ЧАСТЬ ВТОРАЯ
ПРИЁМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Содержание 2 части Справочника

ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ПРИЁМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 1
Глава 2.1. Приёмники УФ-диапазона спектра, 200 ...400 нм 17
2.1.1 Фотоприемники на основе полупроводниковых материалов 18
2.1.1.1 Фоторезисторы основе сульфида кадмия типа СФ2-18 и СФ2-19 [$\Delta\lambda$ =0,3...0,4; $\lambda_{макс}$=0,35 мкм] 18
2.1.1.2. Кремниевые фотодиоды, чувствительные в УФ-области спектра 20
2.1.1.2.1 Фотодиоды кремниевые типа КДФ105А, КДФ117А1, ФД-288А, ФД-304М-01, ФД-307, ФДК-142, ФДК-142-01, ФД “Квант”, ФД “Квант-1”, ФД “Гранит” [$\Delta\lambda$ =0,2...1,1 , $\lambda_{макс}$=0,4...0,83 мкм] 20
2.1.1.2.2. Фотодиоды кремниевые ФДУК-100УТ, ФДУК-10УТ, ФДУК-2УТ, ФДУК-2УП, ФДУК-11УТ, ФДУК-8УС, ФДУК-5У, ФДУК-1УСТ, ФДУК-5СТ [$\Delta\lambda$ =0,19...1,1; $\lambda_{макс}$ =0,96 мкм] 22
2.1.1.2.3. Фотодиоды кремниевые ФДУК-100УВ и ФД-УФ-1 [$\Delta\lambda$ =0,02...1,1; $\lambda_{макс}$ =0,45...0,9 мкм] 23
2.1.1.2.3д. Фотодиод кремниевый ФД-200-520 [$\Delta\lambda$ = 0,2–0,52; $\lambda_{макс}$ = 4,8 мкм] 25
2.1.1.2.4. Фотодиоды УДФ-01-01 и УДФ-04-16 [$\Delta\lambda$ =0,19...0,45; $\lambda_{макс}$=0,35 мкм] 26
2.1.1.2.4д. Фосфид-галлиевый фотодиод “Синева” [$\Delta\lambda$ = 0,25...0,46 мкм; $\lambda_{макс}$ = 0,44 мкм] 27
2.1.1.2.5. Фотоприемные устройства ФПУ-1, ФПУ-2, ФПУ-3, ФПУ-8, ФПУ-9, ФПУ-100 [$\Delta\lambda$ =0,19...1,1 мкм] 28
2.1.1.2.6. Фотоприемное устройство ФПУ ФД [$\Delta\lambda$ =0,19...1,1; $\lambda_{раб}$=0,255 мкм] 29
2.1.1.2.7. Фотоприемное устройства ФУР137Л [$\Delta\lambda$ =0,3...0,42; $\lambda_{раб}$=0,37 мкм] 30
2.1.2. Фотоприемники УФ-диапазона на основе алмаза 31
2.1.2.1. Фоторезисторы типа ФА-1, ФА-2, ФА-3 на основе алмаза [$\Delta\lambda$ =0,18...0,27; $\lambda_{макс}$=0,22 мкм] 31
2.1.2.2. Фоторезисторы типа ФА-3-1, ФА-3-2 на основе алмаза [$\Delta\lambda$ =0,19...0,3; $\lambda_{макс}$=0,22 мкм] 33
2.1.2.3. Алмазные фотовольтаические приемники ФПЯ-1-1, ФПЯ-1-2 [$\Delta\lambda$ =0,19...0,28; $\lambda_{макс}$=0,22 мкм] 34
2.1.2.4. Алмазные P-I-N фотодиоды ФД-1-1 и ФД-1-2 [$\Delta\lambda$ =0,18...0,3; $\lambda_{макс}$=0,22 мкм] 35
2.1.2.5. Алмазное фотоприемное устройство типа ФПА-1 [$\Delta\lambda$ =0,19...0,28; $\lambda_{макс}$=0,22 мкм] 36
2.1.3. Вакуумные фотоэлектронные приемники для УФ-диапазона 37
Глава 2.2 Фотоприемники диапазона 0,4....0,8 мкм 38
Глава 2.2.1. Вентильные фотоэлементы 39
2.2.1.1. 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, ФЭ-139, УФ-101 [$\Delta\lambda$ =0,35...0,7; $\lambda_{макс}$=0,5...0,6 мкм] 39
2.2.1.2. Ранние типы фотоэлементов К-5, К-10, К-20, ФЭСС-У-2; ФЭСС-У-3; ФЭСС-У-5; ФЭСС-У-10 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,2; $\lambda_{макс}$ =0,5...0,65 и 0,7...1,0 мкм] 43
2.2.2.1. Фоторезисторы ФСК-0, ФСК-1, ФСК1а, ФСК-16, ФСК-2, ФСК-3, ФСК-4, ФСК-4а, ФСК-5, ФСК-6, ФСК-7а, ФСК-76, ФСК-Г7а, ФСК-Г76, ФСК-Г1, ФСК-Г2, ФСК П1а, ФСК П16, ФСК-М1, ФСК-М2, СФ2-1, СФ2-2, СФ2-4,

СФ2-5, СФ2-5А, СФ2-5М, СФ2-8, СФ2-9, СФ2-12, СФ2-16, ФР-765, ФС2-1, ФСК-17 [$\Delta\lambda$ =0,2...0,9; $\lambda_{макс}$=0,6...0,7 мкм] 45
2.2.2.2. Фоторезисторы на основе сульфида кадмия для фотоэкспонометрической техники ФПФ-7Б, ФПФ-7В, ФПФ-7-1, ФПФ-9-2, ФР-117, ФР-118, ФР-119, ФР-121 [$\Delta\lambda$ =0,35...0,7; $\lambda_{макс}$=0,5...0,6 мкм] 52
2.2.2.3. Ранние типы фоторезисторов на основе сульфида кадмия ФС-КО, ФС-К1, ФС-К2, ФС-К4, ФС-К5, ФС-К6, ФС-К7а, ФС-К7б, ФС-КГ1, ФС-КГ2 [$\lambda_{макс}$=0,64 мкм] 55
2.2.3.2. Ранние типы фоторезисторов на основе селенида кадмия ФС-ДО, ФС-ДМ, ФС-Д1, ФС-ДГ1, ФС-ДТ1 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,22; $\lambda_{макс}$=0,74...0,75 мкм] 62
Глава 2.2.4. Фоторезисторы на основе сернистого висмута ФС-Б1, ФС-Б2 [$\Delta\lambda$ =0,45...1; $\lambda_{мак}$с=0,6...0,7 мкм] 63
Глава 2.2.5. Микропиксельные фотоприемники 65
2.2.5.1. Микропиксельные фотодиоды CPTA 140-17, CPTA 140-40, CPTA 143-30, CPTA 149b-26, CPTA 149-35, CPTA 150-50, CPTA 151-30 [$\Delta\lambda$ = 0,35…0,7 мкм] 65
2.2.5.2.Модули счетчика фотонов CPTA PC1, CPTA PC9, CPTA PC21 66
Глава 2.3. Фотоприемники “ближнего” диапазона ИК-спектра, 0,4…1,1 мкм 67
Глава 2.3.1. Кремниевые фотодиоды 68
2.3.1.1. Кремниевые фотодиоды 1690, 1690-Б, 1690-В, 1691, 2ДФ103А-5, ДПД01А, ДПД01А-2, КФДМ, КФДМ(гр.А), КФДМ(гр.Б), КОФ119А, КОФ119Б [$\Delta\lambda$ =0,5...1,12; $\lambda_{макс}$=0,7...0,96 мкм] 70
2.3.1.2. Кремниевые фотодиоды КОФ120А, КОФ120БКОФ121А, КОФ121Б, КОФ122А, КОФ122Б, КОФ125А, КОФ129, КОФ137А, МФППФ1000 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,12; $\lambda_{макс}$=0,75...0,9 мкм] 72
2.3.1.3. Кремниевые фотодиоды У-69, У-73, У-79, У-99, У-160, У163, У-180, У-212, У-214, У-244, У-258, У-262, У-264 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,87 мкм] 74
2.3.1.4. Кремниевые фотодиоды УФД01, УФД02, УФД03, УФД06, УФД11, УФД12, УФД13М, УФД14М, УФД15М, УФД15М-1 77
[$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,7...0,9 мкм] 77
2.3.1.5. Кремниевые фотодиоды УФД16, УФД20, УФД20-01, УФД21, УФД22 гр.1, УФД22 гр.2, УФД23, УФД24, УФД25М, УФД26 гр.А , УФД26 гр.Б [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм] 79
2.3.1.6. Кремниевые фотодиоды ФДК-1, ФДК-1в, ФД-2М, ФД-3К, ФД-6К, ФД-7К (гр. А), ФД-7К (гр. Б), ФД-8К, ФД-8К (гр.1690), ФД-8К(гр.1691), ФД-9К, ФД-10К [$\Delta\lambda$ =0,4...1,12; $\lambda_{макс}$=0,63...0,92 мкм] 81
2.3.1.7. Кремниевые фотодиоды ФД-10К (гр. А), ФД-10-129-1, ФД-10КП, ФД-11К, ФД-17К, ФД-18К, ФД-19КК гр.А, ФД-19КК гр.Б, ФД-20КП, ФД-20-30К, ФД-20-31К (гр.А), ФД-20-31К (гр.Б), ФД-20-32К [$\Delta\lambda$ =0,4...1,17; λмакс=0,75...0,95 мкм] 83
2.3.1.8. Кремниевые фотодиоды ФД-20-33К, ФД-21КП, ФД-22КП, ФД-23К, ФД-24К, ФД-24-01, ФД-25К, ФД-26К, ФД-27К, ФД-28КП, ФД-36, ФД-123, ФД-125К [$\Delta\lambda$ =0,4...1,12; $\lambda_{макс}$=0,72...0,9 мкм] 85
2.3.1.9. Кремниевые фотодиоды ФД-131А, ФД-131Б, ФД-131МБ, ФД-141К, ФД-К-142, ФДК-142-01, ФДК-146А,Б, ФДК-148А, (Б) [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм] 87
2.3.1.10. Кремниевые фотодиоды ФД-149, ФД-149К, ФД-150, ФД-150М, ФД-К-155, ФДК-157, ФД-225А, Б, ФД-К-227, ФД-245А, ФД-245Б [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,88 мкм] 89

