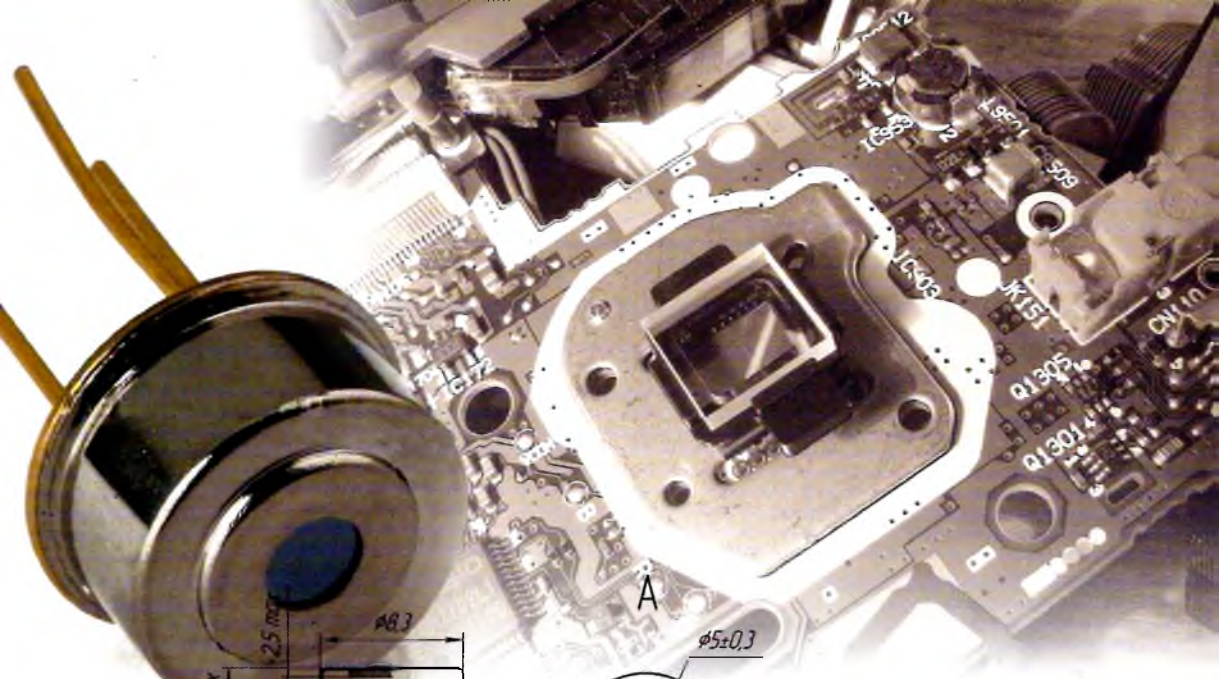
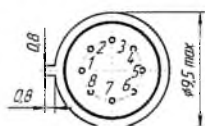
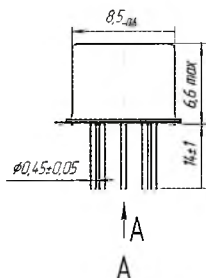


Г. Г. ИШАНИН
В. П. ЧЕЛИБАНОВ



ПРИЕМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Сокращения, используемые в книге	6
Обозначения терминов, используемых в книге	8
Фотометрические величины и единицы их измерения	8
Параметры и характеристики ПОИ	9
Фоторезисторы	11
Фотодиоды	12
Лавинные фотодиоды, фототранзисторы, полевые фототранзисторы	12
Фототиристоры	13
Многоэлементные координатные фотоприемники	13
Приборы с зарядовой связью	14
Фотоэлементы и фотоумножители	16
Электронно-оптические преобразователи	16
Термоэлементы	16
Болометры	16
Приемники на основе термоупругого эффекта в кристаллическом кварце	17
Радиационные калориметры	18
Глаз	18
Введение	19
 <i>Глава первая</i>	
Классификация, параметры и характеристики приемников оптического излучения	23
1.1. Классификация приемников излучения	23
1.2. Параметры и характеристики оптического излучения	25
1.3. Параметры и характеристики приемников излучения и их пересчет	32
Параметры ПОИ	33
Пороговые и шумовые параметры ПОИ	35
Временные параметры ПОИ	40
Характеристики ПОИ	41
Вольтовые характеристики	45
Характеристики зависимости параметров ПОИ от мощности излучения	46

Фоновые характеристики	46
Частотные характеристики ПОИ	46
Пересчет параметров приемников оптического излучения	48

