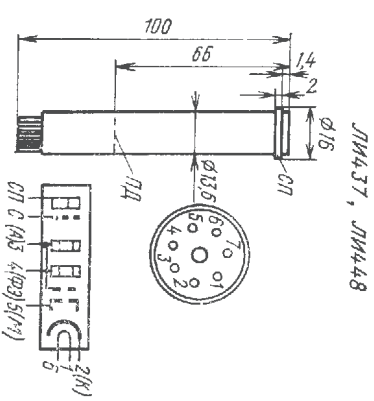
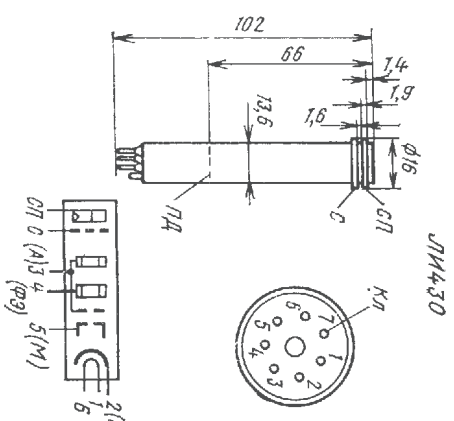
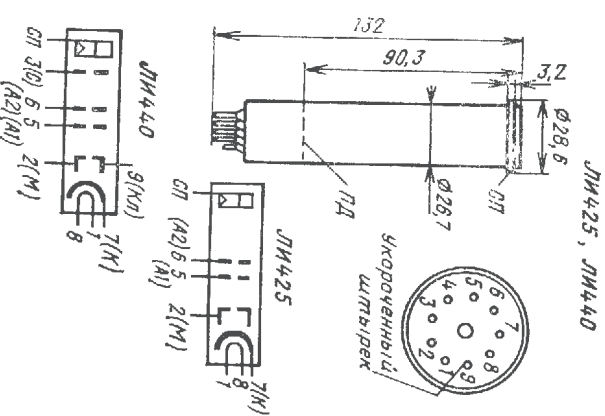
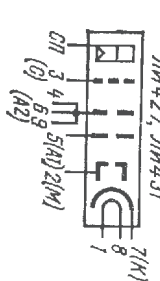
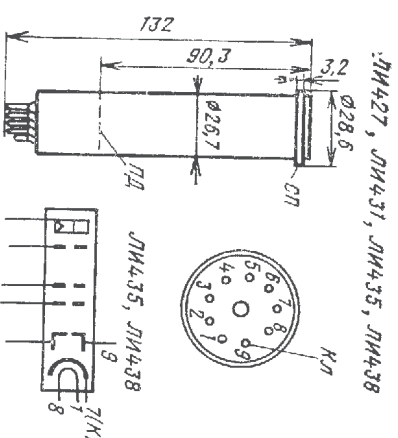
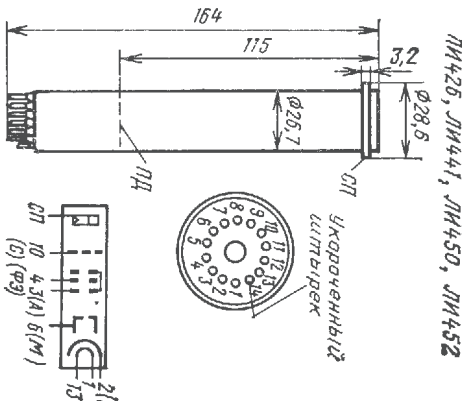
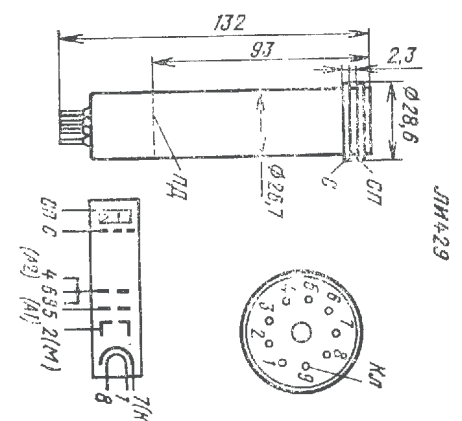
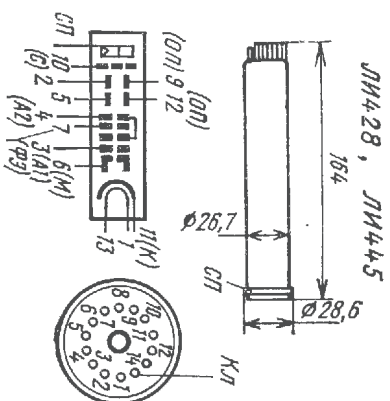
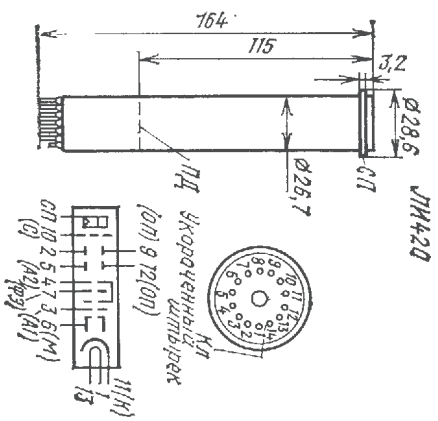
259

| Ускорение при линейных нагрузках, g (m/c^2) | Гнбпропность | | Виброустойчивость | | Акустические шумы | Одиночные удары, g (m/c^2)/длителъность удара | Срок сохраняемости, лет |
|---|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------|---|-------------------------|
| | Диапазон частот Гц | Ускорение, g (m/c^2) | Диапазон частот Гц | Ускорение, g (m/c^2) | | | |
| — | 5 2 000 | 10 (98) | 5 80 | 3 (29) | — | — | 3 |
| 100 (980) | 1 1 200, 2 500 | 8 (78) 12 (118) | 1 1 000 | 8 (78) | — | — | 12 |
| 200 (1960) | 1 3 000 | 20 (196) | 1 2 000 | 10 (98) | 50 10 000 Гц | — | 12 |
| 200 (1960) | 1 3 000 | 20 (196) | 1 3 000 | 10 (98) | 50 150 дБ | 500 (900) (1 2 мс) | 12 |
| — | 5 200 | 5 (49) | — | — | — | — | — |
| — | — | — | 1 200 | 5 (49) | — | — | 1 |
| 10 (98) | 1 1 000 | 10 (98) | 1 1 000 | 10 (9) | — | — | 8 |
| — | 1 80 | 5 (49) | — | — | — | — | — |
| 10 (98) | 1 200 | 5 (49) | — | — | — | — | 2 |
| — | 1 200 | 10 (98) | 1 200 | 5 (49) | — | — | 8 |
| 25 (245) | 1 2 000 | 10 (98) | 1 1 000 | 10 (98) | — | 150 (1470) (3 мс) | 12 |
| — | 1 200 | 5 (49) | 1 200 | 5 (49) | — | — | — |
| — | 10 200 | 5 (49) | — | — | — | — | — |
| 50 (490) | 1 600 | 5 (49) | 1 1 00 | 5 (4) | — | — | 2 |
| 200 (1960) | 1 3 000 | 20 (19) | 1 3 000 | 20 (196) | 50 10 000 Гц, 150 дБ | 150 (1470) (3 мс) | 12 |
| — | 1 80 | 5 (49) | — | — | — | — | 4 |
| — | 1 200 | 5 (49) | — | — | — | — | 5 |
| — | 1 200 | 5 (49) | 1 200 | 5 (49) | — | — | 4 |
| — | 1 2 000 | 10 (98) | 1 1 000 | 10 (98) | 50 10 000 Гц, 130 дБ | 150 (1470) (1, 3 мс) | 12 |
| 50 (490) | 1 1 000 | 10 (98) | 1 600 | 10 (98) | 50 130 дБ | 500 (4900) (1 2 мс) | 12 |
| 200 (1960) | 1 3 000 | 20 (196) | 1 2 000 | 10 (98) | 50 10 000 Гц, 150 дБ | — | 4 |
| — | 1 80 | 5 (49) | — | — | — | — | — |
| 10 (98) | 1 1 000 | 10 (98) | 1 1 000 | 10 (98) | 50 10 000 Гц, 130 дБ | — | 12 |
| — | 1 200 | 5 (49) | — | — | — | — | 1 |
| — | 1 200 | 5 (49) | — | — | — | — | 1 |
| — | 1 3 000 | 20 (196) | — | — | 50 10 000 Гц, 140 дБ | 1 000 (9 810) (0,2 1 мс) | — |
| 25 (245) | 1 1 000 | 10 (98) | 1 1 000 | 10 (98) | — | — | 12 |
| 25 (245) | 1 2 000 | 10 (98) | 1 1 000 | 10 (98) | — | — | 12 |
| — | 1 200 | 5 (49) | 1 200 | 5 (49) | — | — | 4 |
| — | 1 200 | 5 (49) | 1 200 | 5 (49) | — | — | 4 |

Габаритные размеры видиконов, схемы расположения штырьков и порядок соединения их с электродами

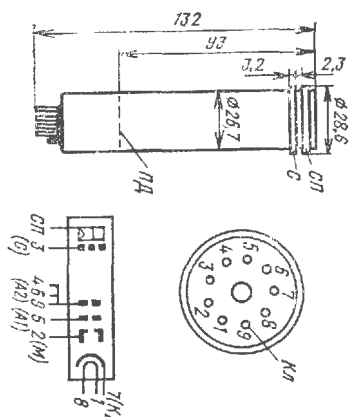
На рисунках приняты следующие условные обозначения: *М* — модулятор; *А1*, *А2* — аноды; *СП* — сигнальная пластина (кольцевой выход); *Кл* — ключ (укороченный электрод); *Э* — экран; *С* — сетка; *ФЗ* — фокусирующий электрод; *ОП* — отклоняющая пластина; *К* — катод; *ДЭ* — дополнительный электрод; *ПД* — положение диафрагмы



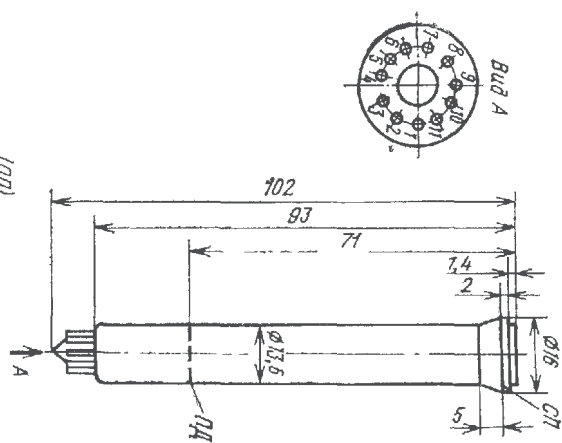


| Обозначение | Алф. метр |
|-------------|-----------|
| ЛН449-1 | 25,8 |
| ЛН449-2 | 28,8 |