Содержание 2 части Справочника

2.3.1.11. Кремниевые фотодиоды ФД-253, ФД-254, ФД-255, ФД-256, ФД-263, ФД-263-01, ФД-265А, ФД-265Б, ФД-265-01А, ФД-265-01Б, ФД-265-02А, ФД-265-02А черн., ФД-269, ФД-271, ФД-286 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,2; $\lambda_{макс}$=0,75...0,9 мкм] 91
2.3.1.12. Кремниевые фотодиоды ФД-288А, ФД-288Б, ФД-288В, ФД-288А-1, ФД-291, ФД-292, ФД-292А, ФД-293 [$\Delta\lambda$ =0,3...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,81 мкм] 93
2.3.1.13. Кремниевые фотодиоды ФД-295, ФД-296М, ФД-297М, ФД-299М, ФД-301, ФД-302, ФД-303, ФД-304М, ... 95
ФД-304М гр.А, ФД-305М [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм] 95
2.3.1.14. Кремниевые фотодиоды ФД-306М, ФД-307, ФД309, ФД310,ФД-313М, ФД-318М,ФД-319 [$\Delta\lambda$=0,34...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,95 мкм] 97
2.3.1.15. Кремниевые фотодиоды ФД-319-01, ФД-320, ФД-320-01, ФД-321М-01 гр.1, ФД-321М-01 гр.2 , ФД-321М-02 гр.А , ФД-321М-02 гр.Б, ФД-321М-03 [$\Delta\lambda$ =0,38...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,95 мкм] 99
2.3.1.16. Кремниевые фотодиоды ФД-321М-04 Гр.1, ФД-321М-04 Гр.2 , ФД-324, ФД-325М , ФД-325М-01, ФД-325М-02, ФД-327 Гр. 1, ФД-327 Гр. 2 [$\Delta\lambda$ =0,38...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,95 мкм] 101
2.3.1.17. Кремниевые фотодиоды ФД-328, ФД-330М, ФД-331, ФД-332, ФД-337А, ФД-337Б, ФД-337В, ФД-337 Гр.2 , ФД-342 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,95 мкм] 103
2.3.1.18. Кремниевые фотодиоды ФД-342-01, ФД-342-01(гр.А), ФД-344М, ФД 344, ФД 344-01, ФД 344-02, ФД-345А, ФД-345Б, ФД-371М [$\Delta\lambda$ =0,4...1,2; $\lambda_{макс}$=0,66...0,95 мкм] 105
2.3.1.19. Кремниевые фотодиоды ФД-349М, ФД-439, ФДК-КИ-2, ФДК-М [$\Delta\lambda$ =0,4...1,2; $\lambda_{макс}$=0,8...0,95 мкм] 107
2.3.1.20. Кремниевые фотодиоды ФДУК 2, ФДУК 4, ФДУК 11, ФДУК 11-1, ФДУК 11С, ФДУК 12С, ФДУК 12СТ, ФДУК 200 [$\Delta\lambda$ =0,27...1,1; $\lambda_{макс}$=0,83...0,96 мкм] 108
2.3.1.21. Кремниевые фотодиоды ФД0101, ФД0201, ФД0201К, ФД0251К, ФД0301, ФД0301К, ФД0501, ФД1001-01, ФД1001к-01, ФД1801к-01, ФД2501к-01, ФД1602, ФД1604, IWPH01-02 [$\Delta\lambda$ =0,27...1,1; $\lambda_{макс}$=0,83...0,96 мкм] 110
2.3.1.24. Кремниевые фотодиоды КДФ113А1-2, КДФ113А1-3, КДФ113А2-2, КДФ113А2-3, КДФ113А3-2, КДФ113А3-3, КДФ113А4-2, КДФ113А4-3, КДФ113А5-2 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,87 мкм] 116
2.3.1.25. Кремниевые фотодиоды КДФ113А5-3, КДФ113А6-3, КДФ113А7-2, КДФ113А8-2, КДФ115-А, КДФ115А, КДФ115А1, КДФ115-А3, КДФ115-А5 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85...0,87 мкм] 118
2.3.1.26. Кремниевые фотодиоды КДФ115А5, КДФ115Б , КДФ117А1, КДФ117А1-2, КДФ117А1-3, КДФ117А2, КДФ117А2-2, КДФ117А2-3, КДФ117А3, КДФ117А3-2, КДФ117А3-3, КДФ117А4, КДФ117А4-2, КДФ117А5, КДФ117А2-2, КДФ117А2-3, КДФ117А3, КДФ117А3-2, КДФ117А3-3, КДФ117А4, КДФ117А4-2, КДФ117А5, КДФ117А5-2, КДФ118А, КДФ118Б, КДФ117А5-2, КДФ118А, КДФ118Б [$\Delta\lambda$ =0,32...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85...0,94 мкм] 121
2.3.1.28. Кремниевые фотодиоды СФД1-3535-02, СФД1-3535-03, СФД1-3535-04, СФД1-3535-05, СФД1-3535-06 [$\Delta\lambda$ =0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,89 мкм] 126
2.3.1.29. Кремниевые фотодиоды КДФМ2-02, КДФМ4-02, КДФМ4-03, СДФ4-01, СДФ4-02, СДФ4-03, СДФ4-04 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,89 мкм] 128
2.3.1.30. Кремниевые фотодиоды СДФ4-05, СДФ4-07, СДФ4-08, СДФ4-09, СДФ12-02, СДФ16-01 [$\Delta\lambda$ =0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,89 мкм] 130
2.3.1.31. Двухспектральные фотодиоды ФДПК-1, ФДПК-2 и ФД-2Ц [$\Delta\lambda$=0,3...1,1; $\lambda_{макс}$=0,65 и 0,5 мкм] и [$\Delta\lambda$=0,4...1,8; $\lambda_{макс}$=0,85 и 1,5 мкм] 134

2.3.1.32д. Негеметизированные кремниевые PIN-фотодиоды ФД «Альфа 3», ФД «Гранит», ФД «Квант», ФД «Порог», ФД «Порог 2» 135
Глава 2.3.2. Кремниевые фототранзисторы 137
2.3.2.1. Фототранзисторы КОФ-224А, КОФ-224Б, КТФ102А, КТФ102А, КТФ102А1, КТФ102АМ, КТФ102А4, КТФ102ASp [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85...0,95 мкм] 139
2.3.2.2. Фототранзисторы КТФ104А, КТФ104Б, КТФ104В, КТФ104А Sp, КТФ102А5, КТФ108А, КТФ109А, У208А, У208Б, У208В [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85...1,08 мкм] 141
2.3.2.3. Фототранзисторы ФТ-1К гр.1, ФТ-1К гр.2, ФТ-1К-01, ФТ-1К-02, ФТ-2К гр.А, ФТ-2К гр.Б, ФТ-7Б, ФТ-7Б-01, ФТ-8Б [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85...0,95 мкм] 143
Глава 2.3.3. Фотоприемные устройства на основе кремниевых фотодиодов 144
Глава 2.3.3.1.Фотоприемные устройства для регистрации медленно изменяющихся сигналов 145
2.3.3.1.1. Фотоприемные устройства ФУО-125, ФУО-131А, ФУО-131Б, ФУО-132, ФУО-138А, ФУО-138Б [$\Delta\lambda$ =0,37...1,1; $\lambda_{макс}$=0,5...0,93 мкм] 145
2.3.3.1.2. Фотоприемное устройство "Заход" [$\Delta\lambda$ =0,45...0,75; $\lambda_{макс}$=0,55 мкм] 147
2.3.3.1.3. Фотоприемные устройства ФУО-127, ФУО-134, ФУО-135, ФУО-139, ФУО-148, ФУО-148-01 [$\Delta\lambda$ =0,37...1,1мкм] 148
2.3.3.1.3д. Фоточувствительная микросхема КА1808ВВ3 149
Глава 2.3.3.2. Фотоприемные устройства для регистрации импульсного лазерного излучения 151
2.3.3.2.1. Фотоприемные устройства ФУО-119, ФУО-119-01, ФУО119-02.01 [$\Delta\lambda$ =0,6...1,1; $\lambda_{раб}$=1,06 мкм] 151
2.3.3.2.2. Фотоприемное устройство УФУР01 (ФУЛ113) [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм] 152
2.3.3.2.3. Фотоприемные устройства ФУР124М, ФУР124М-01, ФУР124М-02, ФУР127 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм] 153
2.3.3.2.4. Фотоприемное устройство «Сектор-2В» [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм] 154
2.3.3.2.5. Фотоприемные устройства ФПУ-23, ФПУ-24Н, ФПУ-111 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм] 155
2.3.3.2.6. Фотоприемные устройства УФУО02, УФУР-04, УФУР4, ФОН-2, ФУЛ-116, ФУЛ-117, ФУЛ-118, ФУЛ-119, ФУО-113, ФУО-136, ФУР136М, ФУО-146, ФУО-156 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1 мкм] 156
2.3.3.2.7. Фотоприемное устройство ФПУ-77 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,92 мкм] 158
2.3.3.2.8д. Модули фотоприемные МФП-1А, МФП-1Б [$\Delta\lambda$ = 0,82...0,9 мкм] .....
2.3.3.2.9д. Модуль фотоприемный МФП-2 [$\Delta\lambda$ = 0,85...0,95 мкм] .....
2.3.3.2.10д. Модуль фотоприемный 8-ми канальный МФП-3 [$\Delta\lambda$ = 0,85...0,95 мкм] 161
Глава 2.3.3.3. Фотоприемные устройства для регистрации модулированного потока излучения 162
2.3.3.3.1. Фотоприемные устройства ФПУ113У-01(02) [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,9 мкм] 162
2.3.3.3.3д. Фотоприемное устройство ФПУ4ТО5 [$\Delta\lambda$ = 0,38 -1,1 мкм] 168
2.3.3.3.4д. Фотоприемные устройства ФПУ100-2 и ФПУ100-3 [$\Delta\lambda$ = 0,38 -1,1 мкм] 169
2.3.3.3.5д. Фотоприемные устройства ФПУ1-153 и ФПУ2-153 [$\Delta\lambda$ = 0,2 -1,15 мкм] 170
2.3.3.3.6д. Фотоприемная сборка СФП-03А [$\Delta\lambda$ =0,3...1 мкм] 172