Глава вторая

Приемники излучения на основе внутреннего фотоэффекта	51
2.1. Принцип действия приемников	51
2.2. Фоторезисторы	53
Постоянная времени и частотная характеристика ФР	53
Фототок, спектральная характеристика чувствительности и шумы ФР	55
Эксплуатационные параметры и относительное изменение сопротивления ФР	57
Схемы включения фоторезисторов, выбор нагрузки, максимальная вольтовая чувствительность	58
Схемы замещения ФР при частичном его освещении	62
Коррекция частотной характеристики ФР (ПОИ)	64
Охлаждение ФР	65
Конструкции неохлаждаемых ФР	67
2.3. Фотодиоды	76
Принцип действия фотодиодов	76
Диодный режим работы фотодиодов	80
Достоинства и недостатки использования ФГ- и ФД-режимов	84
Постоянная времени и частотные характеристики ФД	84
Фототок и спектральная чувствительность ФД	86
Энергетическая характеристика, шумы и обнаружительная способность ФД	88
Электронный тракт ФД	89
Конструктивное оформление, технические данные и применение ФД	89
Высокочастотные ФД	95
Поверхностно-барьерные высокочастотные ФД	95
ФД $p-t-n$ -типа	96
2.4. Приемники с внутренним усилением фототока	97
Лавинные фотодиоды	97
Фототранзисторы	99
Полевые ФТ	102
Фототиристоры	102
2.5. Приемники излучения на основе многокомпонентных систем	106
2.6. Многоцветные приемники оптического излучения	109
ФР и ФД с СВЧ-смещением	111
2.7. Координатные фотоприемники	111
Фотопотенциометры	111
Функциональные ФР и ФД	113
Координатные фотоприемники с радиальным электрическим полем (ФРЭП)	116
Координатные ФД, работающие на основе продольного фотоэффекта	117

Глава третья

Многоэлементные приемники излучения	121
3.1. Конструкции МПИ	121
Многоэлементные приемники излучения с параллельным опросом	123

Схемы включения позиционно-чувствительных четырёхэлементных фотодиодов	124
Многоэлементные приемники излучения с последовательным опросом	131
Многоэлементные приемники излучения с накоплением сигнала	133
3.2. Многоэлементные фотоприёмные устройства на основе приборов с зарядовой связью	135
Приборы с зарядовой связью	135
Накопление зарядов	143
Перенос зарядов	147
Детектирование зарядовых пакетов	151
Организация многоэлементных фотоприёмников на основе ПЗС-структур	152
Схемы включения фотоприёмников на основе ПЗС-структур	161
3.3. Приборы с зарядовой инжекцией	164
3.4. Гибридные мозаичные приемники ИК-изображения	170
3.5. Датчики изображения на основе КМОП-матриц	171
Физические основы, эквивалентная и структурная схемы КМОП-матриц	172
Дополнительные электронные блоки обработки видеосигнала в пикселе КМОП-матриц	175
Структура многофункциональных датчиков изображения на основе ПЗС и КМОП-матриц	176

Глава четвертая

Приемники излучения на основе внешнего фотоэффекта	178
4.1. Принцип действия приемников	178
4.2. Электровакуумные фотоэлементы	179
4.3. Фотоэлектронные умножители	185
4.4. Приемники излучения, модулированного сверхвысокой частотой	195
4.5. Диссекторы	197
4.6. Электронно-оптические преобразователи	199

Глава пятая

Тепловые приемники оптического излучения	206
5.1. Термоэлементы	207
5.2. Болометры	212
Глубокоохлаждаемые болометры	217
Болометры из аморфных материалов	218
Монокристаллические полупроводниковые болометры	219
Болометры с выделенной чувствительной площадкой	220
Сверхпроводящие болометры	221
5.3. Оптико-акустические (пневматические) приемники	221
Селективные ОАП	222
Неселективные ОАП	222
5.4. Пирозлектрические приемники	224
Приемники на основе BaTiO_3 , их параметры и характеристики	226
ППИ на основе монокристаллов триглицинсульфата	226
Приемники полного поглощения радиации на основе пирозлектрических преобразователей	227
Многоэлементные ППИ	229

5.5. Приемники на основе термоупругого эффекта	
в кристаллическом кварце	229
Чувствительность и частотные свойства ПТЭК	
при гармоническом воздействии потока излучения	232
Расчет электрической разности потенциалов	
и вольтовой чувствительности однородных идеальных ПТЭК	
в режиме холостого хода при импульсном воздействии	
потока излучения [1], [2], [3], [39]	240
ПТЭК, их классификация, устройство,	
параметры и характеристики	244
Многоэлементные ПТЭК (МПТЭК)	249
Фотоприемное устройство «Кварц-2А»	
с использованием одноэлементного ПТЭК	250
Фотоприемное устройство «Кварц-81М»	
с использованием одноэлементного ПТЭК	252
 <i>Глава шестая</i>	
Устройство глаза и особенности его работы с оптическими приборами	253
Приложения	259
Приложение 1	260
Приложение 2	264
Приложение 3	266
Приложение 4	269
Особенности применения ПОИ отечественного производства	269
Промышленные фоторезисторы на основе сульфида свинца	272
Промышленные фоторезисторы	
на основе селенида свинца (тип PbSe)	275
Промышленные фотоприемники на основе антимонида индия	277
Типы фоторезисторов специального назначения (InSb)	278
Фотоприемники на основе теллурида ртути и кадмия (HgCdTe) ...	279
Фоторезисторы на основе легированного германия	280
Фотоприемники на основе германиевых фотодиодов	
и фототранзисторов (Ge)	281
Фотоприемные устройства на основе халькогенидов свинца	284
Тепловые приборы	286
Фотоприемные устройства специального назначения	
для работы в двух спектральных диапазонах длин волн	289
Приемники оптического излучения НИИ «ГИРИКОНД»	293
Список литературы	296