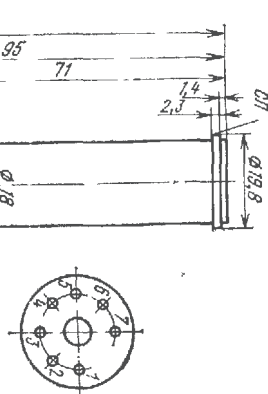
ЛМ446



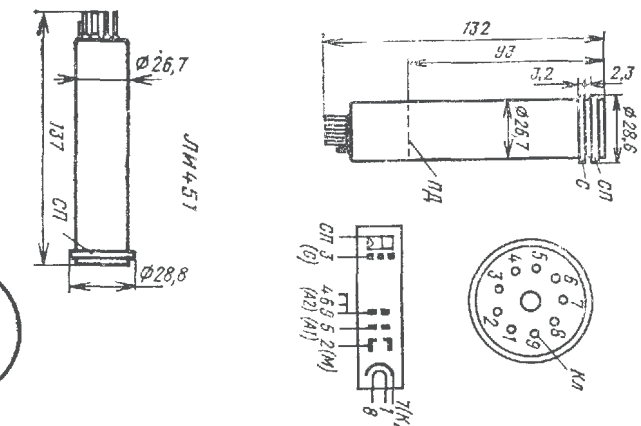
ЛМ465



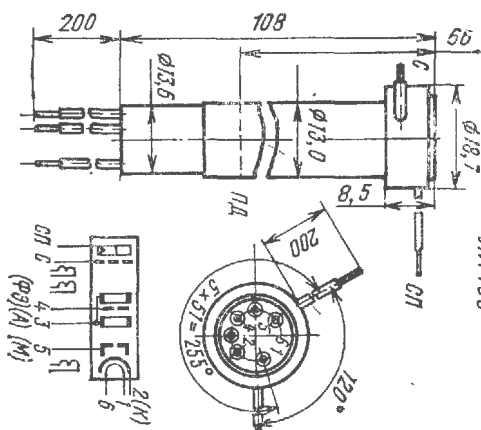
ЛМ475



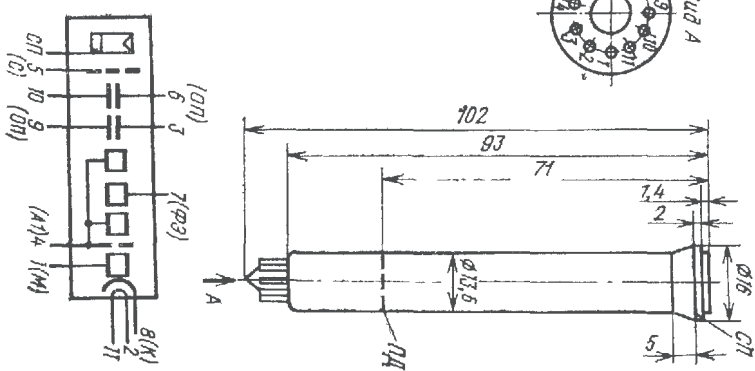
ЛМ451



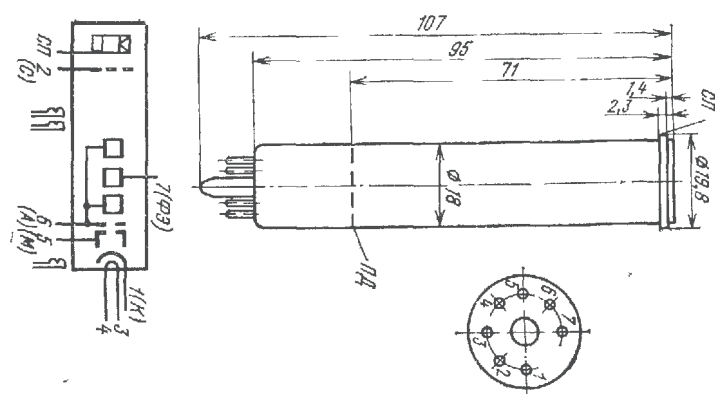
ЛМ453



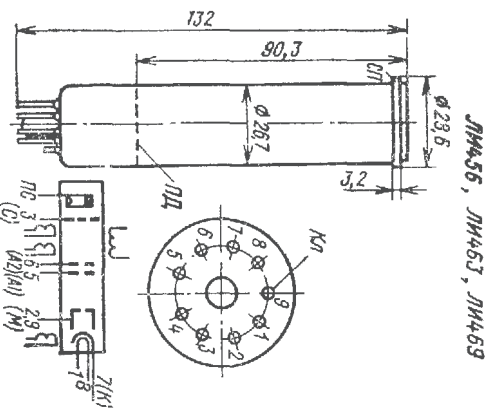
ЛМ455



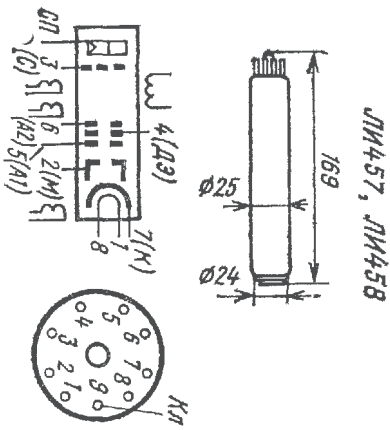
ЛМ454



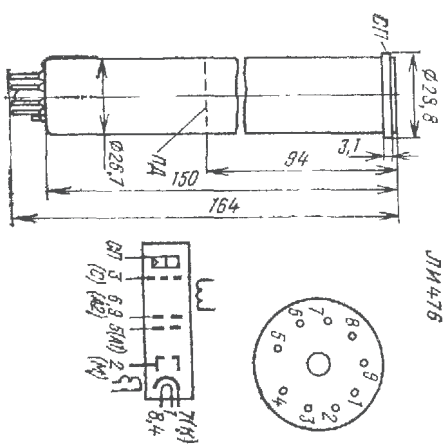
ЛМ456, ЛМ457, ЛМ463



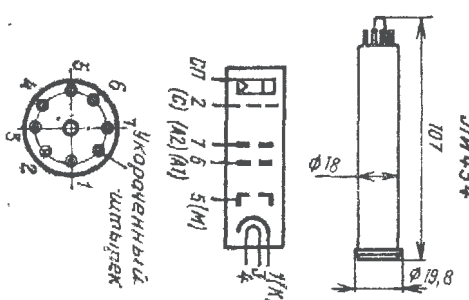
ЛМ457, ЛМ458



ЛМ476



ЛМ454



**ПИМ-3Ш, УМИ-93Ш, УМИ-95Ш, УМИ-92ШВ,
ПИКОХРОН-1, М-9Ш, М9В, М-9Ц, МФ-1, ЭПИ-1,
УМ-92ШВ, ЗИМ-1, ЗИС-1, ЭП-15, ЭП-15-1**

Параметры электронно-оптических

| Тип прибора | Способ фокусировки | Число камер, шт | Диаметр ЭОП, мм | Длина ЭОП, мм | Тип фотокатода | D_p , мм | S_{Σ} , мА/Вт |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|---------------|--|------------|------------------------------------|
| ПИМ-3Ш | Э | 1 | 110 | 310 | Кислородно-цезиевый Сульмяно-цезиевый Многощелочной | 12 | 50 |
| УМИ-93Ш | Э, М | 4 | 120 | 615 | Кислородно-цезиевый Сульмяно-цезиевый Многощелочной | 12 | 50 83 166 |
| УМИ-95Ш | Э, М | 6 | 120 | 815 | Кислородно-цезиевый Сульмяно-цезиевый Многощелочной | 12 | 50 83 166 |
| УМИ-92ШВ (с ВОП на входе) | Э, М | 3 | 120 | 515 | Кислородно-цезиевый Сульмяно-цезиевый Многощелочной | 12 | 50 83 166 |
| «Пикокрон-1» | Э, М | 6 | 120 | 930 | Кислородно-цезиевый Сульмяно-цезиевый Многощелочной | 3 | 50 83 166 |
| М-9Ш | М | 1 | 120 | 120 | Кислородно-цезиевый | 40 | 50 |
| М-9В (с ВОП на выходе) | М | 1 | 120 | 120 | Сульмяно-цезиевый Многощелочной Кислородно-цезиевый | 40 | 83 166 166 |
| М-9Ц | М | 1 | 120 | 120 | Кислородно-цезиевый Сульмяно-цезиевый Многощелочной | 40×5 | 50 83 166 |
| МФ-1 | Э, М | 1 | 150 | 150 | Кислородно-цезиевый Сульмяно-цезиевый Многощелочной | 40 | 50 83 166 |
| ЭПИ-1 | М | 1 | 130 | 320 | Кислородно-цезиевый Сульмяно-цезиевый Многощелочной | 4×50 | 50 |
| УМ-92ШВ (с ВОП на выходе) ЗИМ-1 | М Э | 3 3 | 120 60 | 315 93 | Кислородно-цезиевый Сульмяно-цезиевый Многощелочной Сульмяно-цезиевый | 40 16 | 83 166 50 83 116 30 |

преобразователей

Таблица 5.16

| Рабочий диаметр крана, мм | Цвет свечения люминофора крана | σ , отн ед | γ , отн ед | N , нтр./мм | U_p , кВ | Временное разрешение, с |
|---------------------------|--------------------------------|-------------------|---|---------------|------------------|---|
| 40 | Синий или желто-зеленый | 2 | 10...50 | 35 | 15 | 5·10 ⁻⁹ (в пикарловом режиме); 5·10 ⁻¹² (при непрерывной развертке) 5·10 ⁻¹² |
| 40 | Синий или желто-зеленый | 2 | 2·10 ⁴10 ⁵ | 15 | 35...45 | |
| 40 | Синий или желто-зеленый | 2 | 2·10 ⁷10 ⁸ | 8 | 37...50 | 5·10 ⁻¹² |
| 40 | Синий или желто-зеленый | 2 | 10 ⁴ ...10 ⁵ | 20 | 26...45 | 5·10 ⁻¹² |
| 40 | Синий | — | 10 ⁷ ...10 ⁸ | 5 | 40...60 | — |
| 40 | Синий или желто-зеленый | — | 10...80 | 40 | 15 | — |
| 40 | Синий или желто-зеленый | — | 5...30 | 30 | 15 | — |
| 40 | Синий или желто-зеленый | — | 10...80 | 50 | 15 | — |
| 40 | Синий или желто-зеленый | — | 10...80 | 40 | 10...15 | — |
| 2,5× ×40 | Синий или желто-зеленый | — | — | 60 | 40...50 | — |
| 40 | Синий или желто-зеленый | 2 | 10 ⁴ ...5× ×10 ⁴ | 25 | 24...36 | — |
| — | Синий | — | 20 | 10 | 16... 20...60 | — |

18*

| Тип прибора | Способ фокусировки | Число камер, шт. | Диаметр ЭОП, мм | Длина ЭОП, мм | Тип фотокатода | D_p , мм | S_{Σ} , мА/Вт |
|----------------|--------------------|------------------|-----------------|---------------|------------------------------|------------|-----------------------|
| ЗИМ-2 | Э | 1 | 60 | 93 | Многощелевой | 16 | 80 мкА/лм |
| ЗИС-1 ЭП-15 | Э | 1 | 90 65 | 200 65 | Многощелевой Многощелевой | 25 25 | 20...60 ≥ 180 |
| ЭП-15-1 | Э | 1 | 65 | 65 | Многощелевой | 25 | ≥ 180 |

Примечание. Э — электростатическая фокусировка; М — электромагнитная фокусировка; Э, М — электростатическая и электромагнитная фокусировка; — в статическом режиме; ** — в динамическом режиме.

Основные свойства электронно-оптических преобразователей (ЭОП) связаны с возможностью регистрации невидимых человеческим глазом изображений предметов (вследствие чрезвычайно малой яркости этих изображений или если они создаются потоком излучения, лежащим вне области чувствительности глаза: инфракрасным или ультрафиолетовым). При определенном конструктивном исполнении ЭОП (наличие электронных затворов и систем развертки изображения) они позволяют также наблюдать на экране быстро протекающие процессы (длительностью 10^{-9} ... 10^{-12} с). Эти свойства ЭОП и обусловили возможные области их применения. Главными из них являются приборы для визуального наблюдения объектов в условиях плохой видимости (при низкой освещенности), так называемые приборы ночного видения. Эти приборы могут применяться также в криминалистике для выявления подделки документов (используются различия в отражательной способности в инфракрасной области спектра в металлах подпирок и подделок).

Широкое место ЭОП находят в научных исследованиях. Так, в частности, в астрономии они применяются главным образом для фотографирования невидимых глазом звезд и туманностей и их спектров. Особое место принадлежит им в исследовании быстро протекающих процессов в различных областях физики. Эта задача решается с помощью специальных ЭОП, имеющих встроенные электронные затворы и системы развертки изображения на экране ЭОП. К ним относятся ЭОП серий УМ, ПМ, ЗИС, Пиксхрон и др.

Основные параметры ЭОП приведены в табл. 5.16.

| Рабочий диаметр экрана, мм | Цвет свечения люминофора экрана | Γ_{50} , отн. ед. | η , отн. ед. | N, интр./мм | U_p , кВ | Промежуточное разделение, с |
|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|--|--|-----------------------------|
| — | Синий | — | 25 | 10 | 16 (статический режим); 20...60 (импульсный режим) | — |
| 47 25 | Синий Желто-зеленый | 1,1...1,6 0,9...1,0 | 10...50 50 | 25 50 (центр); 35 (на диаметре 20 мм) | 16 10 | — |
| 25 | Синий | 0,9...1,0 | 15 | 50 (центр); 35 (на диаметре 20 мм) | 10 | — |

Глава 6

Тепловые приборы

6.1. Болометры

БКМ-1, БКМ-2, БКМ-4

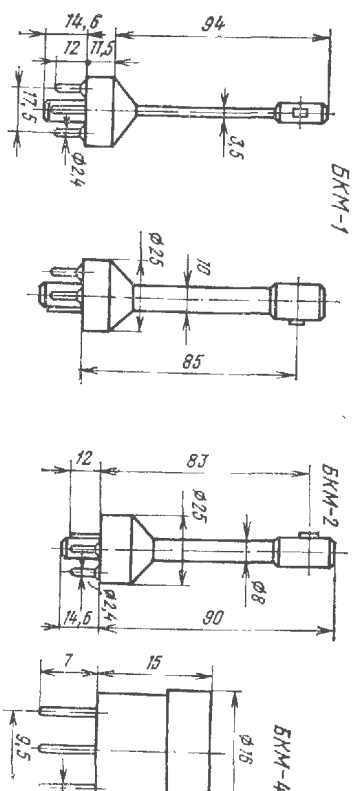
Болометры предназначены для преобразования энергии теплового излучения в электрический сигнал. Применяются в системах бесконтактного дистанционного измерения температуры, радиометрах и лабораторных спектрометрических приборах, работающих в диапазоне длин волн от 2 до 15 мкм. Выпускаются в герметичном металлическом корпусе. Чувствительный элемент болометра БКМ-1, выполненный в виде тонкой (10—20 мкм) пластины из смеси окислов марганца и кобальта, размещен на весу в корпусе прибора.

Чувствительный элемент болометра БКМ-2 размещен внутри корпуса прибора на кварцевой подложке, а чувствительный элемент болометра БКМ-4 — на стеклянной подложке. Входные окна всех трех типов болометров выполнены из бромистого калия. Масса болометров БКМ-1 и БКМ-2 не более 30 г, болометра БКМ-4 не более 20 г.

Основные параметры при температуре (20±5) °C

| Размер приемной площадки, мм | БКМ-1 | БКМ-2 | БКМ-4 |
|---|--|---|--|
| Количество чувствительных элементов | $2,5 \pm 0,5 \times +0,4 \pm 0,05$ 2 (один рабочий компенсационный) | $2,5 \pm 0,5 \times \times 1,0 \pm 0,6$ 2 (один рабочий компенсационный) | $2,2 \pm 0,5 \times \times 1,0 \pm 0,06$ 2 (один рабочий компенсационный) |
| Сопротивление элемента, МОм | 2 ... 3 | 0,7 ... 2,5 | 0,6 ... 2,2 |
| Вольтовая чувствительность к току излучения от источника с температурой 373 К при частоте модуляции излучения 10 Гц, В/Вт | 200 ... 300 | 70 ... 350 | 35 ... 350 |
| Порог чувствительности к потоку излучения от источника с температурой 373 К при частоте модуляции излучения 10 Гц, Вт·Гц ^{-1/2} | $(8,6...12) \times \times 10^{-10}$ 0,09 ... 0,15 | $(7,5...20) \times \times 10^{-10}$ 2 ... 3 | $(8...43) \times \times 10^{-10}$ 4 ... 7 |
| Постоянная времени, мс | — | 1·10 ⁸ | 8·10 ⁷ |
| Обнаружительная способность к потоку излучения от источника с температурой 373 К при частоте модуляции излучения 10 Гц, Вт·Гц ^{-1/2} ·см, не менее | — | 1·10 ⁸ | 8·10 ⁷ |

Габаритные размеры болометров



БКМ-5а, БКМ-5б

Болометры полупроводниковые предназначены для преобразования энергии теплового излучения в электрический сигнал. Применяются в устройствах бесконтактного дистанционного измерения температуры, радиометрах и спектрометрах их приборах, работающих в диапазоне 1...20 мкм.