2.3.3.3.7д. Фотоприемная сборка СФП-03Б [Δλ =0,3...1 мкм] 174
2.3.3.3.8д. Фотоприемные сборки СФП10-01 и СФП10-02 [Δλ =0,32...1,1 мкм] 175
2.3.3.3.2. Двухканальные фотоприемные устройства ФПУ-КИ-2 и ФПУ-М [$\Delta\lambda_{раб}$= 0,6...0,9 мкм] 177
Глава 2.3.3.4. Фотоприемные устройства систем дистанционного управления для диапазона 0,4...1,1 мкм 178
2.3.3.4.1. Фотоприемное устройство ФУО-149 [Δλ =0,65...1,1 мкм] 179
2.3.3.4.2.Фотоприемные устройства ILMS5360, ILMS5380, ILOP1836, ILOP1836SS, ILOP1838, ILOP1838SS [$\Delta\lambda_{раб}$= 0,83...1,1 мкм] 180
Глава 2.3.3.5. Многоканальные фотоприемные устройства 182
2.3.3.5.1. Многоканальные фотоприемные устройства МФ-6А, МФ-6Б [Δλ =0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85мкм] 183
2.3.3.5.2. Многоканальное фотоприемное устройство МФ-14 [Δλ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9мкм] 185
2.3.3.5.3. Многоканальные фотоприемные устройства МФ-16А, МФ-16Б, МФ-16В [Δλ =0,4...1,06; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8мкм] 186
2.3.3.5.4. Многоканальное фотоприемное устройство МИФ-15 [Δλ =0,35...1,05; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9мкм] 189
2.3.3.5.5. Многоканальные фотоприемные устройства ФПУ-14А, ФПУ-14Б [Δλ =0,5...1,5; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9мкм] 191
2.3.3.5.6. Многоканальное фотоприемное устройство ФПУ-36 [Δλ =0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9мкм] 195
2.3.3.5.6д. Фотоприемное устройство ФПУ-62 [Δλ =0,5...1,0 мкм] 197
2.3.3.5.7д. Координатная фотоприемная матрица ФПМ-256 [Δλ =0,4...1,0 мкм] 198
2.3.3.5.8д. Матричные фотоприемники КМОП-1000 и КМОП-250 [Δλ = 0,4...0,8 мкм] 199
2.3.3.5.9д. Скоростной матричный фотоприёмник 1386НК01Н4 [Δλ = 0,4...0,8 мкм] 201
Глава 2.3.4. Фототиристоры на основе кремния 202
2.3.4.1. Фототиристоры ТФ5, ТФ-10, ТФ-100 [Δλ =0,7...1,1 мкм] 203
2.3.4.2. Фототиристоры ТФ132-25-8, ТФ132-25-10 [Δλ =0,9...1,1 мкм] 204
2.3.4.3. Фототиристоры ТФ253-630, ТФ353-630, ТФ173-1000, ТФ273-1000, ТФ183-2000, ТФ193-2500 [Δλ =0,9...1,1 мкм] 206
Глава 2.3.5. Фотоприемники на основе германия для работы в спектральном диапазоне 0,5…1,8 мкм 208
2.2.5.1. Германиевые фотодиоды ФД-1, ФД-2(гр.1), ФД-2(гр.2), ФД-3, ФД-3А, ФД-4Г, ФД-5Г, ФД-6Г, ФД-7Г, ФД-10ГА, ФД-10ГБ, 9Э-111А, 9Э-111Б, 9Э-111В, ФД-266, ФД-287, ФД-315, ФД-316, ФД-351, ФД-355, ФДГ-70, ФДГ-150, ФДГ-200, ФДГ-300, ФДГ-500, ФДГ-1000, ФДГ-1500, ФДГ-3600, ФДГ-5000 [Δλ=0,4...1,9; $\lambda_{макс}$=1,5...1,55мкм].....209
2.2.5.2. Германиевые фотодиоды на термоохладителе ФДГ-500СТ...ФДГ-5000СТ [Δλ =0,5...1,6; $\lambda_{макс}$=1,5 мкм] 213
2.2.5.3. Германиевые лавинные фотодиоды серий ЛФДГ-70 и ЛФДГ-150 [Δλ =0,5...1,6; $\lambda_{макс}$=1,5 мкм] 214
2.2.5.3д. Германиевые фотодиоды ФД “Меркурий”, ФД “Призма-3”, ФД “Призма-5”, ФД-А(Б) “Рубин” [Δλ =0,5...1,6; $\lambda_{макс}$=1,5 мкм] 216
Глава 2.3.6. Германиевые фототранзисторы для регистрации излучения в диапазоне 0,4…1,8 мкм 217
2.3.6.1. Германиевые фототранзисторы ФТ-1Г, ФТ-2Г, ФТ-3Г, ФТГ-3, ФТГ-4, ФТГ-5, ФТГ-6 [Δλ =0,4...1,8; $\lambda_{макс}$=1,5...1,6 мкм] 218
Глава 2.3.7. Фотоприемные устройства на основе германиевых фотодиодов 220
2.3.7.1д. Фотоприемное устройство ФПУ-007 [Δλ =1,06...1,57 мкм] 226

2.3.7.2. Фотоприемные устройства ФПМ-500СТ и ФПМ-1000СТ [$\Delta\lambda$ =0,6...1,6; $\lambda_{раб}$=1,54 мкм] 228
Глава 2.3.8. Кремниевые и германиевые координатно-чувствительные приемники излучения 229
2.3.8.1. Кремниевые координатно-чувствительные фотодиоды “Веер-1”, “Веер-2”, КЧФ-1-29, КЧФ-1-29Р, КЧФ-2-9, КЧФ-2-18, ФДК-151, ФДК-152, ФДК-152А, PSD949 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{раб}$=0,8...0,9 мкм] 230
2.3.8.2. Многоэлементные фотодиоды с кодом Грея ФД246А, ФД246Б, ФД246АМ, ФД246БМ [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1 и 0,8...1,6 мкм] 233
2.3.8.2д. Датчик позиционно-чувствительный ФУР 42М [$\Delta\lambda$ =0,2...1,0 мкм] 234
2.3.8. 3. Интегральные координатно-чувствительные приемники излучения
2.3.8.3.1. Фоточувствительный преобразователь К849ПП1 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{раб}$=0,8...0,9 мкм] 235
2.3.8.3.2. Фотоприемное устройство 1ПП921 [$\Delta\lambda$ =0,3...1,1; $\lambda_{раб}$=0,7 мкм] 236
2.3.8.3. 3. Фотоприемное устройство ФУР 117Л [$\Delta\lambda$ =0,5...1,1; $\lambda_{макс}$=0,65...0,8 мкм] 238
2.3.8.3. 4. Фотоприемное устройство КБ1130ПП1-3 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм] 239
2.3.8.3.5. Фотоприемное устройство ФЦ202 [$\Delta\lambda$ =0,2...1,1; $\lambda_{макс}$=0,9 мкм] 240
Глава 2.3.9. Фотоприемники на основе арсенида галия для диапазона 1,0...1,6 мкм 242
2.3.9.1. Фотодиоды ДФД 40, ДФД 70, ДФД 250/Б, ДФД 500/Б, ДФД 250ТО/Б, ДФД 500ТО/Б, ДФД300Б, ДФД300С, ДФД500Б, ДФД500С, ДФД1000ТО, ДФД1000ТО-К, ДФД1000ТС, ДФД2000ТС [$\Delta\lambda$=0,9...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,55 мкм] 244
2.3.9.2. Фотодиоды ФД-161А б/к, ФД-161А п/о, ФД-161-01А б/к, ФД-161-01А п/о, ФД-161Б б/к, ФД-161Б п/о, ФД-161-01Б б/к, ФД-161-01Б п/о, 4ДФ106А-5 [$\Delta\lambda$ =1...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,55 мкм] 246
2.3.9.3. Фотоприемные устройства на основе фотодиодов из арсенида галия 248
2.3.9.3.1. Фотоприемное устройство ФПУ-073 [$\Delta\lambda$ =0,95...1,65; $\lambda_{макс}$=1,55 мкм] 248
2.3.9.3.2. Фотоприемное устройство ФПУ-092 [$\Delta\lambda$ =0,95...1,65; $\lambda_{макс}$=1,55 мкм] 250
2.3.9.3.3. Фотоприемные устройства ФУО-155 и ФУО-157 [$\Delta\lambda$ =1...1,6; $\lambda_{раб}$=1,06 и 1,54 мкм] 252
2.3.9.3.3д. Матричное фотоприемное устройство на основе арсенида индия-галлия ФУК20М [$\Delta\lambda$ =0,9...1,7 мкм] 253
Глава 2.3.10. Фотоприемники для волоконно-оптических систем передачи и волоконно-оптических линий связи 254
Глава 2.3.10.1. Кремниевые фотоприемники для ВОЛС и ВОСПИ 256
2.3.10.1.1. Кремниевые PIN фотодиоды ФД-К-227, ФД-252А п/о. ФД-252А с/в, ФД-252А б/к, ФД-252Б п/о, ФД-252Б с/в, ФД-252Б б/к, ФД-252-01А п/о, ФД-252-01А с/в, ФД-252-01А м/о, ФД-252-01А б/к, ФД-252-01Б п/о, ФД-252-01Б с/в, ФД-252-01Б м/о, ФД-252-01Б б/к, ФД-252-02А п/о, ФД-252-02А б/к, ФД-252-02Б п/о, ФД-252-02Б б/к, ФД-290, ФД-290-01(гр.А), ФД-290-01(гр.Б), ФД-324,ФП1-850К, ФП-3, У-244 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,7...0,88 мкм] 258
2.3.10.1.2. Кремниевые лавинные фотодиоды ФДЛ-118 б/к, ФДЛ-118 п/о, ФДЛ-118 с/в, ФДЛ-118 м/о, ФДЛ-118-01 с/в, ФДЛ-118-01 б/к, ФДЛ-118-01 п/о, ФДЛ-118-01 м/о, ФДЛ-118-02 б/к, ФДЛ-118-02 п/о, ФДЛ-118-03 б/к, ФДЛ-118-03 п/о, ФДЛ-118-03 с/в, ФДЛ-118-03 м/о, ФДЛ-118-04 б/к, ФДЛ-118-04 п/о, ФД-311Л , ФДЛ-311, ФД-317Л [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85 мкм] 262
Глава 2.3.10.2. Фотоприемные устройства на основе кремниевых фотодиодов 266