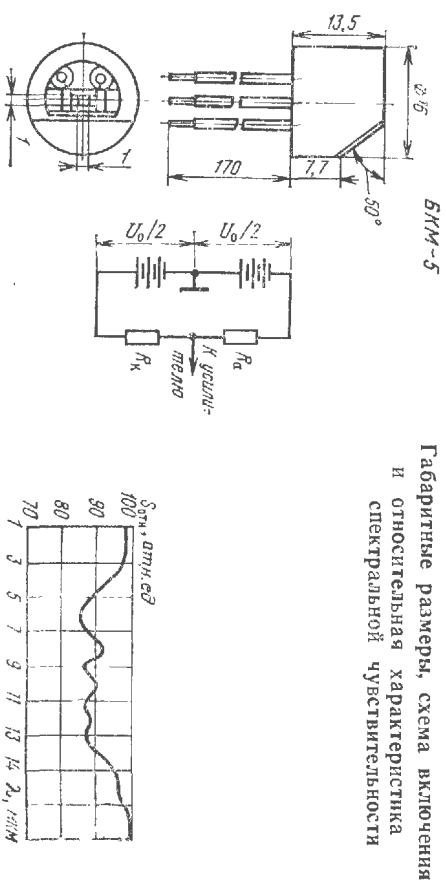
Болометры изготовлены в негерметичном металлическом корпусе. Чувствительный элемент болометра выполнен в виде пластины из смеси оксидов кобальта и марганца. Для повышения стабильности работы болометра в нем применена

температурная компенсация путем встречного включения компенсационного элемента R_k , параметры которого (сопротивление) не должны отличаться от параметров рабочего элемента более чем на ±5%.

Основные параметры

| Размер приемной площадки, мм | 1±0,1×1±0,1 |
|---|---|
| Максимальное значение регистрируемой мощности излучения, Вт, не более | 0,15 |
| Общее напряжение на болометре, В, не более: | |
| при температуре -10...+30 °C | 195 |
| при температуре 35 °C | 180 |
| при температуре 40 °C | 165 |
| при температуре 45 °C | 142 |
| при температуре 50 °C | 120 |
| Вольтовая чувствительность к потоку излучения от источника с температурой 573±1 К при частоте модуляции потока излучения 10 Гц (при температуре 20±2 °C), В/Вт, не менее: | 75 |
| БКМ-5а | 50 |
| БКМ-5б | 5·10 ⁻⁹ |
| Порог чувствительности, Вт, не более | 4 |
| Постоянная времени, мс, не более | 145 |
| Значение пикового напряжения каждого элемента при температуре 30 °C, В, не менее | 10 ¹¹ |
| Сопротивление изоляции между соединенными вместе выводами и корпусом болометра, Ом, не менее | 10 ¹¹ |
| Сопротивление обоих полупроводниковых элементов (рабочего R_a и компенсационного R_k) должно быть не более следующих значений: | |
| Температура, °C | 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 |
| R_a , Ом | 1340 1275 1205 1145 1080 1035 980 935 885 840 800 |
| Расхождение в значениях сопротивлений рабочего и компенсационного элементов болометра, Ом, не более | ±50 |

Маркировка выводов болометра: активный элемент — синего цвета, компенсационный элемент — желтого цвета, средняя точка — белого цвета.



Габаритные размеры, схема включения и относительная характеристика спектральной чувствительности

НБГ-1, НБГ-2

Болометры никелевые предназначены для преобразования энергии теплового излучения в электрический сигнал. Болометры применяются в инфракрасных спектрометрах, радиометрах и пирометрах при медленном изменении потока излучения.

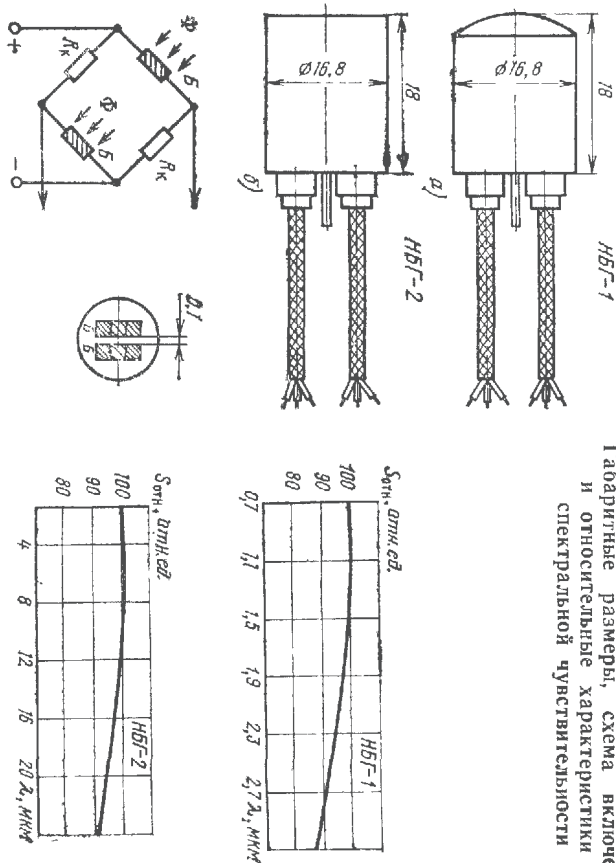
Выпускаются в пермаллоевом корпусе. Чувствительный элемент болометра представляет собой никелевую пленку толщиной около 0,1 мкм, находящуюся в свободном состоянии. Приемник состоит из двух чувствительных элементов, расположенных рядом на расстоянии менее 0,1 мм и включенных в противооположные плечи уравновешенного моста. В два других плеча моста включены металлические резисторы, обладающие близким к никелевым пленкам температурным коэффициентом сопротивления. Чувствительные элементы укреплены на кольце в корпусе прибора. Входное окно болометра НБГ-1 изготовлено из кварца. Входное окно болометра НБГ-2 изготовлено из КРС-5.

Между чувствительным элементом и входным окном болометров установлена диафрагма, которая дает возможность выделить рабочий участок с равномерной чувствительностью.

Масса болометра не превышает 26 г, срок службы — не менее пяти лет. При этом снижение входной чувствительности не должно превышать 20% от паспортного значения. Подключению болометров к входному усилителю осуществляется с помощью согласующего трансформатора.

Основные параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

| | |
|--|--------------------------------------|
| Размер приемной площадки, мм | 1,8×1,2 |
| Количество чувствительных элементов, шт. | 2 |
| Диапазон спектральной чувствительности, мкм: | |
| для НБГ-1 | 0,7...3 |
| для НБГ-2 | 0,7...25 |
| Сопротивление чувствительного элемента, Ом | 6...8 |
| Рабочий ток через чувствительный элемент, мА | 30 |
| Вольтовая чувствительность к потоку излучения от источника с температурой 373 К, В/Вт, не менее: | |
| при частоте модуляции излучения 9 Гц | 15 |
| при частоте модуляции излучения 80 Гц | 0,5 |
| Порог чувствительности к потоку излучения от источника с температурой 373 К, Вт·Гц ^{-1/2} , не более: | |
| при частоте модуляции излучения 9 Гц | 5·10 ⁻¹⁰ |
| при частоте модуляции излучения 80 Гц | 1·10 ⁻⁹ |
| Неравномерность чувствительности по приемной площадке, %, не более | ±15 |
| Динамический диапазон, Вт | 10 ⁻² ...10 ⁻⁸ |



Габаритные размеры, схема включения и относительные характеристики спектральной чувствительности

6.2. Пирозлектрические приемники излучения

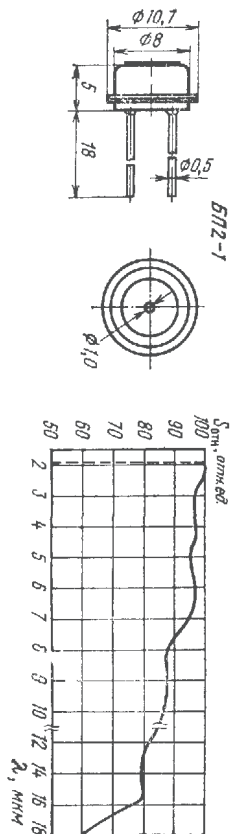
БП2-1

Предназначены для преобразования энергии теплового излучения в диалектной зоне от 1,8 до 15 мкм в электрический сигнал. Выпускаются в металлогерметичном корпусе с входным окном из германия. Масса приемника излучения не более 2 г.

Основные параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

| | |
|---|------------------------|
| Диаметр приемной площадки, мм | 1 |
| Материал чувствительного элемента | Цирконат-титанат бария |
| Вольтовая чувствительность к потоку излучения от источника с температурой 573 К при частоте модуляции 20 Гц, В/Вт, не менее | 50 |
| Обнаружительная способность к потоку излучения от источника с температурой 573 К при частоте модуляции 10 Гц, Вт ⁻¹ ·Гц ^{1/2} ·см, не менее | 4,5·10 ⁶ |
| Емкость чувствительного элемента, пФ, не более | 300 |

Габаритные размеры и относительная характеристика спектральной чувствительности



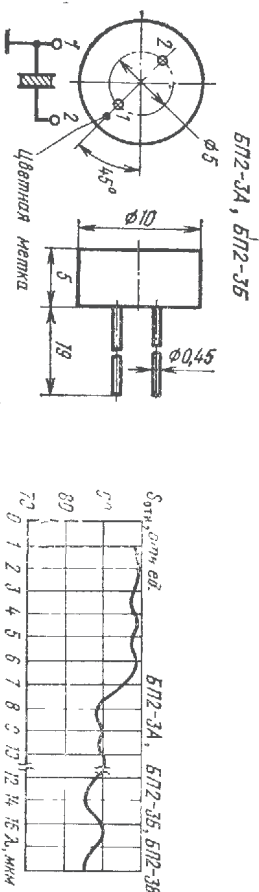
BP2-3A, BP2-3B

Предназначены для преобразования энергии теплового излучения в диапазоне длин волн от 1 до 20 мкм в электрические сигналы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе без входного окна для применения в герметичной аппаратуре. Масса приемника излучения не более 2 г.

Основные параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

| | |
|--|--------------------------|
| Материал чувствительного элемента | Цирконат-титанат бария |
| Размер приемной площадки, мм: | $\varnothing 1 \pm 0,05$ |
| BP2-3A | $0,33 \times 3$ |
| BP2-3B | |
| Вольтовая чувствительность к потоку излучения от источника с температурой 573 К при частоте модуляции 20 Гц, В/Вт, не менее | 10 |
| Обнаружительная способность к потоку излучения от источника с температурой 573 К при частоте модуляции 20 Гц, Вт \cdot Гц $^{1/2}$ ·см, не менее | $1,5 \cdot 10^6$ |
| Емкость чувствительного элемента, пФ, не более | 60 |
| Постоянная времени, мс, не более | 0,6 |

Габаритные размеры и относительная характеристика спектральной чувствительности



BP2-3B

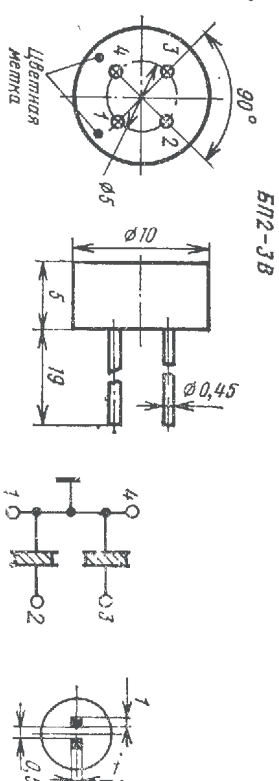
Предназначены для преобразования энергии теплового излучения в диапазоне длин волн от 1 до 20 мкм в электрические сигналы.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе без входного окна для применения в герметичной аппаратуре. Масса приемника излучения не более 2 г.

Основные параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

| | |
|--|--------------------------------|
| Материал чувствительного элемента | Цирконат-титанат бария |
| Размер приемной площадки, мм | $1 \pm 0,05 \times 1 \pm 0,05$ |
| Количество приемных площадок, шт. | 2 |
| Зазор между приемными площадками, мм | 0,5 |
| Вольтовая чувствительность к потоку излучения от источника с температурой 573 К при частоте модуляции излучения 20 Гц, В/Вт, не менее | 10 |
| Разброс вольтовой чувствительности между площадками, %, не более | ± 5 |
| Обнаружительная способность к потоку излучения от источника излучения с температурой 573 К при частоте модуляции 20 Гц, Вт \cdot Гц $^{1/2}$ ·см, не менее | $1,5 \cdot 10^6$ |
| Емкость чувствительного элемента, пФ, не более | 60 |
| Постоянная времени, мс, не более | 0,6 |

Габаритные размеры и электрическая схема соединения



6.3. Тепловые приемные устройства

BP2-2

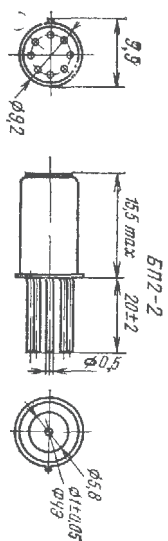
Предназначено для приема и регистрации теплового излучения в диапазоне длин волн от 1,8 до 20 мкм. Приемное устройство представляет собой пироэлектрический приемник излучения и однокаскадный усилитель сигнала, объединенные в одном металлостеклянном корпусе с входным окном из германия. Масса приемного устройства не более 5г.