2.3.10.2.1. Аналоговые фотоприемные модули АФПУ-01-А и ФПУ-17А [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{раб}$=0,85 мкм] 267
2.3.10.2.2. Цифровые фотоприемные модули MRD-2A, MRD-8A, MRD-34A, ФПМ-70-0,85СТ, ФПУ-17Ц [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; λраб=0,85 мкм] .. 269
2.3.10.2.3. Цифровые фотоприемные модули ПРОМ-364-0,85-2048, ПРОМ-364-0,85-8448, ПРОМ-364-0,85-34368
[$\Delta\lambda$ =0,78...0,9; $\lambda_{раб}$=0,85 мкм] 272
Глава 2.3.10.3. Германиевые фотоприемники для ВОСП и ВОЛС 273
2.3.10.3.1. Германиевые фотодиоды УФД07, УФД07-01, ФД100А, ФД100Б, ФД100В, ФД-312, ФДМ-1, ФДМ-14-2к, ФП1-1300
[$\Delta\lambda$ =0,45...1,8; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] 273
2.3.10.3.2. Германиевые лавинные фотодиоды ФД-119Л, ФДЛ-119А б/к, ФДЛ-119А п/о, ФДЛ-119А с/в, ФДЛ-119А п/о, ФДЛ-119А м/о,
ФДЛ-119Б б/к, ФДЛ-119Б п/о, ФДЛ-119Б с/в, ФДЛ-119Б м/о, ФДЛ-119В б/к, ФДЛ-119В п/о, ФДЛ-119В с/в, ФДЛ-119В м/о,
ФДЛ-119Г п/о (с ТЭО), ФДЛ-119Д п/о(с ТЭО), ФДЛ-119-01А б/к, ФДЛ-119-01А п/о, ФДЛ-119-01А с/в, ФДЛ-119-01А м/о,
ФДЛ-119-01Б б/к, ФДЛ-119-01Б п/о, ФДЛ-119-01Б с/в, ФДЛ-119-01Б м/о, ФД-312Л, ФД-322Л, ФД-323Л, УФД05, УФД05-01
[$\Delta\lambda$=0,8...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] 277
2.3.10.3.2а. Германиевые лавинные фотодиоды ФД-112, ЛФДГ-70С (с каб.), ЛФДГ-150С (с каб.), ЛФДГ-200С (с каб.),
[$\Delta\lambda$=0,8...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] 278
2.3.10.3.3. Германиевый лавинный фотодиод ЛФДГ-70СТ [$\Delta\lambda$ =0,6...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] 280
Глава 2.3.10.4. Фотоприемники на основе арсенида галлия для ВОСП и ВОЛС 281
2.3.10.4.1. Фотодиоды ФД-161А с/в, ФД-161А м/о, ФД-161Б с/в, ФД-161Б м/о, ФД-161-01А с/в, ФД-161-01А м/о,
ФД-161-01Б с/в, ФД-161-01Б м/о [$\Delta\lambda$ =1,0...1,8; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] 282
2.3.10.4.2. Фотоприемники ДФД70М, ДФД300М, ДФД70-ОМ-01 [$\Delta\lambda$ =0,98...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,55 мкм] 284
2.3.10.4.3. Фотоприемные модули PD-1310-wp-A, PD-1310-wp-B, PD-1310-wp-C, PD-1355s-ip-A, PD-1355m-ip-A,
PD-1355s-ip-B, PD-1355m-ip-B,PD-1355s-ip-C, PD-1355m-ip-C, PD-1375s-ip-A, PD-1375m-ip-A, PD-1375s-ip-B, PD-1375m-ip-B,
PD-1375s-ip-C, PD-1375m-ip-C, PD-1550-wp-A, PD-1550-wp-B, PD-1550-wp-C [$\Delta\lambda$ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 мкм] 285
2.3.10.4.4. Фотоприемные модули PD-1355-ir-A, PD-1355-ir-B, PD-1375-ir-A, PD-1375-ir-B [$\Delta\lambda$ =1,0...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 мкм] 287
2.3.10.4.5. Микроволновые InGaAs PIN фотоприёмники ДФДШМ70-05 и ДФДШМ70-06 [$\lambda_{раб}$=1,3 и 1,55 мкм] 288
2.3.10.4.6. Широкополосные микроволновые фотоприемники ДФДШМ40-012 и ДФДШМ40-016 [$\lambda_{раб}$=1,3 и 1,55 мкм] 289
Глава 2.3.10.5. Фотоприемные устройства на основе фотодиодов из арсенида галлия 290
2.3.10.5.1. Приемные оптические модули PD-125s-ip-A, PD-125m-ip-A, PD-125s-ip-B, PD-125m-ip-B, PD-125s-ip-C, PD-125m-ip-C,
PD-155s-ip-A,PD-155m-ip-A, PD-155s-ip-B, PD-155m-ip-B, PD-155s-ip-C, PD-155m-ip-C, PD-250s-ip-A, PD-250m-ip-A, PD-250s-ip-B,
PD-250m-ip-B, PD-250s-ip-C, PD-250m-ip-C, PD-622s-ip-A, PD-622m-ip-A, PD-622s-ip-B, PD-622m-ip-B, PD-622s-ip-C,
PD-622m-ip-C [$\Delta\lambda$ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 мкм] 290
2.3.10.5.2. Приемные оптические модули PD-125-ir-A, PD-125-ir-B, PD-155-ir-A, PD-155-ir-B, PD-250-ir-A, PD-250-ir-B, PD-622-ir-A,
PD-622-ir-B [$\Delta\lambda$ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 мкм] 292

2.3.10.5.3. Аналоговые оптоэлектронные приемные модули OEM101-20, OEM101-50, OEM101-90, OEM101-200, OEM101-1 [$\Delta\lambda$ =1,2...1,6 мкм] ... 294
2.3.10.5.4. Цифровые оптоэлектронные приемные модули OEM 210-20, OEM 210-70, OEM 210-125, OEM-211, OEM-302 [$\Delta\lambda$ =1,2...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] ... 295
2.3.10.5.5. Приемные оптические модули PROM-34s, PROM-34s-8, PROM-34s-2, PROM-34m, PROM-34m-8, PROM-34m-2 [$\Delta\lambda$ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] ... 296
2.3.10.5.6. Приемные оптические модули PROM-50.34-S, PROM-50.8-M5, PROM-50.2-M6 [$\Delta\lambda$ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] ... 298
2.3.10.5.7. Приемные оптические модули PROM-155-3.x-S, PROM-155-3.x-M5, PROM-155-3.x-M6, PROM-155-5.x-S, PROM-155-5.x-M5, PROM-155-5.x-M6 [$\Delta\lambda$ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] ... 300
2.3.10.5.8. Приемные оптические модули PROM-155-cl-S, PROM-155-cl-M5, PROM-155-cl-M6 [$\Delta\lambda$ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] ... 302
2.3.10.5.9. Приемные оптические модули PROM-155-hp-S, PROM-155-hp-M5, PROM-155-hp-M6 [$\Delta\lambda$ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] ... 304
2.3.10.5.10. Аналого-цифровые фотоприемные модули ПРОМ-364М-2048, ПРОМ-364М-8448, ПРОМ-364М-34368, ПРОМ-364М-15552 [$\Delta\lambda$ =1,2...1,57; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] ... 306
2.3.10.5.11. Цифровые фотоприемные модули ПРОМ-367-2048, ПРОМ-367-8448, ПРОМ-367-34368, ПРОМ-368-34368, ПРОМ-368-15552, ПРОМ-370, ПРОМ-371-1200, ПРОМ-371-2500, ПРОМ-373, ПРОМ-374, ПРОМ-375, ПРОМ-376, ПРОМ-377-2048, ПРОМ-377-8448, ПРОМ-377-34368 [$\Delta\lambda$ =1,2...1,57; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] ... 308
2.3.10.5.12. Приемные оптические модули PROM-622-3-S*, PROM-622-3-M5, PROM-622-3-M6, PROM-622-5-S*, PROM-622-5-M5, PROM-622-5-M6 [$\Delta\lambda$ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] ... 312
2.3.10.5.13. Приемные оптические модули PROM-622-3-cl-S*, PROM-622-3-cl-M5, PROM-622-3-cl-M6, PROM-622-5-cl-S*, PROM-622-5-cl-M5, PROM-622-5-cl-M6 [$\Delta\lambda$ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] ... 314
2.3.10.5.14. Приемные оптические модули PROM-622-hp-S, PROM-622-hp-M5, PROM-622-hp-M6 [$\Delta\lambda$ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм] ... 316
2.3.10.5.15д. Модули волоконно-оптические, фотоприемные ФПД-А, ФПД-Б [$\lambda_{раб}$=0,85 мкм или $\lambda_{раб}$ =1,3 мкм] ... 317
2.3.10.5.16д. Модули волоконно-оптические приемные, цифровые OMRD-01 [$\lambda_{раб}$=1,33...1,55 мкм]. ... 318
2.3.10.5.17д. Волоконно-оптические модули, приемные, цифровые OMRD-02A и OMRD-02B [$\lambda_{раб}$=0,85 и $\lambda_{раб}$=1,3 мкм] ... 320
2.3.10.5.18д. Приемник оптического сигнала OMRD-03 [$\lambda_{раб}$=0,85 и $\lambda_{раб}$=1,3 мкм] ... 321
2.3.10.5.19д. Приемный модуль OMRD-04 [$\lambda_{раб}$=0,65 мкм] ... 322
2.3.10.5.20д. Приемный оптический модуль ПРОМ-12 [$\lambda_{раб}$=1,31 мкм] ... 324
Глава 2.3.11. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью ... 325
Глава 2.3.11.1. Линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью ... 327
2.3.11.1.1. Линейные фоточувствительные приборы К1200ЦЛ1, 1200ЦЛ-1. 1200ЦЛ2, К1200ЦЛ3, 1200ЦЛ-4Б, 1200ЦЛ-4В, 1200ЦЛ-4Г, 1200ЦЛ-5, 1200ЦЛ6, 1200ЦЛ-7, 1200ЦЛ-7-1 ... 328
2.3.11.1.1.1. Преобразователи линейные 1200ЦЛ1 и К1200ЦЛ1 [$\Delta\lambda$ =0,45...1,1; $\lambda_{макс}$=0,7...0,75 мкм] ... 329
2.3.11.1.1.2. Преобразователи линейные 1200ЦЛ2 [$\Delta\lambda$ =0,2...0,8; $\lambda_{макс}$=0,58...0,62 мкм] ... 331

2.3.11.1.1.3. Преобразователи линейные 1200ЦЛ-4Б, 1200ЦЛ-4В, 1200ЦЛ-4Г [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм] 333
2.3.11.1.1.4. Преобразователи линейные 1200ЦЛ-5 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм] 334
2.3.11.1.1.5. Преобразователи линейные 1200ЦЛ6 [$\Delta\lambda$ = 0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм] 335
2.3.11.1.1.7. Преобразователи линейные 1200ЦЛ-7, 1200ЦЛ-7-1 [$\Delta\lambda$ = 0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм] 336
2.3.11.1.2. Преобразователи линейные ФПЗС1Л, ФПЗС1Л-1, ФПЗС-6Л 337
2.3.11.1.2.1. Преобразователи линейные ФПЗС1Л, ФПЗС1Л-1 [$\Delta\lambda$ = 0,5...1,0; $\lambda_{макс}$=0,8...0,85 мкм] 337
2.3.11.1.2.2. Преобразователи линейные ФПЗС-6Л [$\Delta\lambda$ =0,45...1,0; $\lambda_{макс}$= 0,7...0,75 мкм] 339
2.3.11.1.2д. Линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью ФПЗС11Л, А-1228 и ФПЗС12Л [$\Delta\lambda$ = 0,35...1,0 мкм] 340
2.3.11.1.2д1. Линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью ФПЗС13Л (MLP1024B) , ФПЗС14Л (MLP2048B) [$\Delta\lambda$ = 0,35...1,0 мкм] 341
2.3.11.1.2д2. Линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью А-1232 (MLP4096H), А-1233 (MLP6144H), А-1234 (MLP8192H), А-1235 (MLP12288H) [$\Delta\lambda$ = 0,35...1,0 мкм] 342
2.3.11.1.3. Линейные фоточувствительные приборы ФППЗ 1Л, ФППЗ 2Л, ФППЗ 5Л, ФППЗ 6Л, ФППЗ 7Л, ФППЗ 8Л, ФППЗ 8ЛБ, ФППЗ 10Л, ФППЗ 29Л, ФППЗ 30Л, ФППЗ 37Л, ФППЗ 38Л, ФППЗ 38Л-1, ФППЗ 39Л, ФППЗ 2048Л, ФППЗ 2600Л, ФППЗ 4700Л, ЛФППЗ-12000 344
2.3.11.1.3.1. Линейные преобразователи ФППЗ 1Л, ФППЗ 2Л [$\Delta\lambda$ =0,5...1,0; $\lambda_{макс}$=0,8...0,85 мкм] 347
2.3.11.1.3.2. Линейные преобразователи ФППЗ 5Л [$\Delta\lambda$ =0,5...1,0; $\lambda_{макс}$=0,8...0,85 мкм] 348
2.3.11.1.3.3. Линейные преобразователи ФППЗ 6Л [$\Delta\lambda$ =0,45...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,75 мкм] 349
2.3.11.1.3.4. Преобразователи линейные ФППЗ 7Л [$\Delta\lambda$ =0,2...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,75 мкм] 350
2.3.11.1.3.5. Преобразователи линейные ФППЗ 8Л [$\Delta\lambda$ =0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм] 351
2.3.11.1.3.6. Преобразователи линейные ФППЗ 8ЛБ [$\Delta\lambda$ =0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм] 352
2.3.11.1.3.7. Преобразователи линейные ФППЗ 10Л [$\Delta\lambda$ =0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм] 354
2.3.11.1.3.8. Преобразователи линейные ФППЗ 29Л [$\Delta\lambda$ =0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм] 354
2.3.11.1.3.9. Преобразователи линейные ФППЗ 30Л с маской и ФППЗ 30Л [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм] 355
2.3.11.1.3.9д. Преобразователи линейные ФППЗ 32Л, ЛФППЗ-2600 [$\Delta\lambda$ =0,38...1,1 мкм; $\lambda_{макс}$=0,75...0,8 мкм] 356
2.3.11.1.3.10. Преобразователи линейные ФППЗ 37Л [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм] 357
2.3.11.1.3.11. Преобразователи линейные ФППЗ 38Л, ФППЗ 38Л-1 [$\Delta\lambda$ =0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм] 358
2.3.11.1.3.12. Преобразователи линейные ФППЗ 39Л [$\Delta\lambda$ =0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм] 358
2.3.11.1.3.13. Преобразователи линейные ФППЗ 2048 [$\Delta\lambda$ =0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм] 359
2.3.11.1.3.14. Преобразователи линейные ФППЗ 2600 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм] 360
2.3.11.1.3.15. Преобразователи линейные ФППЗ 4700 [$\Delta\lambda$ =0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм] 361
2.3.11.1.3.16. Преобразователи линейные ФППЗ 12000 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм] 362
2.3.11.1.3.17. Преобразователь линейный ФППЗ “Канделла” [$\Delta\lambda$ =0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм] 363