Основные параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

| | |
|---|------------------------|
| Материал чувствительного элемента | Цирконат-титанат бария |
| Диаметр приемной площадки, мм | $1 \pm 0,05$ |
| Вольтовая чувствительность к потоку излучения от источника излучения с температурой 573 К при частоте модуляции 20 Гц, В/Вт, не менее | 300 |
| Обнаружительная способность к потоку излучения от источника | |

ка излучения с температурой 573 К при частоте модуляции 20 Гц, Вт·Гц^{1/2}·см, не менее 5·10⁶
 Постоянная времени, мс, не более 15
 Выходное сопротивление, кОм, не более 10
 Напряжение питания, В 15±1
 Предельно допустимое напряжение питания, В, не более 20

Габаритные размеры



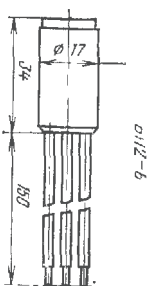
БП2-6

Предназначено для приема и регистрации теплового излучения в диапазоне длин волн от 1,8 до 20 мкм. Применяется в радиометрах и газонализаторах.
 Приемное устройство представляет собой иммерсионный пироэлектрический болометр и однокаскадный усилитель сигнала, объединенные в одном металло-стеклянном корпусе. Входным окном корпуса является германиевая линза. Масса приемного устройства не более 10 г.

Основные параметры при температуре (20±5) °С

Материал чувствительного элемента Цирконат-титанат
 Диаметр приемной площадки, мм 0,3
 Угол поля зрения, град 3
 Выходная чувствительность к потоку излучения от источника излучения с температурой 573 К при частоте модуляции 10 Гц, В/Вт, не менее 750
 Обнаружительная способность к потоку излучения от источника излучения с температурой 573 К при частоте модуляции 10 Гц, Вт·Гц^{1/2}·см, не менее 5·10⁷
 Постоянная времени, мс, не более 20
 Выходное сопротивление, кОм, не более 10
 Напряжение питания, В 15±1

Габаритные размеры



МГ-30А, МГ-30Б, МГ-30В

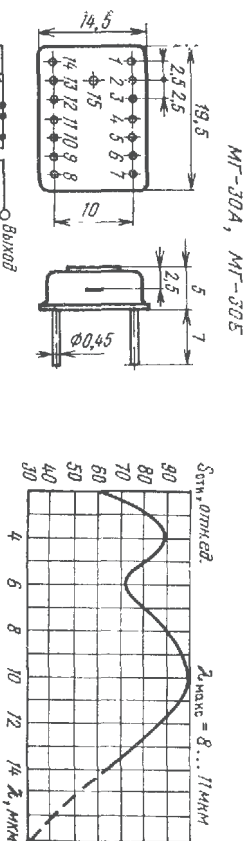
Приемные устройства МГ-30 представляют собой пироэлектрические приемники теплового излучения с интегральным преусилителем, предназначенные для регистрации и измерения модулированного излучения в диапазоне длин волн от 2 до 20 мкм.

Приемное устройство выполнено в стандартном прямоугольном металло-стеклянном корпусе типа 1203.15. В крышке корпуса имеется германиевое окно с просветляющим покрытием, обеспечивающее максимум пропускания в интервале длин волн от 8 до 14 мкм. Масса приемного устройства не более 3 г.

Основные фотоэлектрические параметры при температуре (20±5) °С

Угол поля зрения, град, не менее 90
 Размер чувствительной площадки, мм 1×1
 Выходная чувствительность к потоку излучения от источника излучения с температурой 573 К при частоте модуляции излучения 250 Гц, В/Вт, не менее 1 000
 Порог чувствительности к потоку излучения от источника излучения с температурой 573 К при частоте модуляции от 50 до 300 Гц, Вт·Гц^{1/2}, не более:
 МГ-30А 2·10⁻⁹
 МГ-30Б 5·10⁻⁹
 МГ-30В 7·10⁻⁹
 Коэффициент нелинейности вольтовой чувствительности при изменении засветки от 1 до 100 мкВт, %, не более ±30
 Граничные полосы пропускания по уровню 0,7, Гц:
 нижняя, не более 50
 верхняя, не менее 500
 Выходное сопротивление, Ом, не более 500
 Напряжение источников питания -12 В±10 %
 Суммарная потребляемая мощность от источников питания, Вт, не более 0,15

Габаритные размеры, схема включения и относительная характеристика спектральной чувствительности



МГЭПИ-25, МГЭПИ-100

Матричные пироэлектрические приемники излучения МГЭПИ-25 и МГЭПИ-100 предназначены для исследования энергетических и временных характеристик по профилю пучков лазеров в импульсном и непрерывном режимах в диапазоне длин волн от 0,4 до 25 мкм.

Приемники представляют собой многоканальные тепловые приемные устройства (ТПУ). Каждый канал ТПУ состоит из пироэлектрического приемника излучения поперечного типа с чувствительным элементом в виде полого клина и согласующего каскада, выполненного по схеме истокового повторителя на полевом транзисторе.

Основные параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

| | |
|--|--------------------|
| Размер приемной площадки, мм: | |
| МПЭПИ-25 | 50×50 |
| МПЭПИ-100 | 100×100 |
| Размер одного чувствительного элемента, мм | 10×10 |
| Количество каналов, шт.: | |
| МПЭПИ-25 | 25 |
| МПЭПИ-100 | 100 |
| Вольтова чувствительность одного канала, В/Вт (В/Дж), не менее: | |
| МПЭПИ-25 | 0,45 (10,0) |
| МПЭПИ-100 | 0,4 (8,0) |
| Порог чувствительности по мощности, Вт·Гц ^{-1/2} , не более: | |
| МПЭПИ-25 | 5·10 ⁻⁶ |
| МПЭПИ-100 | 6·10 ⁻⁶ |
| Порог чувствительности по энергии, Дж·Гц ^{-1/2} , не более: | |
| МПЭПИ-25 | 5·10 ⁻⁶ |
| МПЭПИ-100 | 6·10 ⁻⁶ |
| Коэффициент поглощения в диапазоне длин волн 0,4 ... 25 мкм, не менее | 0,95 |
| Межэлементная связь, %, не более | 3 |
| Коэффициент заполнения приемной площадки чувствительными элементами, %, не менее | 60 |
| Собственная постоянная времени чувствительного элемента, с, не более | 10 ⁻⁸ |

Глава 7

Рекомендации по применению приемников оптического излучения

7.1. Общие рекомендации по применению полупроводниковых приемников излучения

Основным условием реализации фотоэлектрических параметров приемников излучения в составе аппаратуры является правильный выбор типа приемника излучения.

При выборе типа приемника излучения в зависимости от применения его в конкретной оптико-электронной аппаратуре, как правило, рассматривают следующие основные характеристики приемников:

- диапазон спектральной чувствительности;
- вольтовую (токовую) чувствительность;
- обнаружительную способность;
- постоянную времени;
- рабочую температуру фотоэлектрического элемента.

Спектральный диапазон чувствительности приемника излучения должен быть согласован со спектральным диапазоном источника излучения, с которым должен работать данный приемник. При использовании селективных источников излучения условием является совпадение максимума излучения источника с максимумом спектральной характеристики приемника.

Чувствительность и обнаружительная способность приемника выбираются в зависимости от минимального значения принимаемого потока излучения, падающего на чувствительную площадку. При использовании приемника в составе высокочувствительной (пороговой) оптико-электронной аппаратуры чувствительность приемника должна обеспечивать на выходе устройства обнаружения отношение сигнала — шум не менее 3...5 при эффективной потере пропускания электронного тракта 10...100 Гц.

Для аппаратуры, работающей в широком диапазоне принимаемых потоков излучения, необходимо учитывать динамический диапазон приемника, который для разных типов приборов лежит в пределах от 100 до 10⁵. Приемники, применяемые для измерительной аппаратуры, должны использоваться на линейном участке энергетической характеристики.

При выборе типа приемника излучения необходимо помнить, что в высокочувствительной аппаратуре предпочтительно применение фотодиодов, работающих в вентильном режиме, которые обладают большей обнаружительной способностью по сравнению с другими приборами, работающими в том же диапазоне спектра.

Постоянная времени приемника является одной из важнейших характеристик: она определяет верхнюю границу частоты модуляции излучения. Из всех типов приемников наименьшей постоянной времени обладают фотодиоды (лавинные фотодиоды, р-и-п фотодиоды).

Охлаждение фотоэлектрического элемента требуется при работе с высокочувствительными приемниками в диапазоне спектра далее 3 мкм. При этом способ охлаждения и тип приемника излучения должны выбираться исходя из возможностей аппаратуры.

При выборе приемников излучения в пределах одного типа следует помнить, что прибор с наименьшими значениями параметров, как правило, будет обладать меньшей потенциальной надежностью, так как его параметры соответствуют пределу технологических возможностей. В результате этого технологические запасы по уровню параметров у таких приборов минимальны. Кроме того, приборы с наименьшими значениями параметров обычно составляют небольшой процент от общего количества выпускаемых приборов данного типа и ориентация на них неизбежно затрудняет комплектацию аппаратуры при серийном производстве.

При разработке оптико-электронной аппаратуры недопустимо производить отбор приемников в специальные группы, не предусмотренные техническими условиями. Такой отбор приводит, как правило, к снижению надежности аппаратуры, повышению трудоемкости и себестоимости ее изготовления и практически исключает возможность ее ремонта путем замены любым приемником излучения из имеющейся партии изделий.

Включение приемников излучения в электронную схему. Схемы включения приемников излучения при измерении их параметров и рекомендуемые схемы использования в составе аппаратуры приведены на рис. 7.1 и 7.2.

Фотрезисторы, пироэлектрические приемники излучения и полупроводниковые болометры, как правило, включаются в цепь последовательно с сопро-

При выборе посуды пропускания электронного тракта аппаратуры и частоты модуляции излучения необходимо учитывать зависимость напряжения сигнала и шума приемника излучения от частоты, в том числе и наличие составляющей шума $1/f$.

При использовании охлаждаемых фотоэлектрических приемников излучения необходимо помнить, что темновое (динамическое) сопротивление у охлаждаемого фотоувеличительного элемента значительно ниже, чем у охлаждаемого. Поэтому категорически запрещается подавать на фотоувеличительный элемент рабочее напряжение до заливки хладагента или выхода на режим термoeлектронического охладителя. В противном случае фотоувеличительный элемент выйдет из строя вследствие его электрического пробоя. На охлаждаемый фотоувеличительный элемент можно одновременно подавать рабочее напряжение только в том случае, когда последовательно с ним включено сопротивление нагрузки, равное по величине темновому сопротивлению охлаждаемого элемента.

Перед заливкой корпуса-криостата приемника жидким хладагентом полость прибора следует проутюжить осушенным воздухом для удаления из нее остатков влаги, которые при заливке могут привести к растрескиванию стеклянного корпуса прибора. При работе с жидкими хладагентами необходимо принимать меры, защищающие персонал от ожогов сжиженными газами.

При разработке оптико-электронной аппаратуры с использованием приемников излучения необходимо учитывать зависимость их основных параметров от температуры и механических нагрузок. Повышение температуры окружающей среды требует охлаждения фоторезисторов приводит к уменьшению чувствительности и обнаружительной способности приемников, уменьшению темнового сопротивления и постоянной времени, повышению уровня собственных шумов. Максимум спектральной характеристики сдвигается влево — в сторону более коротких длин волн.

Темновой ток германиевых фотодиодов и фототранзисторов увеличивается в 2 раза при повышении температуры $p-n$ перехода на каждые 10°C , у кремниевых приборов темновой ток возрастает в 2,5 раза. С повышением температуры $p-n$ перехода возрастают уровень собственных шумов и чувствительность приборов, а постоянная времени и обнаружительная способность уменьшаются. Максимум спектральной характеристики смещается влево.

Понижение температуры приборов приводит к обратным явлениям.

Повышение температуры окружающей среды охлаждаемых приемников излучения приводит к снижению их обнаружительной способности.

Если температура приборов превышает допустимую техническими условиями, на них, то необходимо ухаживаются фотоэлектрические параметры и приборный выход из строя.

При воздействии в рабочем состоянии на приемники излучения механических нагрузок (ударов, акустических шумов и вибрации) наблюдается увеличение собственных шумов приемников, уровень которых регламентируется техническими условиями на приборы. Воздействие на приемники механических нагрузок, уровень которых превышает требования ТУ, может привести к разрушению конструкции приборов и выходу их из строя.

При хранении, монтаже приемников и настройке аппаратуры необходимо соблюдать следующие меры предосторожности.

Хранение приборов следует производить только в условиях, регламентируемых ТУ, в заводской упаковке. При транспортировке и хранении МПП и

ПЭС-приборов их выводы должны быть закорочены между собой для предотвращения повреждения приборов статическим электричеством. При хранении приборов в нерабочем состоянии они не должны подвергаться воздействию сильного дневного освещения.

При хранении и эксплуатации следует применять специальные меры для защиты входных окон приемников от механических повреждений и загрязнений. Эксплуатируя охлаждаемые приборы, следует применять меры, предотвращающие затопление входных окон и обмерзание выводов при длительной работе.