2.3.11.3д. Линейные ФППЗ 4К, ФППЗ 6К, ФППЗ 12К [$\Delta\lambda$ =0,4...0,9; $\lambda_{макс}$=0,75 мкм] 364
2.3.11.1.4. Фотоприемные устройства ФУК1Л1, ФУК1Л2, ФУК1ЛЗ-1, ФУК1ЛЗ-2, ФУК1ЛЗ-3, ФУК1Л4 [$\Delta\lambda$ =0,25...1,1 мкм] 365
2.3.11.1.5. Линейные ФПЗС типа MPL1024B, MPL1024S, MPL2048B, MPL2048S, MPL4096S, MPL4096H, MPL6144H, MPL8192H, MPL12288H [$\Delta\lambda$ =0,35...1,1 мкм] 369
Глава 2.3.11.2. Матричные фоточувствительные приборы с зарядовой связью 372
2.3.11.2.1. Преобразователи матричные 1200ЦМ-1, 1200ЦМ-1А, 1200ЦМ2, 1200ЦМ-2А, 1200ЦМ-2Б, 1200ЦМ-7, 1200ЦМ-7А, 1200ЦМ-7Б, 1200ЦМ-8, Б1200ЦМ9-3, Б1200ЦМ10-3, К1200ЦМ-15 373
2.3.11.2.1.1. Преобразователи матричные 1200ЦМ1 [$\Delta\lambda$ =0,5...1,0 мкм] 374
2.3.11.2.1.2. Преобразователи матричные 1200ЦМ2А, 1200ЦМ2Б [$\Delta\lambda$ =0,5...1,0 мкм] 376
2.3.11.2.1.3. Преобразователи матричные 1200ЦМ-7А, 1200ЦМ-7Б [$\Delta\lambda$ =0,55...1,1 мкм] 378
2.3.11.2.1.4. Преобразователи матричные 1200ЦМ8 [$\Delta\lambda$ =0,5...1,0 мкм] 380
2.3.11.2.1.5. Преобразователи матричные К1200ЦМ-15 [$\Delta\lambda$ =0,5...1,0 мкм] 381
2.3.11.2.1.6. Преобразователи матричные Б1200ЦМ9-3, Б1200ЦМ10-3 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1 мкм] 381
2.3.11.2.2. Преобразователи матричные ФПЗС1М-А, ФПЗС1М-Б, ФПЗС1М-В, ФПЗС3М ФПЗС3М-1, ФПЗС4М, ФПЗС-4М, ФПЗС5М, ФПЗС5М-1, ФПЗС5М-2, ФПЗС6М, ФПЗС6М-1 383
2.3.11.2.2.1. Преобразователи матричные ФПЗС1М-А, ФПЗС1М Б, ФПЗС1М-В [$\Delta\lambda$ =0,48...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,85 мкм] 384
2.3.11.2.2.2. Преобразователи матричные ФПЗС3М, ФПЗС3М-1 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,0; $\lambda_{макс}$ =0,7...0,8 мкм] 386
2.3.11.2.2.3. Преобразователи матричные ФПЗС4М [$\Delta\lambda$ =0,4...1,05; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм] 388
2.3.11.2.2.4. Преобразователи матричные ФПЗС5М, ФПЗС5М-1, ФПЗС5М-2 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,05; $\lambda_{макс}$=0,7...0,75 мкм] 390
2.3.11.2.2.5. Преобразователи матричные ФПЗС6М [$\Delta\lambda$ =0,45...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,85 мкм] 392
2.3.11.2.3. Преобразователи матричные ФППЗ 1М, ФППЗ 2М, ФППЗ 4М, ФППЗ 5М, ФППЗ 11М, ФППЗ 12М, ФППЗ 12М1, ФППЗ 13М, ФППЗ 14М, ФППЗ-15М, ФППЗ 16М, ФППЗ 17М, ФППЗ 18М, ФППЗ 20М, ФППЗ 21М, ФППЗ 22М, ФППЗ 23М, ФППЗ 24М, ФППЗ 25М, ФППЗ 26М, ФППЗ 28М, ФППЗ 30М, ФППЗ 31М, ФППЗ 32М, ФППЗ 33М, ФППЗ 34М, ФППЗ Р31, ФППЗ “Каскад”, ФППЗ “Квадро”, ФППЗ “Квадро-Т”, ФППЗ “Лидер-1”, ФППЗ “Проект” 394
2.3.11.2.3.1. Преобразователи матричные ФППЗ-13М [$\Delta\lambda$ =0,45...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм] 397
2.3.11.2.3.2. Преобразователи матричные ФППЗ-14М [$\Delta\lambda$ =0,54...1,1 мкм] 398
2.3.11.2.3.3. Преобразователи матричные ФППЗ-15М [$\Delta\lambda$ =0,5...1,0; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм] 399
2.3.11.2.3.4. Преобразователи матричные ФППЗ 17М [$\Delta\lambda$ =0,35...1,1; $\lambda_{макс=}$0,65...0,75 мкм] 400
2.3.11.2.3.5. Преобразователи матричные ФППЗ 18М [$\Delta\lambda$ =0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм] 401
2.3.11.2.3.6. Преобразователи матричные ФППЗ 20М [$\Delta\lambda$ =0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,65...0,75 мкм] 402
2.3.11.2.3.7. Преобразователи матричные ФППЗ 21М [$\Delta\lambda$ =0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,65...0,75 мкм] 403
2.3.11.2.3.8. Преобразователи матричные ФППЗ 26М [$\Delta\lambda$ =0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,65...0,75 мкм] 404
2.3.11.2.3.9. Преобразователи матричные ФППЗ 28М [$\Delta\lambda$ =0,35...1,1; λмакс=0,74...0,8 мкм] 405

2.3.11.2.3.10. Преобразователи матричные ФППЗ 31М [Δλ =0,3...1,1; λмакс=0,55...0,75 мкм] 406
2.3.11.2.3.10д. Преобразователи матричные ФППЗ 33М-2 и ФППЗ 33М-3 [Δλ =0,4...0,8 мкм] 407
2.3.11.2.3.10д1. Преобразователь матричный ФППЗ 34М [Δλ =0,4.5..1,0 мкм; λмакс =0,8 мкм] 408
2.3.11.2.3.11. Преобразователь матричный ФППЗ "Каскад" [Δλ =0,4...1,0; λмакс =0,74...0,8 мкм] 409
2.3.11.2.3.12. Преобразователь матричный ФППЗ «Квадро–Т» [Δλ =0,4...1,1 мкм; λмакс =0,75 мкм] 410
2.3.11.2.3.12д. Преобразователь матричный ФППЗ «Квадро» [Δλ =0,4...1,1 мкм; λмакс =0,75 мкм] 411
2.3.11.2.3.13. Преобразователь матричный ФППЗ «Лидер-1» [Δλ =0,4...1,0 мкм] 412
2.3.11.2.3.14. Преобразователь матричный ФППЗ «Проект» [Δλ =0,4...1,0 мкм] 413
2.3.11.2.4. Преобразователи матричные ISD011, ISD017, ISD029, ISD048, ISD049, ISD075 [Δλ =0,2...0,95 мкм] 414
2.3.11.2.5. Матричные ФППЗ ФППЗ 30М, ФППЗ 31М, ФППЗ 32МД, ФППЗ 33МД, ФППЗ 34МД, ФППЗ 35МД, ФППЗ 36МД, ФППЗ 37МД, ФППЗ 38МД, ФППЗ 39МД, ФППЗ 40МД [Δλ =0,3...1,0 мкм] 416
2.3.11.2.5д1. Матричные ФППЗ МРМ 768x128 TDI, МРМ 500 IL-11, МРМ 756 IL-11, МРМ 752 IL-8 [Δλ =0,35...1,1 мкм] 417
2.3.11.2.6д. Фотоприемные устройства ФПУ-1М, ФПУ-1Р, ФПУ-2М [Δλ =0,3...1,0 мкм] 418
2.3.11.2.7д. Модуль малогабаритного фотоприемного устройства МФПУ 7 ОМ [Δλ =0,4...1,0 мкм] 420
2.3.11.2.8д. Модуль фотоприемного устройства с БУ и АЦП [Δλ =0,2...1,1 мкм] 421
Глава 2.4. Фотоприемники для регистрации средневолнового ИК-излучения, 1,5 ... 15 мкм.....423
2.4.1. Неохлаждаемые фотоприемники 425
2.4.1.1. Неохлаждаемые фоторезисторы ФСА-0, ФСА-1, ФСА-1а, ФСА-4, ФСА-6, ФСА-Г1, ФСА-Г2, ФР1-3, ФР1-4, ФР1-1/13, ФР1-П, ФР-СС-138, ФР-183, ФР-193А, ФР-193Б, ФР-193В, ФР-193Г, ФР-193Д, ФР-202, ФР-202.1, ФР-203, ФР-220, ФР-220-1, ФР-220-2, ФР-220-3, ФР-220-4, ФР-220-5, ФР-220-6, ФР226, ФР226-01, ФР226-02, ФР226-03, ФС-2АН, ФС-6АН, ФС-8АН, ФС-9АН, ФС-10АН, ФСВ-12А, ФСВ-16АН, ФСВ-17АН, УФУР02 [Δλ =0,4…3,3 мкм, $\lambda_{макс}$ =1,5...2,3 мкм] 426
2.4.1.2. Неохлаждаемые фоторезисторы ФР622-0,1, ФР622-0,5, ФР622-1, ФР622-2, ФР622-3, ФР623-0,1, ФР623-0,5, ФР623-1, ФР623-2, ФР623-3, ФР624-0,1, ФР624-0,5, ФР624-1, ФР624-2, ФР624-3 [Δλ =1,6…3,5 мкм, $\lambda_{макс}$=2,8...3,6 мкм] 431
2.4.1.3. Неохлаждаемые фоторезисторы ФР1-28-1-1,5х1,15, ФР1-28-1-2х2, ФР1-28-1-3х3 [Δλ =1…3,5 мкм, λмакс=2,8 мкм] 432
2.4.1.4. Неохлаждаемые фоторезисторы ФР1-34-1-1,5х1,15, ФР1-34-1-2х2, ФР1-34-1-3х3, ФР1-38-1-1,5х1,15, ФР1-38-1-2х2, ФР1-38-1-3х3 [Δλ =1…4,5 мкм, $\lambda_{макс}$=3,4...3,8 мкм] 432
2.4.1.5. Неохлаждаемые фотодиоды ФД1-28, ФД1-34, ФД1-38 [Δλ =1…4,5 мкм, $\lambda_{макс}$=2,8...3,8 мкм] 433
2.4.1.6. Неохлаждаемые фоторезисторы СФ4-1, СФ4-1А, СФ4-2А, СФ4-3А, СФ4-1Б, СФ4-2Б, СФ4-3Б, СФ4-1В, СФ4-2В, СФ4-3В, СФ4-1Д, СФ4-2Д, СФ4-3Д, СФ4-4, ФР-188А, ФР-188Б, ФР-188В, ФР-188Г, ФР-188Д, ФР-611, ФР 3-1/20, ФР-219, ФР-221, ФР-219-01, ФР-221-01, ФР-219-02, ФР-221-02, ФР-219-03, ФР-221-03, ФР4-17 [Δλ =1…5,5 мкм, $\lambda_{макс}$ =2…4,3 мкм] 434
2.4.1.7. Неохлаждаемые гальванические элементы ФЭ722-1А,ФЭ722-1Б, ФЭ722-1В, ФЭ722-1Г, ФЭ722-1Д, ФЭ722-2А, ФЭ722-2Б, ФЭ722-2В, ФЭ722-2Г, ФЭ722-2Д [Δλ =1…3,5 мкм, $\lambda_{макс}$ =2,6 мкм] 437
2.4.1.8. Неохлаждаемые гальванические элементы ФЭ723-1А, ФЭ723-1Б, ФЭ723-1В, ФЭ723-1Г, ФЭ723-1Д, ФЭ723-2А,

ФЭ723-2Б, ФЭ723-2В, ФЭ723-2Г, ФЭ723-2Д [Δλ =1…4,2 мкм, $\lambda_{макс}$=3,2 мкм] 438
2.4.1.9. Неохлаждаемые гальванические элементы ФЭ724-1А,ФЭ724-1Б, ФЭ724-1В, ФЭ724-1Г, ФЭ724-1Д, ФЭ724-2А, ФЭ724-2Б, ФЭ724-2В, ФЭ724-2Г, ФЭ724-2Д [Δλ =1…4,7 мкм, $\lambda_{макс}$=3,7 мкм] 439
2.4.1.9д. Фотогальваномагнитный приемник ФМ-41 [Δλ =3,9...6,8 мкм, $\lambda_{макс}$=5,4...5,6 мкм] 440
2.4.1.10д. Фоторезистор PR43 для спектрального диапазона 0,5 мкм до 4.5 мкм. 441
2.4.2. Охлаждаемые фотоприемники 442
Способы охлаждения фоточувствительных элементов 443
2.4.2.1. Охлаждаемые фоторезисторы ФР1-1/13, ФР225, ФР225-01, ФР225-02, ФР225-03, ФР622-0,1-Т, ФР622-0,5-Т, ФР622-1-Т, ФР622-2-Т, ФР622-3-Т, ФР623-0,1-Т, ФР623-0,5-Т, ФР623-1-Т, ФР623-2-Т, ФР623-3-Т, ФР624-0,1-Т, ФР624-0,5-Т, ФР624-1-Т, ФР624-2-Т, ФР624-3-Т, ФР-127А, ФР-127Б, ФСВ-18АА, ФСВ-19АА, УФУР02, ФР-199, ФРОЕС-131 [Δλ =0,4…4,5 мкм, $\lambda_{макс}$=2,2...4 мкм] 446
2.4.2.2. Охлаждаемые фоторезисторы ФР2-28-1-1,5х1,15, ФР2-28-1-2х2, ФР2-28-1-3х3 [Δλ =1…3,8 мкм, $\lambda_{макс}$=3,0 мкм] 449
2.4.2.3. Охлаждаемые фоторезисторы ФР2-34-1-1,5х1,15, ФР2-34-1-2х2, ФР2-34-1-3х3, ФР2-38-1-1,5х1,15, ФР2-38-1-2х2, ФР2-38-1-3х3 [Δλ =1…4,2 мкм, $\lambda_{макс}$=3,6 мкм] 449
2.4.2.4. Охлаждаемые фотоприемники ФЭ722-Т1А, ФЭ722-Т1Б, ФЭ722-Т1В, ФЭ722-Т1Г, ФЭ722-Т1Д, ФЭ722-Т2А, ФЭ722-Т2Б, ФЭ722-Т2В, ФЭ722-Т2Г, ФЭ722-Т2Д [Δλ =1…3,7 мкм, $\lambda_{макс}$=2,8 мкм] 450
2.4.2.5. Охлаждаемые фотоприемники ФЭ723-Т1А, ФЭ723-Т1Б, ФЭ723-Т1В, ФЭ723-Т1Г, ФЭ723-Т1Д, ФЭ723-Т2А, ФЭ723-Т2Б, ФЭ723-Т2В, ФЭ723-Т2Г, ФЭ723-Т2Д [Δλ =1…4,5 мкм, $\lambda_{макс}$=3,5 мкм] 451
2.4.2.6. Охлаждаемые фотоприемники ФЭ724-Т1А, ФЭ724-Т1Б, ФЭ724-Т1В, ФЭ724-Т1Г, ФЭ724-Т1Д, ФЭ724-Т2А, ФЭ724-Т2Б, ФЭ724-Т2В, ФЭ724-Т2Г, ФЭ724-Т2Д [Δλ =1…4,9 мкм, $\lambda_{макс}$=3,9 мкм] 452
2.4.2.7. Охлаждаемые фоторезисторы ФР194-01, ФР194-11, ФР194-15, ФР194-17, ФР194-19, ФР195-01, ФР195-11, ФР195-15, ФР195-17,ФР195-19 [Δλ =3…5 мкм, $\lambda_{макс}$=4 мкм] 453
2.4.2.8. Охлаждаемые фоторезисторы ФР194М-03, ФР194М-05, ФР194М-07, ФР194М-09, ФР194М-13, ФР195М-03, ФР195М-05, ФР195М-07, ФР195М-09, ФР195М-13 [Δλ =3…5 мкм, $\lambda_{макс}$=4 мкм] 454
2.4.2.9. Охлаждаемые фоторезисторы ФР196М-01, ФР196М-03, ФР196М-05, ФР196М-07, ФР197М-01, ФР197М-03, ФР197М-05, ФР197М-07, ФР198М-01, ФР198М-03, ФР198М-05 [Δλ =3…5 мкм, $\lambda_{макс}$=4 мкм] 455
2.4.2.12. Многоэлементные охлаждаемые фоторезисторы АП-РЛ-407, АП-РЛ-413 и АП-РЛ-417 [Δλ =1,5…5 мкм, $\lambda_{макс}$=3,8…4,2 мкм] 460
2.4.2.13. Многоэлементные охлаждаемые фоторезисторы ФР-164 и ФР-189М [Δλ =1,5…5 мкм, $\lambda_{макс}$=3,8…4,2 мкм] 461
2.4.2.14. Многоэлементные охлаждаемые фоторезисторы “Арык” и Арык 2” [Δλ =1…5,5 мкм, $\lambda_{макс}$=4,2 мкм] 462
2.4.2.14д. 5-ти элементный фоторезистор ФР-227М (ФР-228М) [Δλ = 1...5,2 мкм] 463
2.4.2.15. Охлаждаемые фоторезисторы ФСГ-22-3А1, ФСГ-22-3А2, ФСГ-23-3А1, ФСГ-23-3А2 [Δλ =1…5,5 мкм, $\lambda_{макс}$=4,2 мкм] 464
2.4.2.16. Охлаждаемыей фотодиод ФД-511-1 [Δλ =5…13,5 мкм, $\lambda_{макс}$=9,5…11 мкм] 466
2.4.2.17. Охлаждаемыей фоторезистор ФРО-Х1-142 [Δλ =2…16 мкм, $\lambda_{макс}$=10…13 мкм] 467