При монтаже приборов в аппаратуру и их работе в составе аппаратуры должны быть приняты меры, исключающие влияние различного рода помех и наводок на входные цепи, соединяющие приемник с электронным трактом аппаратуры, а также меры, исключающие попадание на чувствительные элементы посторонних засветок.

При установке в аппаратуру приемников излучения, охлаждаемых термоэлектрическими охладителями, должны быть приняты меры для отвода тепла от «горячего» спая охладителя.

Работы, требующие непосредственного соприкосновения с выводами МПП-и ПЭС-приборов, должны производиться на металлическом листе. Соприкосновение с выводами приборов должно осуществляться оператором, использующим заземляющий браслет.

Для монтажа приемников необходимо применять маломощные низковольтные электропаяльники с заземленным наконечником. При пайке гибких проводов непосредственно у мест крепления их к приборам следует принимать меры по предупреждению перегрева выводов и их повреждения, особенно в области герметических спаев стекла с металлическими ножками (выводами).

7.2. Рекомендации по эксплуатации фотоэлектронных приборов

Выполнение приборами своих функций в аппаратуре зависит не только от уровня их параметров, но и в значительной степени от соблюдения режимов и норм их эксплуатации. Поэтому эксплуатация приборов должна проводиться в режимах и условиях, оговоренных техническими условиями на каждый в отдельности прибор. При этом не следует превышать предельно допустимые режимы, а также эксплуатировать приборы при одновременном достижении двух и более предельно допустимых значений параметров.

При креплении приборов в аппаратуре не допускается соприкосновение токонесущих элементов аппаратуры со стеклом баллона прибора, если их потенциал отличается от потенциала фотокатода. Конструкции панелей, в которые устанавливаются штрычки приборов, не должны создавать усилий, изгибающих штрычки. Не допускается конопольный способ крепления приборов в панелях, так как это может привести к изгибу ножек и даже к распрективанию стекленного баллона, а также к потере электрического контакта и возрастанию контактных шумов. Запрещается осуществлять монтаж панелей с остальными элементами, если в панели находится прибор. Не разрешается использовать свободные ножки панели в качестве опорных точек монтажа электрической схемы аппаратуры, а также привинчивать или припаивать выводы к штрычкам ножек прибора.

Пайка гибких выводов приборов должна осуществляться на расстоянии не менее 25 мм от стекла.

Не допускается при пайке использовать кислоты, а применяемые при пайке материалы не должны вызывать окисление выводов.

Во избежание облома гибких выводов и предотвращения сколов стекла не допускается пайка выводов на расстоянии менее 5...10 мм от места выпая вывода в стекле. Радиус закругления должен быть не менее 2 мм.

При сборке делителя напряжения для ФЭУ и диссекторов подплата конденсаторов должна производиться с минимально короткими выводами для снижения возможных наводок на длинные проводники и снижения индуктивности, играющей важную роль, когда необходимо принимать оптические сигналы наносекундной длительности.

Освещенность оптического изображения на фотокатоде должна быть в пределах рабочего светового диапазона. Превышение допустимых значений может привести к выжиганию фотокатода и сокращению срока службы прибора. Как в рабочем, так и в нерабочем состоянии фотокатод должен быть защищен от воздействия прямого солнечного света.

Кроме общих рекомендаций необходимо соблюдать и дополнительные указания, относящиеся к отдельным группам приборов.

Особенности эксплуатации фотоумножителей. Для обеспечения работы ФЭУ в линейном режиме ток, протекающий через делитель, должен не менее чем в 10 раз превышать максимальный ток анода. Если требуется, чтобы отклонение от линейности световой характеристики в статическом режиме не превышало 1...2%, то ток делителя должен превышать рабочий ток анода в 100...500 раз.

Сопротивления резисторов делителей напряжения должны быть в пределах от 20 кОм до 5 МОм. При регистрации ФЭУ импульсных сигналов во избежание нарушения линейности анодного тока последние звенья делителя напряжения шунтируются конденсаторами, значение емкостей которых (в фарадах) выбираются согласно следующему выражению:

$$C_n - i = \frac{100q}{3i - U_i},$$

где q — заряд импульса анодного тока, Кл; U_i — межкаскадное напряжение, В; n — общее число диодов; i — номер диода.

На тех каскадах, где импульсный ток составляет менее 0,1 среднего тока через делитель, шунтирующие конденсаторы не ставятся.

Если на выходе ФЭУ необходимо получить сигнал, воспроизводящий форму входного светового импульса, сопротивляемость нагрузки R_n должно выбираться из условия $R_n C_o \leq 16/\omega$, где C_o — общая емкость сопротивляемости нагрузки и емкость ФЭУ; ω — верхняя частота в спектре оптического сигнала.

Требуемая точность поддержания (стабилизации) напряжения на отдельных каскадах ФЭУ определяется исходя из допустимой точности поддержания коэффициента усиления ФЭУ и числа каскадов умножения:

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{\Delta M/M}{(0,7 \dots 1,0)^n},$$

где $\Delta U/U$, $\Delta M/M$ — соответственно относительное изменение напряжения питания на одном каскаде и коэффициента усиления ФЭУ; n — число каскадов умножения.

Для уменьшения влияния внешних магнитных и электростатических полей необходимо применять экранировку баллона ФЭУ. При размещении ФЭУ

в аппаратуре, а также при любых измерениях его параметров следует защищать от попадания посторонних засветок не только на фотокатод, но и на корпус баллона.

На фотокатоде и диноды ФЭУ, находящиеся под напряжением, не должны попадать посторонние засветки, но избежание полной потери работоспособности ФЭУ.

Для получения минимальных значений темновых токов рекомендуется принимать меры, обеспечивающие минимальную температуру корпуса (улучшение вентиляции, рациональное размещение ФЭУ в блоках аппаратуры, применение теплоотводящих панелей и экранов).

С целью уменьшения темновых токов и эквивалента шума темнового анодного тока в сравнении с теми значениями, которые указаны в паспорте прибора, разрешается индуктивный подбор напряжений на модуляторе и первом диноде ФЭУ (при сохранении значения общего напряжения питания).

Перед включением ФЭУ для работы его необходимо выдерживать в темноте. Это особенно важно для тех ФЭУ, которые предназначены для регистрации световых потоков, близких к порогам. В этом случае длительность выдержки должна быть не менее 24 ч.

Особенности включения фотоэлементов. В конструкции некоторых фотоэлементов имеется охранный кольцо, расположенное между фотокатодом и анодом как внутри прибора, так и на его наружной поверхности. Оно предназначено для исключения из общего тока фотоэлемента тока утечки.

При включении фотоэлемента с охранным кольцом в электрическую схему охранный кольцо следует заземлять. Необходимо помнить, что охранный кольцо эффективно только тогда, когда сопротивление утечки значительно превышает сопротивление нагрузки фотоэлемента.

Особенности эксплуатации диссекторов. Если при допустимой рабочей освещенности фотокатода выходной ток превышает предельно допустимые значения, следует снизить напряжение на вторично-электронном умножителе в промежутке между вторым и одиннадцатым динодами до получения допустимого значения выходного тока.

Для получения максимального сигнала на выходе диссектора необходимо соблюдать следующее условие:

$$I_a/I_n = 20 \dots 25,$$

где I_a — ток коллектора; I_n — ток источника питания динодов. Причем это соотношение следует соблюдать прежде всего при импульсном режиме работы диссектора.

Как во время эксплуатации, так и при хранении диссектор не рекомендуется располагать в вертикальном положении фотокатодом вниз.

Особенности эксплуатации суперорбитонов. Подготовка прибора осуществляется в следующем порядке. Вначале подают напряжение на фокусирующую и отклоняющую системы (ФОС), а затем включают источник света, создающий рабочую освещенность на фотокатоде. Только после этого включают источник питания суперорбитона. Выключение прибора производят в обратном порядке.

Не рекомендуется допускать длительную экспозицию на фотокатод прибора высококонтрастных тест-таблиц, особенно до тех пор, пока трубка не достигла рабочей температуры. При слишком низкой температуре мишени суперорбитона и при проектировании изображения на неразогретую трубку появляется сигнал послеизображения.

В процессе эксплуатации не допускается как перегрев, так и недогрев трубки. Рабочая температура мишени должна быть в пределах, которые указаны в технических условиях. Температура в области мишени и фотокатода трубки не должна превышать температуру в любой точке баллона более чем на 5°С.

Для установления рабочей температуры трубки в передающей камере целесообразно иметь систему термостабилизации. Если такая система отсутствует, то разогрев трубки необходимо проводить за счет тепла, выделяемого отклоняющими катушками. При этом время предварительного прогрева должно быть не менее 30 мин. Однако пользоваться этим способом следует только при отрицательных температурах окружающего воздуха, так как при подогреве трубки с помощью тепла катушек создается большой температурный перепад вдоль стеклянного баллона трубки.

Длительное проектирование на один и тот же участок неподвижного изображения вследствие изменения физико-химических свойств мишени может приводить к появлению эффекта «отпечатывания» изображения, равноценного по своему эффекту послепроявлению. Причем он имеет место даже при рабочей температуре мишени. Поэтому во время телевизионных передач передающую камеру нужно медленно перемещать относительно передаваемого сюжета, во избежание проектирования электронного изображения на один и те же участки мишени. Может применяться также специальный электрический блок, осуществляющий медленное перемещение электронного изображения в секции переноса. Использование таких блоков повышает долговечность трубок в 2...3 раза.

При длительных перерывах между передачами необходимо снимать напряжение с фотокатода трубки. В передающей камере должно быть предусмотрено устройство, автоматически запирающее электронный луч или подающее на мишень отрицательный потенциал при выходе из строя любой из разверток. Отсутствие такой защиты может привести к выжиганию поверхности мишени. После хранения в течение одного года и более приборы должны подвергаться трехчасовой тренировке в составе аппаратуры.

Особенности эксплуатации видеоканов. При изменении температуры окружающей среды у видеоканов происходит изменение темнового тока и тока сигнала. С повышением температуры эти токи растут. Возрастание тока сигнала ведет к задымлению изображения, а увеличение темнового тока — к возрастанию неравномерности фона.

Поддержание постоянства тока сигнала видеоканов может осуществляться двумя путями — регулировкой напряжения на сигнальной пластине или тока электронного луча. Первый путь более предпочтителен, так как снижение тока луча приведет к снижению разрешающей способности.

В передающих камерах на основе видеоканов также необходимо во избежание возможного прожигания мишени предусматривать схему автоматического зашоривания электронного луча или подачи на сигнальную пластину отрицательного потенциала при выходе из строя одной из разверток.

Особенности эксплуатации электронно-оптических преобразователей. Особенности конструктивного исполнения ЭОП, представляющего собой высоковольтный электровакуумный прибор, стеклянный вход и выход которого предназначены для прохождения светового излучения, определяют особенности его эксплуатации.

Нельзя прикасаться незащищенными руками к участкам катоды, на которых располагаются фотокатод и люминесцентный экран. Загрязнение этих поверхностей приведет к снижению разрешающей способности ЭОП.

Монтаж ЭОП в приборы и аппаратуру должен производиться после тщательного осмотра наружного изоляционного покрытия. При наличии на наружной поверхности ЭОП (в том числе на фотокатоде и экране) посторонних частиц или загрязнений следует вынуть и протереть эти поверхности безворсовой тканью, смоченной в безводном спирте или спиртоэфирной смеси, а затем — сухой тканью. Объем в аппаратуре в котором размещается ЭОП, должен быть термостатизирован и исключать возможность попадания влаги внутрь прибора. В конструкции приборов должна предусматриваться установкаatronной осушки заполненных силикагелем, для поглощения влаги, находящейся внутри прибора.

При монтаже неэкранированных ЭОП необходимо соблюдать следующие рекомендации:

подводка питающих напряжений к выводам ЭОП должна осуществляться гибкими проводками или с помощью пружинных контактов. В случае применения металлических колпачков их нижние края должны быть изолированы, во избежание короткого замыкания;

не следует подсоединять токоведущие провода к контактным выводам путем пайки или сварки;

нельзя применять для крепления твердые материалы;

не допускается непосредственное касание ЭОП к деталям корпуса прибора. Крепежные элементы неэкранированных ЭОП (держатель ЭОП), сопряженные с ним, должны обладать высокой электрической прочностью. Расположенные элементы делителя напряжений многокамерных ЭОП должны исключать возможность электрических пробоев между ними и на корпус;

для многокамерных ЭОП недопустимо включение, при котором потенциал на катоде любой камеры может стать положительным по отношению к потенциалу анода этой камеры.

При подавании на фотокатод дневного света (как прямого солнечного так и рассеянного) или излучения других источников (ламп накаливания, лазеров и т.д.) категорически запрещается подача напряжения на электроды ЭОП, во избежание «прожогов» фотокатода. Работа с аппаратурой на основе ЭОП должна вестись в темном помещении или ночью. При необходимости включения аппаратуры в светлом помещении объектив должен быть закрыт светонепроницаемой заслонкой. Если возникнет потребность вести наблюдение объекта через прибор днем, то для этого в заслонке необходимо сделать очень малое отверстие (диаметром примерно 1...2 мм), обеспечивающее сильное диафрагмирование объектива.

На складах ЭОП должны храниться в упаковке завода-изготовителя с размещенным в ней мешочком силикагеля. Не допускается просушка ЭОП путем обдувки горячим воздухом или сильным нагревом.

Список литературы

1. Асценко М. Д., Баранчиков М. Д., Смолин О. В. Микроэлектронные фотоприемные устройства. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 209 с.
2. Аксеноко М. Д., Красовский Е. А. Фоторезисторы. — М.: Сов. радио, — 1973. — 56 с.
3. Амбразяк А. Конструкция и технология полупроводниковых фотоэлектрических приборов. — М.: Сов. радио, 1970. — 392 с.
4. Берковский А. Г., Гаванин В. А., Зайдаль Н. Н. Вакуумные фотоэлектронные приборы. — М.: Энергия, 1976. — 344 с.
5. Гершберг А. Е. Передающие телевизионные трубки с внутренним фотоэф-фектом. — Л.: Энергия, 1973. — 256 с.
6. Грезин А. К., Зинovieв В. С. Микрокристаллическая техника. — М.: Машино-строение, 1977. — 232 с.
7. Кремнеукислый диод. С. Сергеев. Электрические приборы. — Киев: Наукова думка, 1971. — 234 с.
8. Мосе Г., Барретт Г., Эллис Б. Подушечки из оптоэлектроника: Пер. с англ. — М.: Мир, 1976. — 431 с.
9. Павлов А. В., Черников А. И. Приемники излучения автоматических отта-ко-электронных приборов. — М.: Энергия, 1972. — 240 с.
10. Полупроводниковые формирователи сигналов изображения: Пер. с англ./Под ред. П. Несперса, Ф. Ван де Веге и М. Уайта. — М.: Мир, 1979. — 373 с.
11. Приборы с зарядовой связью: Пер. с англ./ Под ред. Д. Хоуза и Д. Мор-гана. — М.: Энергоатомиздат, 1981. — 376 с.
12. Секен К., Томпсет М. Приборы с переносом заряда: Пер. с англ. — М.: Мир, 1978. — 328 с.
13. Приемники инфракрасного излучения/ Ж. Шоль, И. Марфан, М. Мюш и др.: Пер. с франц. — М.: Мир, 1969. — 283 с.

УКАЗАТЕЛЬ ПРИЕМНИКОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В СПРАВОЧНИКЕ

| Тип прибора | Стр. | Тип прибора | Стр. |
|---------------|--------------------|-------------|---------------|
| Фоторезисторы | | | |
| CF2-1 | 30, 32, 34, 35, 39 | CF3-9A | 42—44, 46, 47 |
| CF2-2 | 30, 32, 34, 35, 39 | CF3-9B | 42—44, 46, 47 |
| CF2-4 | 30, 32, 34, 35, 40 | CF3-16 | 42—44, 46, 47 |
| CF2-5 | 30, 33—35, 40 | CF4-1A | 51—53 |
| CF2-8 | 30, 33—35, 40 | CF4-1B | 51—53 |
| CF2-9 | 30, 33—35, 40 | CF4-1D | 51—53 |
| CF2-12 | 30, 33—35, 40, 41 | CF4-2A | 51—53 |
| CF2-16 | 30, 33—35, 40 | CF4-2B | 51—53 |
| CF2-18 | 30, 33—35, 41 | CF4-2D | 51—53 |
| CF2-19 | 30, 33—35, 41 | CF4-3A | 51—53 |
| CF3-1 | 42—44 | CF4-3B | 51—53 |
| CF3-2 | 42—46 | CF4-3D | 51—53 |
| CF3-2A | 42—44, 46 | CF4-3E | 51—53 |
| CF3-2B | 42—44, 46, 47 | CF4-3F | 51—53 |
| CF3-3 | 42—44 | CF4-3G | 51—53 |
| CF3-4A | 42—44, 46 | CF4-3H | 51—53 |
| CF3-4B | 42—44, 46, 47 | CF4-3I | 51—53 |
| CF3-5 | 42—44 | CF4-3J | 51—53 |
| CF3-7A | 42—44, 46 | CF4-3K | 51—53 |
| CF3-7B | 42—44, 46, 47 | CF4-3L | 51—53 |
| CF3-8 | 42—44 | CF4-3M | 51—53 |

| Тип прибора | Стр. | Тип прибора | Стр. |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| Фотодюль | | | |
| ФР1-3 | 47—50 | КФДМ | 54—56, 61 |
| ФР1-4 | 47—50 | ЛФД1-2 | 68—70 |
| ФР1-118 | 30, 33—35, 41, 42 | ФД1-1 | 66, 67, 69 |
| ФР-764 | 42—45, 47 | ФД1-2 | 66, 67, 70 |
| ФР-765 | 30, 32, 34, 35, 41 | ФД1-3 | 66, 67, 71 |
| ФРО-146 | 120—124 | ФД1-3А | 66, 67, 69 |
| ФРО-148 | 120—124 | ФД1-3К | 54—56, 61 |
| ФРО-Х1-142 | 127, 128 | ФД1-4Т | 66, 67, 70 |
| ФСА-П1 | 47—50 | ФД1-5Т | 66, 67, 70 |
| ФСА-П2 | 47—50 | ФД1-6Т | 66, 67, 71 |
| ФСА-0 | 47—50 | ФД1-6К | 54—56, 62 |
| ФСА-1 | 47—50 | ФД1-7Т | 66, 67, 70 |
| ФСА-1а | 47—50 | ФД1-7К | 54—56, 62 |
| ФСА-4 | 47—50 | ФД1-8К | 54—56, 61 |
| ФСА-6 | 47—50 | ФД1-9К | 54—56, 62 |
| ФСВ-17ДА | 120—124 | ФД1-10Т-А | 66, 67, 71 |
| ФСВ-16АН | 47—51 | ФД1-10Т-В | 66, 67, 71 |
| ФСВ-17АН | 47—51 | ФД1-10К | 54, 55, 57, 62 |
| ФСВ-18АА | 47—51 | ФД1-10КП | 54, 55, 57, 61 |
| ФСВ-19АА | 47—51 | ФД1-11К | 54, 55, 57, 61 |
| ФСГ-22- | 125 | ФД1-17К | 54, 55, 57, 62 |
| 3А1 | | ФД1-18К | 54, 55, 57, 62 |
| ФСГ-22- | 125 | ФД1-19К | 54, 55, 57, 63 |
| 3А2 | | ФД1-20КП | 54, 55, 57, 64 |
| ФСГ-23- | 125 | ФД1-20-30К | 54, 55, 57, 64 |
| 3А1 | | ФД1-20-31К | 54, 55, 57, 64 |
| ФСГ-23- | 125 | ФД1-20-32К | 54, 55, 57, 61, 65 |
| 3А2 | | ФД1-20-33К | 54, 55, 58, 65 |
| ФСГ-23- | 125 | ФД1-21-КП | 54, 55, 58, 65 |
| 3А2 | | ФД1-22-КП | 54, 55, 58, 65 |
| ФСГ-23- | 126 | ФД1-23К | 54, 55, 58, 62 |
| 28РТА | | ФД1-24К | 54, 55, 58, 62 |
| ФСД-П1 | 42—45 | ФД1-25К | 54, 55, 58, 65 |
| ФСД-П2 | 42—45 | ФД1-26К | 54, 55, 58, 65 |
| ФСД-П1 | 42—45 | ФД1-27К | 54, 55, 58, 61 |
| ФСД-П1а | 30, 32, 34, 35, 38 | ФД1-28КП | 54, 55, 59, 63 |
| ФСД-П1 | 30, 32, 34, 35, 38 | ФД1-246 | 54, 55, 59, 63 |
| ФСД-П2 | 30, 32, 34, 35, 38 | ФД1-252 | 54, 55, 59, 63 |
| ФСД-П17а | 30, 32, 34, 35, 38 | ФД1-252-01 | 54, 55, 59, 63 |
| ФСД-П176 | 30, 32, 34, 35, 37 | ФД1-256 | 54, 55, 60, 65 |
| ФСД-М1 | 30, 32, 34, 35, 39 | ФД1-265А | 54, 55, 60, 63 |
| ФСД-М2 | 30, 32, 34, 35, 39 | ФД1-265В | 54, 55, 60, 63 |
| ФСД-П1а | 30, 31, 34—36 | ФД1-1 | 54—56, 66 |
| ФСД-П16 | 30, 31, 34—37 | ФД1-1В | 54—56, 66 |
| ФСД-П1 | 30, 31, 34—37 | ФД1-1А2 | 54, 55, 59, 65 |
| ФСД-П1а | 30, 31, 34—37 | ФД1-155 | 54, 55, 59, 62 |
| ФСД-П16 | 30, 31, 34—37 | ФД1-К-227 | 54, 55, 59, 63 |
| ФСД-2 | 30, 31, 34—37 | ФД1-О-117 | 120—124 |
| ФСД-3 | 30, 31, 34, 35, 37 | ФД1-О-119 | 120—124 |
| ФСД-4 | 30, 31, 34—37 | ФД1-О-257 | 120—124 |
| ФСД-4а | 30, 31, 34, 35, 37 | ФД1-О-268 | 120—124 |
| ФСД-5 | 30, 31, 34, 35, 37 | 1690 | 54—56, 61 |
| ФСД-6 | 30, 31, 34, 35, 37 | 1690В | 54—56, 61 |
| ФСД-7а | 30, 31, 34, 35, 38 | 1690Б | 54—56, 61 |
| ФСД-76 | 30, 32, 34, 35, 38 | 1691 | 54—56, 61 |
| | | 93111А | 66, 67, 71 |
| | | 93111В | 66, 67, 71 |
| | | 93111В | 66, 67, 71 |