2.4.2.18. Охлаждаемый фоторезистор ФСГ-28РТА [$\Delta\lambda$ =2,5…14 мкм, $\lambda_{макс}$ =10…12 мкм] 468
2.4.2.18д. Охлаждаемый фоторезистор ФРО-111 [$\Delta\lambda$ =5…13 мкм, $\lambda_{макс}$ =9…12 мкм] 469
2.4.2.19. Многоэлементные охлаждаемые фоторезисторы АП-РЛ-402 и ФР-204М [$\Delta\lambda$ =8…12 мкм, $\lambda_{макс}$ =10…12 мкм] 470
2.4.2.20. Двухспектральный фотоприемник ФМ-611 [$\Delta\lambda$ =0,5…1 мкм, $\lambda_{макс}$=0,9 мкм] и [$\Delta\lambda$ =1,6…4,2 мкм, $\lambda_{макс}$ =3,3 мкм] 471
2.4.2.20д. Двухспектральные иммерсионные фотодиоды PD34/42 Su, PD34/42 Sr, PD34/42 TO8TEC
[$\Delta\lambda$ = 2,8...3,8 мкм и $\Delta\lambda$ = 3,4...4,8 мкм] 472
2.4.3. Фотоприемные устройства 474
2.4.3.1. Двухканальное фотоприемное устройство “Тень” [$\Delta\lambda$ =0,3…3 мкм] 475
2.4.3.2. Фотоприемные устройства СФ4-10, СФ4-11 [$\Delta\lambda$ =0,6…4,6 мкм, $\lambda_{макс}$ =3...3,5 мкм] 476
2.4.3.2д. Фотоприемные устройства AMP24-05, AMP24-10, AMP24-20, AMP36-05, AMP36-10, ... 477
AMP48-03-NS, AMP48-03-WS, AMP48-05-NS, AMP48-05-WS [$\Delta\lambda$ = 0,8…2.4 мкм; $\Delta\lambda$ =1,5… 3,8; $\Delta\lambda$=1,0…4,9 мкм] 477
2.4.3.2д1. Фотоприемные инфракрасные модули PDM34, PDM38, PDM42, PDM47, PDM55
[$\lambda_{макс}$=3,4 мкм; $\lambda_{макс}$ =3,8 мкм; $\lambda_{макс}$ = 4,0...4,2 мкм; $\lambda_{макс}$ =4,7 мкм; $\lambda_{макс}$ =5,5 мкм] 479
2.4.3.2д2. Фотоприемные инфракрасные модули PDM34TEC, PDM38TEC, PDM42TEC, PDM47TEC, PDM55TEC
[$\lambda_{макс}$=3,4 мкм; $\lambda_{макс}$=3,8 мкм; $\lambda_{макс}$=4,0...4,2 мкм; $\lambda_{макс}$=4,5...4,7 мкм; $\lambda_{макс}$ = 5,3...5,5 мкм] 481
2.4.3.3. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФУО-611, ФУО-612, ФУО-613, ФУО-614 [$\Delta\lambda$ =1…5,2 мкм, $\lambda_{макс}$ =2...3,8 мкм] 483
2.4.3.3.1. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФУО-611-1, ФУО-611-2, ФУО-611-3, ФУО-611-4, ФУО-611-5, ФУО-611-6,
ФУО-611-7, ФУО-611-8, ФУО-611-9 [$\Delta\lambda$ =1…3,1 мкм, $\lambda_{макс}$=2 мкм] 484
2.4.3.3.2. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФУО-612-1, ФУО-612-2, ФУО-612-3, ФУО-612-4, ФУО-612-5, ФУО-612-6,
ФУО-612-7, ФУО-612-8, ФУО-612-9 [$\Delta\lambda$ =1…3,6 мкм, $\lambda_{макс}$ =2,7 мкм] 484
2.4.3.3.3. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФУО-613-1, ФУО-613-2, ФУО-613-3, ФУО-613-4, ФУО-613-5, ФУО-613-6,
ФУО-613-7, ФУО-613-8, ФУО-613-9 [$\Delta\lambda$ =1…4,4 мкм, $\lambda_{макс}$=3,3 мкм] 485
2.4.3.3.4. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФУО-614-1, ФУО-614-2, ФУО-614-3, ФУО-614-4, ФУО-614-5, ФУО-614-6,
ФУ0-614-7, ФУО-614-8, ФУО-614-9 [$\Delta\lambda$ =1…5,2 мкм, $\lambda_{макс}$ =3,8 мкм] 485
2.4.3.4. Двухканальные охлаждаемые фотоприемные устройства ФУЛ-611-11, ФУЛ-611-12, ФУМ-611-4
[$\Delta\lambda$ =1…5,2 мкм, $\lambda_{макс}$ =2...3,8 мкм] 487
2.4.3.5. Многоканальные охлаждаемые фотоприемные устройства ФУР662, ФУР663, ФУР664 [$\Delta\lambda$ =1,6…5,2 мкм] 489
2.4.3.5.1. Многоканальные охлаждаемое фотоприемные устройства ФУР662А, ФУР662Б, ФУР662В [$\Delta\lambda$ =1,6…4 мкм, $\lambda_{макс}$=2,7 мкм] 490
2.4.3.5.2. Многоканальные охлаждаемые фотоприемные устройства ФУР663А, ФУР663Б, ФУР663В
[$\Delta\lambda$ =1,6…4,9 мкм, $\lambda_{макс}$=3,4 мкм] 491
2.4.3.5.3. Многоканальные охлаждаемое фотоприемные устройства ФУР664А, ФУР664Б, ФУР664В [$\Delta\lambda$=1,6…5,2 мкм, $\lambda_{макс}$=3,8 мкм] 492
2.4.3.5д. Многоканальное фотоприемное устройство ФУЛ-123 [$\Delta\lambda$=3...5 мкм, $\lambda_{макс}$= 4...4,2 мкм]. 493
2.4.3.6. Охлаждаемые фотоприемные устройства “Спектр”, “Стяг-Ч”, “Планета” [$\Delta\lambda$ =1…4,7 мкм] 494

2.4.3.7. Многоканальные охлаждаемые фотоприемные устройства ФУР129Л, ФУР129Л-01, ФУР139Л, ФУР-142 [$\Delta\lambda$ =1…5 мкм, $\lambda_{макс}$ =3,7...4,1 мкм] 495
2.4.3.8. Многоканальное охлаждаемое фотоприемное устройство ФУР138Л [$\Delta\lambda$ =0,5…3 мкм] 497
2.4.3.9. Многоканальное охлаждаемое фотоприемное устройство АПУ-РЛМ-411 [$\Delta\lambda$ =3…5 мкм, $\lambda_{макс}$ =4,5 мкм] 498
2.4.3.10. Охлаждаемое фотоприемное устройство “Фотометр” [$\Delta\lambda$ =2,2…5,5 мкм, $\lambda_{макс}$ =4,6...5,4 мкм] 499
2.4.3.11. Многоканальное охлаждаемое фотоприемное устройство “Новость” [$\Delta\lambda$ =3,4…5,4 мкм, $\lambda_{макс}$ =3,8...4,8 мкм] 500
2.4.3.12. Многоканальные охлаждаемые фотоприемные устройства ФПУ-30, ФПУ-31, ФПУ-32, ФПУ-34 [$\Delta\lambda$ =3…5 мкм] 501
2.4.3.13. Матричные многоканальные фотоприемные устройства ФУК9М и ФУК11М [$\Delta\lambda$ =3…5 мкм] 504
2.4.3.14. Охлаждаемое фотоприемное устройство “Зима” [$\Delta\lambda$ =8…12 мкм] 505
2.4.3.15. Многоканальныее охлаждаемыее фотоприемные устройства АПУ-РЛ-406 и АПУ-РЛ-412 [$\Delta\lambda$ =8…12 мкм] 506
2.4.3.15.1. Система микрокриогенная АМС-490 508
2.4.3.15.2. Система микрокриогенная АМС-491 509
2.4.3.16. Матричные фотоприемные устройства ФОТМ-128х128, ФОТМ-384х288, ФОТМ-768х576 [$\Delta\lambda$ =8…14мкм] 510
2.4.3.17. Многоэлементные фотоприемные устройства ФУК2М, ФУК4М, ФУК5М, ФУК10М [$\Delta\lambda$ =8…14мкм] 511
2.4.3.18. Фотоэлектронные модули ФЭМ2М, ФЭМ6М, ФЭМ10М [$\Delta\lambda$ =8…14мкм] 512
2.4.3.18д. Матричные фотоприемные модули ФЭМ17, ФЭМ18 , ФЭМ19 [$\Delta\lambda$ =3…5мкм] 513
2.4.3.19д. Многоканальные фотоприемные модули ФУК149М, ФУК154М, ФУК140М, ФУК143М и ФУК151М 514
2.4.3.19д1. Фотоприемные модули ФУК149М и ФУК154М [$\Delta\lambda$ =3,0..5,0 мкм, $\lambda_{макс}$ = 4,5 мкм] 514
2.4.3.19д2. Фотоприемный модуль ФУК140М [$\Delta\lambda$ =7,7...10,5 мкм, $\lambda_{макс}$ = 9,5 мкм] 515
2.4.3.19д3. Фотоприемные модули ФУК143М и ФУК151М [$\Delta\lambda$ =7,7...10,5 мкм, $\lambda_{макс}$ = 9,5 мкм] 516
2.4.3.19д4. Фотоприемные модули ФУК148М и ФУК152М [$\Delta\lambda$ =7,7...10,5 мкм, $\lambda_{макс}$ = 9,5 мкм] 517
2.4.3.20д. Базовые тепловизионные модули МФПУ ОМ1, МФПУ-2 ОМ [$\Delta\lambda$=3…5 мкм] 518
2.4.3.21д.. Многоспектральные фотоприемные устройства МФПУ-ГС-01, МФПУ-ГС-02, МФПУ-ГС-03 [$\Delta\lambda$ =3,5...3,95; 5,7...9,2 и 9,2...12 мкм] 520
2.4.3.22д. Фотоприемное устройство универсальное охлаждаемое "Сигма-09/У" [$\Delta\lambda$=0,2...3,5 и 0,6...6,0 мкм] 521
2.4.3.23д. Охлаждаемое гетеродинное фотоприемное устройство ФУО-114 [$\lambda_{макс}$ = 10,6±1 мкм] 522
2.4.3.24д. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФПЗС-200М и ФППЗ 24М [$\Delta\lambda$ =1…5,5 мкм] 523
2.4.3.25. Двухканальное двухспектральное ФПУ ДР-93 [$\Delta\lambda$ =0,5…1 мкм, $\lambda_{макс}$=0,9 мкм] и [$\Delta\lambda$ =1,6…4,2 мкм, $\lambda_{макс}$=3,3 мкм] 524
Глава 2.4д. Фотоприемники частного применения 525
2.4д.1. Фоторезисторы ФС-1АМн, ФС-04АН, ФС-04АТ, ФР-178, ФС-9346, ФРО-51-02, ФРЕС [$\Delta\lambda$ =0,4...4,5 мкм] 526
2.4д.2. Охлаждаемые фоторезисторы ФС-25ДА, ФР-159, ФР-165, ФР-218, ФРО-139, ФРО-144, ФРО-41-204, ФРО-41-111 [$\Delta\lambda$ =1,8...5,4 мкм] 527
2.4д.3. Охлаждаемые фотодиоды ФД-121, ФД-227, ФДО-115, ФДО-116, ФД-283 [$\Delta\lambda$ =3,2...5,2 мкм] 529
2.4д.4. Охлаждаемые фотодиоды ФДО-131, ФРО-149, ФРО-152П, ФРО-155, Ю-700Ф [$\Delta\lambda$ =8...14 мкм] 530