| Тип прибора | Группа | Тип прибора | Группа | Тип прибора | Группа |
|--|--------------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| Фототранзисторы | | | | | |
| ФТ-1Т | 68, 69, 70 | Ф-35С | 128—132 | ФЭУ-55 | 136, 137, 152, 153, 160 |
| ФТ-1К | 51, 55, 60, 65, 66 | Ф-36С | 128—132 | ФЭУ-56 | 136, 137, 152, 153, 167 |
| ФТ-2Т | 68, 69, 71 | Ф-37С | 128—132 | ФЭУ-58 | 136, 137, 152, 153, 160 |
| ФТ-2К | 51, 55, 60, 65, 66 | Ф-38С | 128—132 | ФЭУ-60 | 138, 139, 152, 153, 170 |
| ФТ-3Т | 68, 69, 71 | Ф-39С | 128—132 | ФЭУ-62 | 138, 139, 152, 153, 170 |
| ФТ-3К | 51, 55, 60, 65, 66 | Ф-40С | 128—132 | ФЭУ-63 | 138, 139, 152, 153, 160, 171 |
| ФТ-4Т | 68, 69, 71 | Ф-41С | 128—132 | ФЭУ-64 | 138, 139, 152, 153, 170 |
| ФТ-5Т | 68, 69, 71 | Ф-45С | 128—132 | ФЭУ-65 | 138, 139, 152, 153, 160, 172 |
| Фотоприемные устройства | | | | | |
| МИФ-15 | 67, 95 | Ф-50С | 128—132 | ФЭУ-67 | 138, 139, 152, 153, 171 |
| МФ-0.1 | 81, 95 | Ф-52С | 128—132 | ФЭУ-67А | 138, 139, 152, 153, 171 |
| МФ-0.5 | 81, 95 | Ф-53С | 128—132 | ФЭУ-67Б | 138, 139, 152, 153, 171 |
| МФ-14 | 81, 95 | Ф-55С | 128—132 | ФЭУ-68 | 138, 139, 152, 153, 172 |
| МФ-16А | 81, 95 | ФЭУ-11 | 134, 135, 150, 151, 162 | ФЭУ-69 | 138, 139, 152, 153, 173 |
| МФ-16Б | 81, 95 | ФЭУ-11А | 134, 135, 150, 151, 162 | ФЭУ-69А | 138, 139, 152, 153, 173 |
| СФ-10 | 81, 95 | ФЭУ-11Б | 134, 135, 150, 151, 162 | ФЭУ-69Б | 138, 139, 152, 153, 173 |
| СФ-11 | 81, 95 | ФЭУ-12А | 134, 135, 150, 151, 162 | ФЭУ-70 | 138, 139, 152, 153, 160, 173 |
| СФ-14 | 81, 95 | ФЭУ-12Б | 134, 135, 150, 151, 162 | ФЭУ-71 | 138, 139, 152, 153, 174 |
| СФ-30 | 90, 95 | СЭУ-13 | 131, 135, 150, 151, 162 | ФЭУ-74 | 138, 139, 152, 153, 174 |
| СФ-31 | 90, 95, 96 | СЭУ-13А | 134, 135, 150, 151, 162 | ФЭУ-74А | 138, 139, 152, 153, 174 |
| СФ-32 | 90, 95, 96 | ФЭУ-13Б | 134, 135, 150, 151, 162 | ФЭУ-77 | 138, 139, 152, 153, 160, 175 |
| ФП-34 | 90, 95, 96 | ФЭУ-14 | 134, 135, 150, 151, 162 | ФЭУ-78 | 138, 139, 152, 153, 175 |
| ФП-36 | 88, 95 | ФЭУ-15 | 134, 135, 150, 151, 162 | ФЭУ-78Б | 138, 139, 152, 153, 175 |
| ФУЛ-611 | 78, 95 | ФЭУ-16 | 134, 135, 150, 151, 161 | ФЭУ-79 | 140, 141, 154, 155, 170 |
| ФУМ-611 | 78, 95 | ФЭУ-17А | 134, 135, 150, 151, 161 | ФЭУ-81 | 140, 141, 154, 155, 175 |
| ФУО-611 | 76, 95 | ФЭУ-18А | 134, 135, 150, 151, 161 | ФЭУ-81Б | 140, 141, 154, 155, 175 |
| ФУО-612 | 76, 95 | ФЭУ-19А | 134, 135, 150, 151, 162 | ФЭУ-82 | 140, 141, 154, 155, 176 |
| ФУО-613 | 76, 95 | ФЭУ-19М | 134, 135, 150, 151, 163 | ФЭУ-82А | 140, 141, 154, 155, 176 |
| ФУО-614 | 76, 95 | ФЭУ-20 | 134, 135, 150, 151, 163 | ФЭУ-83 | 140, 141, 154, 155, 177 |
| ПП-21 | 80, 95 | ФЭУ-21 | 131, 135, 150, 151, 161 | ФЭУ-84 | 140, 141, 154, 155, 160, 176 |
| Фотоувеличители | | | | | |
| Генераторы с черенковым зарядом | | | | | |
| ФПЗС1Т | 39 | ФЭУ-26 | 134, 135, 150, 151, 163 | ФЭУ-84-1 | 140, 141, 154, 155, 176 |
| ФПЗС1М-А | 39 | ФЭУ-27 | 134, 135, 150, 151, 163 | ФЭУ-84-2 | 140, 141, 154, 155, 176 |
| ФПЗС1М-Б | 39 | ФЭУ-28 | 134, 135, 150, 151, 164 | ФЭУ-84-3 | 140, 141, 154, 155, 160, 176 |
| ФПЗС1М-В | 39 | ФЭУ-30 | 136, 137, 150, 151, 161 | ФЭУ-84-4 | 140, 141, 154, 155, 177 |
| ФПЗС3М | 102 | ФЭУ-31 | 136, 137, 150, 151, 165 | ФЭУ-84-5 | 140, 141, 154, 155, 176 |
| ФПЗС3М-1 | 102 | ФЭУ-31А | 136, 137, 150, 151, 165 | ФЭУ-85 | 140, 141, 154, 155, 174 |
| ФПЗС3М | 104 | ФЭУ-35 | 136, 137, 150, 151, 165 | ФЭУ-85А | 140, 141, 154, 155, 174 |
| ФПЗС5М-1 | 106 | ФЭУ-35А | 136, 137, 150, 151, 165 | ФЭУ-86 | 140, 141, 154, 155, 177 |
| ФПЗС5М-2 | 106 | ФЭУ-37 | 136, 137, 150, 151, 166 | ФЭУ-86А | 140, 141, 154, 155, 177 |
| ФПЗС6М | 109 | ФЭУ-38 | 136, 137, 150, 151, 164 | ФЭУ-86М-1 | 140, 141, 154, 155, 177 |
| ФПЗС6М-1 | 109 | ФЭУ-39А | 136, 137, 150, 151, 164 | ФЭУ-87 | 140, 141, 154, 155, 160, 178 |
| ФПЗС6М-2 | 109 | ФЭУ-49 | 136, 137, 150, 151, 160, 167 | ФЭУ-88 | 140, 141, 154, 155, 178 |
| ФПЗС6М-3 | 111 | ФЭУ-49Б | 136, 137, 150, 151, 160, 167 | ФЭУ-91 | 142, 143, 154, 155, 160, 178 |
| ФПЗС6М-4 | 113 | ФЭУ-50 | 136, 137, 150, 151, 160, 168 | ФЭУ-92 | 142, 143, 154, 155, 160, 178 |
| ФПЗС6М-5 | 116 | ФЭУ-51 | 136, 137, 152, 153, 169 | ФЭУ-93 | 142, 143, 154, 155, 175 |
| ФПЗС6М-6 | 118 | ФЭУ-52 | 136, 137, 152, 153, 167 | ФЭУ-94 | 142, 143, 154, 155, 179 |
| ФПЗС6М-7 | 118 | ФЭУ-54 | 136, 137, 152, 153, 160, 168 | ФЭУ-95 | 142, 143, 154, 155, 179 |
| ФПЗС6М-8 | 118 | ФЭУ-96 | 142, 143, 154, 155, 179 | ФЭУ-145 | 142, 143, 154, 155, 179 |
| Фотоэлементы селеновые | | | | | |
| Ф-32С | 128—132 | ФЭУ-97 | 142, 143, 156, 157, 180 | ФЭУ-116 | 144, 145, 156, 157, 179 |
| Ф-33С | 128—132 | ФЭУ-98 | 142, 143, 156, 157, 181 | ФЭУ-117 | 144, 145, 156, 157, 160, 185 |
| Ф-34С | 128—132 | ФЭУ-99 | 142, 143, 156, 157, 181 | ФЭУ-118 | 144, 145, 156, 157, 185 |
| | | ФЭУ-100 | 142, 143, 156, 157, 181 | ФЭУ-119 | 144, 145, 156, 157, 189 |
| | | ФЭУ-101 | 142, 143, 156, 157, 182 | ФЭУ-120 | 144, 145, 156, 157, 160, 186 |
| | | ФЭУ-102 | 142, 143, 156, 157, 182 | ФЭУ-121 | 144, 145, 156, 157, 186 |
| | | ФЭУ-103 | 142, 143, 156, 157, 181 | ФЭУ-122 | 144, 145, 156, 157, 186 |
| | | ФЭУ-104 | 142, 143, 156, 157, 160, 180 | ФЭУ-123 | 144, 145, 156, 159, 184 |
| | | ФЭУ-105 | 142, 143, 156, 157, 182 | ФЭУ-124 | 146, 147, 158, 159, 186 |
| | | ФЭУ-106 | 142, 143, 156, 157, 183 | ФЭУ-125 | 146, 147, 158, 159, 187 |
| | | ФЭУ-107 | 144, 145, 156, 157, 183 | ФЭУ-126 | 146, 147, 158, 159, 160, 187 |
| | | ФЭУ-108 | 144, 145, 156, 157, 183 | ФЭУ-127 | 146, 147, 158, 159, 188 |
| | | ФЭУ-110 | 144, 145, 156, 157, 160, 184 | ФЭУ-128 | 146, 147, 158, 159, 188 |
| | | ФЭУ-111 | 141, 145, 156, 157, 184 | ФЭУ-129 | 146, 147, 158, 159, 189 |
| | | ФЭУ-112 | 144, 145, 156, 157, 160, 179 | ФЭУ-130 | 146, 147, 158, 159, 190 |
| | | ФЭУ-113 | 144, 145, 156, 157, 160, 179 | ФЭУ-131 | 146, 147, 158, 159, 190 |
| | | ФЭУ-114 | 144, 145, 156, 157, 160, 179 | ФЭУ-132 | 146, 147, 158, 159, 190 |
| | | ФЭУ-115 | 144, 145, 156, 157, 160, 185 | ФЭУ-133 | 146, 147, 158, 159, 190 |
| | | ФЭУ-116 | 144, 145, 156, 157, 179 | ФЭУ-134 | 148, 149, 158, 159, 160, 191 |
| | | ФЭУ-117 | 144, 145, 156, 157, 160, 185 | ФЭУ-135 | 148, 149, 158, 159, 160, 191 |
| | | ФЭУ-118 | 144, 145, 156, 157, 185 | ФЭУ-136 | 148, 149, 158, 159, 160, 191 |
| | | ФЭУ-119 | 144, 145, 156, 157, 178 | ФЭУ-138 | 148, 149, 158, 159, 192 |
| | | ФЭУ-120 | 144, 145, 156, 157, 189 | ФЭУ-141 | 148, 149, 158, 159, 190 |
| | | ФЭУ-121 | 144, 145, 156, 157, 160, 186 | ФЭУ-142 | 148, 149, 158, 159, 193 |
| | | ФЭУ-122 | 144, 145, 156, 157, 186 | ФЭУ-144 | 148, 149, 158, 159, 193 |
| | | ФЭУ-123 | 146, 147, 158, 159, 184 | ФЭУ-145 | 148, 149, 158, 159, 193 |
| | | ФЭУ-124 | 146, 147, 158, 159, 186 | | |
| | | ФЭУ-125 | 146, 147, 158, 159, 187 | | |
| | | ФЭУ-126 | 146, 147, 158, 159, 160, 187 | | |
| | | ФЭУ-127 | 146, 147, 158, 159, 188 | | |
| | | ФЭУ-127-1 | 146, 147, 158, 159, 188 | | |
| | | ФЭУ-128 | 146, 147, 158, 159, 160, 188 | | |
| | | ФЭУ-129 | 146, 147, 158, 159, 189 | | |
| | | ФЭУ-130 | 146, 147, 158, 159, 190 | | |
| | | ФЭУ-131 | 146, 147, 158, 159, 190 | | |
| | | ФЭУ-132 | 146, 147, 158, 159, 190 | | |
| | | ФЭУ-133 | 146, 147, 158, 159, 190 | | |
| | | ФЭУ-134 | 148, 149, 158, 159, 160, 191 | | |
| | | ФЭУ-135 | 148, 149, 158, 159, 160, 191 | | |
| | | ФЭУ-136 | 148, 149, 158, 159, 160, 191 | | |
| | | ФЭУ-138 | 148, 149, 158, 159, 192 | | |
| | | ФЭУ-141 | 148, 149, 158, 159, 190 | | |
| | | ФЭУ-142 | 148, 149, 158, 159, 193 | | |
| | | ФЭУ-144 | 148, 149, 158, 159, 193 | | |
| | | ФЭУ-145 | 148, 149, 158, 159, 193 | | |

| Тип прибора | Стр. | Тип прибора | Стр. | Тип прибора | Стр. | Тип прибора | Стр. |
|--------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|-------------|------------------------|--|-----------------------------|
| ФЭУ-146 | 133, 148, 149, 158, 159, 160, 194 | ЛИ606 | 208, 209, 211, 215, 217, 218 | ЛИ414 | 236, 237, 254—257, 261 | ЛИ458я | 250, 251, 256—258, 259, 264 |
| ФЭУ-147 | 148, 149, 158, 159, 160, 194 | ЛИ607 | 208, 209, 211, 215, 217, 218 | ЛИ415М | 236, 237, 254—257, 261 | ЛИ458к | 250, 251, 256—258, 259, 264 |
| Фотоприемники электровакуумные | | ЛИ608 | 208, 209, 211, 215, 217, 218 | ЛИ415-2 | 236, 237, 254—257, 261 | ЛИ463 | 252—253, 256—259, 264 |
| СЦБ-3 | 196, 197, 200, 201 | ЛИ608-1 | 208, 209, 211, 215, 217, 218 | ЛИ416 | 236, 237, 254—257, 261 | ЛИ465 | 252—253, 256—259, 264 |
| СЦБ-4 | 196, 197, 200, 201 | ЛИ609 | 208, 209, 211, 215, 217, 218 | ЛИ418-1 | 236, 237, 254—257, 261 | ЛИ469 | 252—253, 256—259, 264 |
| СЦБ-51 | 196, 197, 201, 203 | ЛИ610 | 210, 211, 213, 215, 217, 218 | ЛИ418-2 | 236, 237, 254—257, 261 | ЛИ475 | 252—253, 256—259, 264 |
| Ф-1 | 196, 197, 201, 202 | ЛИ611 | 208, 209, 212, 215, 217, 218 | ЛИ419-1 | 238, 239, 254—257, 261 | ЛИ476 | 252—253, 256—259, 264 |
| Ф-2 | 196, 197, 201, 202 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ419-2 | 238, 239, 254—257, 261 | Электрононо-оптические преобразователи | |
| Ф-3 | 196, 197, 201, 202 | С, перорликоны | | ЛИ420-1 | 238, 239, 254—257, 261 | ЗИМ-1 | 266, 267 |
| Ф-4 | 196, 197, 201, 202 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ420-2 | 238, 239, 254—257, 261 | ЗИМ-2 | 268, 269 |
| Ф-5 | 196, 197, 201, 203 | С, перорликоны | | ЛИ421-1 | 238, 239, 254—257, 261 | ЗИС-1 | 268, 269 |
| Ф-6 | 196, 197, 201, 203 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ421-2 | 238, 239, 254—257, 261 | М-9В | 266, 267 |
| Ф-7 | 196, 197, 201, 203 | С, перорликоны | | ЛИ422-1 | 238, 239, 254—257, 261 | М-9Ш | 266, 267 |
| Ф-8 | 196, 197, 201, 204 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ422-2 | 238, 239, 254—257, 261 | МФ-1 | 266, 267 |
| Ф-9 | 196, 197, 201, 202 | С, перорликоны | | ЛИ422-М | 238, 239, 254—257, 261 | «Пиксхрон-1» | 266, 267 |
| Ф-10 | 196, 197, 201, 202 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ424 | 238, 239, 254—257, 261 | ПИМ-3П | 266, 267 |
| Ф-13 | 196, 197, 201, 203 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ425 | 238, 239, 254—257, 261 | УМ-92ШВ | 266, 267 |
| Ф-14 | 196, 197, 201, 204 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ426 | 238, 239, 254—257, 261 | УМ-92ШВ | 266, 267 |
| Ф-15 | 196, 197, 201, 204 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ427 | 238, 239, 254—257, 261 | УМ-93Ш | 266, 267 |
| Ф-16 | 196, 197, 201, 204 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ428 | 238, 239, 254—257, 261 | УМ-93Ш | 266, 267 |
| Ф-18 | 196, 199, 201, 205 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ429 | 238, 239, 254—257, 261 | УМ-93Ш | 266, 267 |
| Ф-21 | 198, 199, 201, 205 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ430 | 238, 239, 254—257, 261 | ЭП-15 | 268, 269 |
| Ф-22 | 198, 199, 201, 205 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ431 | 238, 239, 254—257, 261 | ЭП-15-1 | 268, 269 |
| Ф-23 | 198, 199, 201, 204 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ432 | 238, 239, 254—257, 261 | ЭПИ-1 | 266, 267 |
| Ф-29 | 198, 199, 201, 205 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ432с | 238, 239, 254—257, 261 | Болотомеры | |
| Ф-30 | 198, 199, 201, 205 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ432с | 238, 239, 254—257, 261 | БКМ-1 | 269 |
| Ф-31 | 198, 199, 201, 206 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ432с | 238, 239, 254—257, 261 | БКМ-2 | 269 |
| ФК-1 | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | БКМ-4 | 270 |
| ФК-2 | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | БКМ-5а | 270 |
| ФЭК-08 | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | БКМ-5б | 272 |
| ФЭК-09 | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | НБГ-1 | 272 |
| ФЭК-11СЛ | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | Пирозлектронные приемники излучения | |
| ФЭК-12СЛ | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | БП2-1 | 273 |
| ФЭК-14КТ | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | БП2-3А | 274 |
| ФЭК-16СМ | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | БП2-3Б | 274 |
| ФЭК-17КМ | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | БП2-3В | 274 |
| ФЭК- | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | Тепловые приемные устройства | |
| 22СЦУ | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | БП2-2 | 275 |
| ФЭК-31КМ | 200 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | БП2-6 | 276 |
| ЦТ-1 | 198, 199, 201, 206 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | МТ-30А | 276 |
| ЦТ-3 | 198, 199, 201, 206 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | МТ-30Б | 276 |
| ЦТ-4 | 198, 199, 201, 206 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | МТЭП-25 | 277 |
| Дисекторы | | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | МПЭП-100 | 277 |
| ЛИ601 | 208, 209, 210, 214, 216, 218 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | | |
| ЛИ602 | 208, 209, 210, 214, 216, 218 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | | |
| ЛИ603 | 208, 209, 210, 214, 216, 218 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | | |
| ЛИ604К | 208, 209, 211, 214, 216, 218 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | | |
| ЛИ604К-1 | 208, 209, 211, 214, 216, 218 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | | |
| ЛИ605-1 | 208, 209, 211, 214, 216, 218 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | | |
| ЛИ605-3 | 208, 209, 211, 214, 216, 218 | ЛИ612 | 210, 211, 212, 213, 215, 217, 218 | ЛИ433 | 238, 239, 254—257, 261 | | |

Содержание

Присутствие

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Глава 1 Классификация и система условных обозначений приемников оптического излучения

Глава 2 Краткие сведения о различных группах приемников оптического излучения

- 21 Фотоэлектрические приемники излучения
- 22 Фотоэлектронные приборы
- 23 Тепловые приемники излучения
- 24 Подушечки излучения

Глава 3 Основные параметры и характеристики приемников оптического излучения

- 3.1 Основные параметры и характеристики одноэлементных и многоэлементных полупроводниковых фотоэлектрических приемников излучения фотоприемных устройств и тепловых приборов
- 3.2 Система параметров многоэлементных фоточувствительных приборов
- 3.3 Основные параметры фотомножителей
- 3.4 Параметры передающих телевизионных трубок
- 3.5 Основные параметры и характеристики электронно-оптических преобразователей

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Глава 4 Фотодиоды, германиевые полупроводниковые приемники излучения

- 4.1 ФОТОРЕСТОРЫ НА ОСНОВЕ СУЛЬФИДА КАЛЬЦИЯ
ФСК 0 ФСК 1 ФСК 1а, ФСК-1б, ФСК-2, ФСК-3, ФСК-4, ФСК-4а,
ФСК 5, ФСК 6 ФСК 7а, ФСК-7б ФСК-17а, ФСК 77б, ФСК-71,
ФСК-72, ФСК-11¹ ФСК 11б, ФСК-М1 ФСК М2, ФСК-1,
ФСК-2, ФСК 1 ФСК 3, ФСК 8, ФСК 9, ФСК 12, ФСК-1б,
ФСК 19 ФСК 7А, ФСК 7Б, ФСК 7В, ФСК 7-1, ФСК 9-2
ФР 765

- 4 2 Фоторезисторы на основе селенида кадмия
ФСА1, ФСА1а, ФСА-Г1, ФСА-Г2, ФР 764, ФФ3-1, ФФ3-2, ФФ3-2А, ФФ3-2Б, ФФ3-3, ФФ3-4, ФФ3-4Б, ФФ3-5, ФФ3-7А, ФФ3-7Б, ФФ3-8, ФФ3-9А, ФФ3-9Б, ФФ3-16
- 4 3 Фоторезисторы на основе сульфидов свинца
ФСА0, ФСА1, ФСА1а, ФСА-4, ФСА-6, ФСА-Г1, ФСА-Г2, ФР1-3, ФР1-4, ФРС-С138, ФСВ-161Н, ФСВ-17АН, ФСВ-18АА, ФСВ-19АА
- 4 4 Фоторезисторы на основе селенида свинца
ФФ4-1А, ФФ4-2, ФФ4-3А, ФФ4-1Б, ФФ4-2Б, ФФ4-3Б, ФФ4-1В, ФФ4-2В, ФФ4-3В, ФФ4-1Д, ФФ4-2Д, ФФ4-3Д
- 4 5 Крепильные фотоцеллюлы и фоторезисторы
ФДК-1, ФДК-1в, ФДМ, 1690-Б, 1690-В, 1691, ФД-3К, ФД-6К, ФД-7К, ФД-8К, ФД-9К, ФД-10К, ФД-10КП, ФД-11К, ФД-17К, ФД-18К, ФД-19К, ФД-20КП, ФД-20-30К, ФД-20-31К, ФД-20-32К,

- ФД-20-3Ж, ФД-21КП, ФД-22КП, ФД-23К, ФД-24К, ФД-25
ФД-26К, ФД-27К, ФД-28КП, ФД-29К, ФД-30К, ФД-31К, ФД-32
ФД-252, ФД-252-01, ФД-246, ФД-265А, ФД-265Б, ФТ-1К, ФТ-2,
46 Германияевые фотоустройства и фотоаппараты
ФТ-1, ФД-2, ФД-3, ФД-3А, ФД-4Г, ФД-5Г, ФД-6Г, ФД-7Г,
ФД-10Г-А, ФД-10Г-Б, 93-111А, 93-111Б, 93-111В, 93-111Г, ФТ-1Г,
ФТ-2Г, ФТ-3Г, ФТ-3, ФТ-4, ФТ-5
47 Фотоприемные устройства

- | | |
|--------------------------------------|----|
| $\Phi 15-14$ | 76 |
| $\Phi Y O 611$, $\Phi Y O-6-2$ | 78 |
| $\Phi \delta A 611$, $\Phi Y M 311$ | 80 |
| $III \Pi 921$ | 81 |
| $C \Phi 4-10$, $C \Phi 4-11$ | 82 |
| $M \Phi 6 A$, $M \Phi-6 B$ | 83 |
| $M \Phi 11$ | 84 |
| $M \Phi-16 A$, $M \Phi-16 B$ | 87 |
| $M I \Phi-15$ | |

- | | |
|--|----|
| ФПВ-30, ФПВ-31, ФПВ-32, ФПВ-34 | 90 |
| Условия эксплуатации фотоприемных устройств | 95 |
| 48 Фотоувеличительные приборы с переносом заряда | 96 |

- | | |
|----------------------------|-----|
| ФП3С1М-А, ФП3С1М-В | 99 |
| ФП3С1М-Б, ФП3С1М-В | 99 |
| ФП3С3М, ФП3С3М-1 | 102 |
| ФП3С4М | 104 |
| ФП3С5М, ФП3С5М-1, ФП3С5М-2 | 106 |
| ФП3С6М, ФП3С6М-1 | 109 |
| 1200ЛМ1 | 111 |
| 1200ЛМ1 | 113 |
| 1200ЛМ1 | 116 |
| 1200ЛМ2А, 1200ЛМ2Б | 118 |

- | | | | | |
|---------|----------------------------------|---|----------------------|-----|
| УС 3211 | эксплуатации | фотоувеличительных | приборов с переносом | 120 |
| 49 | зарядка | фотоэлементов и фотодиодов на основе антимонида индия | | 120 |
| 49 | ФРО-146, ФРО 148 | ФС 17ДА, ФДО 117, ФДО-119, ФДО 237, ФДО 268 | | 120 |
| 4 10 | Фоторезисторы на основе германия | лепесткового золотого и ртутного | | 125 |
| | ФС-22 3А1, ФСТ-22 3А2 | ФСГ-23 3А1, ФСТ-23 3А2 | | 125 |

- | | | |
|-----|---|-----|
| 411 | Фотрезисторы на основе соединений кадмин — ртуть — теллур ФРО-Х1 142 | 127 |
| 412 | Сезонные компоненты Ф 32С, Ф 33С, Ф 34С, Ф 35С, Ф 36С, Ф 37С, Ф 38С, Ф 39С, Ф 40С, Ф 41С, Ф 42С, Ф 44С, Ф 45С, Ф 50С, Ф 52С, Ф 54С, Ф 55С | 128 |

Глава 5 Фотоэлектронные приборы

- 51 ФОТОМУЖИТЕЛИ
ФЭУ-11—ФЭУ-14, ФЭУ-16, ФЭУ-17—ФЭУ 20, ФЭУ 22, ФЭУ-24
ФЭУ-26—ФЭУ31, ФЭУ 35—ФЭУ 39, ФЭУ 49—ФЭУ 52, ФЭУ 54—ФЭУ56,
ФЭУ 58, ФЭУ 60, ФЭУ 62—ФЭУ 65, ФЭУ 67—ФЭУ-71, ФЭУ 74,
ФЭУ 77—ФЭУ 79, ФЭУ-81—ФЭУ-88, ФЭУ 91—ФЭУ-108,
ФЭУ 131 ФЭУ-133—ФЭУ 136, ФЭУ-138, ФЭУ 141, ФЭУ 142,
ФЭУ 144—ФЭУ-147

- | | | |
|----|--|-----|
| 52 | Фотоэлементы электровакуумные: СЛБ-3, СЛБ-4, СЛБ-51, Ф-1, Ф-2, Ф-4, Ф-5, Ф-6, Ф-7, Ф-8, Ф-9, Ф-10 Ф-13, Ф-14, Ф-15, Ф-16, Ф-18, Ф-21, Ф-22, Ф-23, Ф-29, Ф-30, Ф-31, ПГ-1, ПГ-3, ПГ-4, ФЭК-16СМ, ФЭК-17КМ, ФЭК-25СПУ, ФЭК-12СП, ФЭК-14КП, ФЭК-31КМ, ФЭК-08, ФЭК-09, ФЭК-11СП, ФЭК-1 | 195 |
| 53 | Передающие телевизионные трубки | 195 |
| 56 | | 206 |

- | № п/п | Наименование | Значение |
|-------|--------------|----------|
| 1 | Лит601 | 206 |
| 2 | Лит602 | 206 |
| 3 | Лит603 | 206 |
| 4 | Лит604К | 206 |
| 5 | Лит604К-1 | 206 |
| 6 | Лит605 | 206 |
| 7 | Лит605-1 | 206 |
| 8 | Лит606 | 206 |
| 9 | Лит607 | 206 |
| 10 | Лит608 | 206 |
| 11 | Лит608-1 | 206 |
| 12 | Лит609 | 206 |
| 13 | Лит610 | 206 |
| 14 | Лит611 | 206 |
| 15 | Лит612 | 206 |

| | |
|---|-----|
| 532 Суперортиконы | 219 |
| ЛИ201, ЛИ204, ЛИ207, ЛИ211, ЛИ212М, ЛИ214, ЛИ214 1, ЛИ217, ЛИ218, ЛИ221, ЛИ222, ЛИ223, ЛИ224, ЛИ225, ЛИ226 1, ЛИ227, ЛИ228, ЛИ230, ЛИ231, ЛИ232, ЛИ232 1, ЛИ233, ЛИ234, ЛИ235, ЛИ235-1, ЛИ236, ЛИ237, ЛИ238, ЛИ239, ЛИ240, ЛИ801, ЛИ802, ЛИ804 | 219 |
| 533 Видиконы | 231 |
| ЛИ23, ЛИ407, ЛИ408, ЛИ409, ЛИ410, ЛИ412В, ЛИ413, ЛИ414, ЛИ415, ЛИ416, ЛИ418, ЛИ418 1, ЛИ418-2, ЛИ419, ЛИ420, ЛИ421-1, ЛИ421-2, ЛИ422, ЛИ424, ЛИ425, ЛИ426, ЛИ427, ЛИ428, ЛИ429, ЛИ430, ЛИ431, ЛИ432, ЛИ435, ЛИ437, ЛИ438, ЛИ439, ЛИ440, ЛИ441, ЛИ442, ЛИ445, ЛИ446, ЛИ448, ЛИ449, ЛИ450, ЛИ451, ЛИ452, ЛИ-53, ЛИ454, ЛИ456, ЛИ457, ЛИ458, ЛИ463, ЛИ465, ЛИ469, ЛИ475, ЛИ476 | 232 |
| 54 Электронно оптические преобразователи | 268 |
| ПМЗШ, УМИ-93Ш, УМИ-95Ш, УМИ 92ШВ, Пикохрон 1, М 9Ш, М 9В, М-9Ш, МФ 1, ЭПИ 1, УМ-92ШВ, ЗИМ 1, ЗИМ 2, ЗИС 1, ЭП 1, ЭП 15, ЭП 15-1 | 269 |
| Глава 6 Тепловые приборы | 269 |
| 61 Болометры | 269 |
| БКМ 1, БКМ 2, БКМ 4 | 269 |
| БКМ 5а, БКМ 5б | 270 |
| НБГ 1, НБГ 2 | 272 |
| 62 Пирозлектрические приемники излучения | 273 |
| БП2 1 | 273 |
| БП2-3А, БП2 3Б | 274 |
| БП2 3В | 274 |
| 63 Тепловые приемные устройства | 275 |
| БП2 2 | 275 |
| БП2-6 | 276 |
| МГ-30А, МГ 30Б, МГ 30В | 276 |
| МПЭПИ 25, МПЭПИ 100 | 277 |
| Глава 7 Рекомендации по применению приемников оптического излу- чения | 278 |
| 7.1 Общие рекомендации по применению полупроводниковых приемни- ков излучения | 278 |
| 7.2 Рекомендации по эксплуатации фотоэлектронных приборов | 283 |
| Список литературы | 288 |
| Указатель приемников оптического излучения, содержащихся в спра- вочнике | 288 |