2.4д.5. Двухспектральные фотоприемники ФС-9Э47, ФМ-112 (ФПН 28Н) [Δλ =0,4...2,5 и Δλ =3,6...5,5 мкм] 531
2.4д.6. Охлаждаемые фоторезисторы “Сигнал-АТ”, “Сокол М”, “Система” [Δλ=2...7,5мкм] 532
2.4д.7. Фотоприемные устройства ФУЛ-115, ФУЛ-121, ФУЛ-164, ФУЛ-131, ФУЛ 132, ФУЛ 134, ФУЛ 133, ФУЛ 133-01, ФУЛ-141, ФУЛ -142, ФУО-118, ФУО-143, ФУО-117 [Δλ =0,4...2,5 и Δλ =3,6...5,5 мкм] 533
Глава 2.5. Тепловые приемники излучения 535
Глава 2.5.1. Болометры 536
2.5.1. 1. Болометры металлические БМК-3, БМЦ-3, БМИ-1, БМИ-2, БМ6-К1, БМ6-Ф1, БМ6-Ц1, БМ6-К2, БМ6-Ф2, БМ6-Ц2, БМ7, НБГ-1, НБГ-2, БН-1, ФМ-А, ФМ-Б, ФМ-В, ФМ6 [Δλ =0,3...1000 мкм] 537
2.5.1.2. Болометры полупроводиковые БКМ-1, БКМ-2, БКМ-4, БКМ-5а, БКМ-5б, БП1-2, БП1-4, БП-5А, БП-5Б, БГС-2 [Δλ =1...30 мкм] 540
Глава 2.5.2. Термоэлектрические приемники излучения 542
2.5.2.1. Термоэлементы ТД-505 и ТЭМ-5 [Δλ =0,2...14 мкм] 543
2.5.2.2 Компенсированные термоэлементы ТК-1х1,5 и ТК-3х1,5 [Δλ =0,5...50 мкм] 544
2.5.2.3. Радиационные термоэлементы РТН-1, РТН-2, РТН-3, РТН-10, РТН-11, РТН-12, РТН-20, РТН-24, РТН-30, РТН-30Г [Δλ =0,17...25 мкм] 545
2.5.2.3д. Радиационные термоэлементы РТН-31С и РТН-31Г [Δλ =0,2...15 мкм] 546
2.5.2.4д1. Радиационные полупроводниковые термоэлементы ПРТЭ-2, ПРТЭ-3, ПРТЭ-4, ПРТЭ-6 [Δλ =0,3...45 мкм] 547
2.5.2.4. Термоэлектрические приемники излучения ТПИ-1-5, ТПИ-2-5, ТПИ-5, ТПИ-8, ТПИ-10, ТПИ-14 [Δλ =0,5...11 мкм] 548
Глава 2.5.3. Пироэлектрические приемники излучения 549
2.5.3.1. Пироэлектрические приемники излучения БП2-1, БП2-3А, БП2-3Б, БП2-3В, БП2-3Г, БП2-3Д, ЛПП-1 [Δλ =1...20 мкм] 550
2.5.3.1д. Модуль пироэлектрический ПМ-1, ПМ-2, ПМ-3, ПМ-4, ПМ-5, ПМ-6 [Δλ =1...25 мкм] 552
Глава 2.5.4. Тепловые приемные устройства (ТПУ) 553
2.5.4.1. Пироэлектрические приемные устройства ПП-02, ПП-03, ПП-04, ПП-04 ТК, ПП-06, ПП-07, ПП-04 2К, ПП-04 4К, ИНПФ [Δλ =2...300 мкм] 553
2.5.4.2. Иммерсионные терморезисторные болометры БП-2, БП-2А, БП-2М, БП-2М-Э, БП-2АМ, БП-2МС [Δλ =2...15 мкм] 555
2.5.4.3 Пироэлектрические приемники БП2-2, БП2-6, БП-7, БП-8, БП-9, БП-9М, БП-10 [Δλ =0,5...20 мкм] 557
2.5.4.4 Тепловые приемные устройства МГ-30А, (Б,В), МГ-32, МГ-32А, МГ-33, МГ-33-01, МГ-33-02, МГ-33-03 [Δλ =2...20 мкм] 560
2.5.4.5. Тепловые приемные устройства ФПУ-74, ФПУ-74-01, ФПУ-76-01, ФПУ-76-02, ФПУ-76-03 [Δλ =3,3...20 мкм] 562
2.5.4.6 Матричные пироэлектрические приемники излучения МПЭПИ-25, МПЭПИ-100 [Δλ =0,4...25 мкм] 564
2.5.4.7 Матричные термоэлектрические приемники излучения КТМ-10/25, КТМ-16/25, КТМ-50/19, КТМ-100/25, КТМЛ -20/30 [Δλ =4...300 мкм] 565
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены в II части Справочника 566

Глава 2.1. Приёмники УФ-диапазона спектра, 200 ...400 нм

В соответствии с ГОСТ 8552-86 вся область УФ-излучения условно делится на три диапазона: А - 315-400 нм, В - 280-315 нм, С - 200-280 нм.

Для регистрации УФ-излучения наиболее широкое распространение получили приёмники, использующие способность УФ-излучения вызывать ионизацию и фотоэффект: сцинтилляционные детекторы, вакуумные фотоэлементы и фотоумножители , а также фоторезисторы с УФ-фильтрами и кремниевые фотодиоды и фотоприемники на основе алмаза и других материалов.

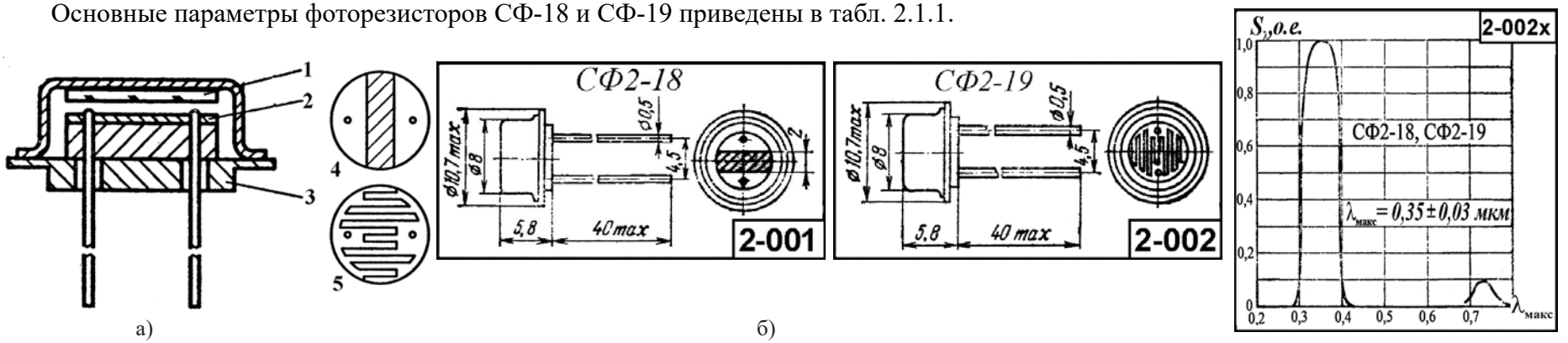
Основные применения приемников : контроль излучения мощных УФ-эксимерных лазеров, УФ-ламп и других источников в диапазоне 180-230 нм или выше 300 нм ; контроль и управление источниками УФ стерилизации; научные исследования; контроль·фотохимических реакций; системы для контроля возгораний, детекторы пламени; «солнечно-слепые» системы контроля состояния озонового слоя; аппаратура для геофизического контроля и картографии и т.д..

2.1.1 Фотоприемники на основе полупроводниковых материалов

2.1.1.1 Фоторезисторы основе сульфида кадмия типа СФ2-18 и СФ2-19 [$\Delta\lambda$ =0,3...0,4; $\lambda_{макс}$ =0,35 мкм]

Отечественной промышленностью на основе сульфида кадмия выпускались два типа фоторезисторов (СФ218 и СФ219), предназначенных для работы в диапазоне 0,3...0,4 мкм. В указанных фоторезисторах пленочный фоточувствительный элемент расположен в герметичном металлостеклянном корпусе и снабжен светофильтром из стекла УФС-2. Конструкция, внешний вид и относительная спектральная характеристика (ОСХ) приборов приведены на рис. 2.1.1.

Основные параметры фоторезисторов СФ-18 и СФ-19 приведены в табл. 2.1.1.



а) б) в)

Рис. 2.1.1. Фоторезисторы типа СФ2-18 (СФ2-19): а – устройство: 1- светофильтр, 2 - фоточувствительный слой, 3 - корпус, 4 - ф.ч.э СФ2-18, 5 - ф.ч.э. СФ2-19 ; б - внешний вид; в - спектральная характеристика.

Таблица 2.1.1. Основные параметры фоторезисторов типа СФ2-18 и СФ2-19 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора /Норма параметра	
	СФ2-18	**СФ2-19**
Размер фоточувствительной площадки, $A_{ФЧЭ}$, мм	2 x 7	0,35 x 35
Область спектральной чувствительности, $\Delta\lambda$, мкм	0,3…0,4	0,3…0,4
Максимум спектральной характеристики, $\lambda_{макс}$, мкм	0,35±0,03	0,35±0,03
Рабочее напряжение, $U_Р$, не более	100	5
Темновое сопротивление, $R_т$, МОм, не менее	10	0,25
Общий световой ток, $I_{общ}$, (мкВт/см^2), мА, не менее	0,5	1,0
Постоянная времени, ÷, с, не более	0,01	0,01
Температурный коэффициент изменения чувствительности, T_S,%, не более	±0,2	±0,2
Допустимая мощность рассеивания, $P_{макс}$, мВт, не более	50	50
Сопротивление изоляции между корпусом и выводом, $R_{из}$, МОм, не менее	100	100
Диапазон рабочих температур, ^{0}С	-60…+70	-60…+70
Габаритные размеры без выводов , мм, не более	∅10,7 x 5,8	∅10,7 x 5,8
Масса, г, не более	3,0	3,0
№ рисунка	2-001	2-002

В таблицах главы 2.1. приняты следующие обозначения;

$\mathbf{A_{ФЧЭ}}$ – размер фоточувствительной площадки, см^2 ; $\mathbf{\Delta\lambda}$ – область спектральной чувствительности, мкм; $\lambda_{ì\ àêñ}$ – максимум спектральной характеристики, мкм; $\mathbf{I_ф}$ – световой ток (фототок), мА; $\mathbf{T_S}$ – температурный коэффициент изменения чувствительности, %/^{0}С; $\mathbf{R_{из}}$ – сопротивление изоляции между корпусом и выводом, МОм; $\mathbf{U_{XX}}$ – фото-ЭДС в режиме холостого хода, мВ; $\mathbf{К_{с.п.}}$ - спектральный коэффициент перехода от источника «А» к источнику «В», отн. ед; $\mathbf{E_{рек.}}$, рекомендуемые пределы освещенности, лк.

2.1.1.2. Кремниевые фотодиоды, чувствительные в УФ-области спектра

Номенклатура отечественных фотодиодов, работающих в УФ-диапазоне весьма ограничена. Нашли применение несколько типов кремниевыъ фотодиодов, которые обладают минимальной чувствительностью в левовой части спектральной характеристики.

2.1.1.2.1 Фотодиоды кремниевые типа КДФ105А, КДФ117А1, ФД-288А, ФД-304М-01, ФД-307, ФДК-142, ФДК-142-01, ФД "Квант", ФД "Квант-1", ФД "Гранит" [$\Delta\lambda$ =0,2...1,1; $\lambda_{макс}$ =0,4...0,83 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.1.2. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис.2.1.2.

Таблица 2.1.2. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{фчэ}$, мм (кол-во элементов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, А/Вт, не менее	τ, с, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г , не более	№ рис.
КДФ105А	33 мм^2	-	0,22…1,06	0,81	0	-	0,065 λ=0,254 мкм	1*10^{-7}	-60…+50	∅16,5 x 4,5	3,5	2-003
КДФ117А1	3,19 x 3,19	95	0,3…1,0	0,89	15	0,005	0,17 λ= 0,365 мкм	1,3*10^{-8}	-60…+85	∅9,2 x 4,3	1,5	2-004
ФД-288А	100 мм^2	-	0,3…1,1	0,81	1	0,15	0,04 λ=0,3 мкм	1*10^{-5}	-60…+70	∅23 x 7,4	15	2-006
ФД-304М-01	0,7 x 0,7 (34)		0,3…1,1	-	2,5	-	0,4	6,5*10^{-4}	-	25,5 x 38,3 x 2 б/к	-	2-010
ФД-307	∅0,7		0,25…1,05	-	0,01	0,003	0,06 λ=0,3 мкм	-	-	16,5 x 8,6 x 2 б/к	-	2-008
ФДК-142 ФДК-142-01	∅13,7 (4) квадрантный	-	0,3…1,1	0,72…0,85	120	1,15	0,4	8*10^{-8}	-60…+85	∅30,6 x 7	-	2-005
ФД "Квант"	100 мм^2	-	0,2-1,05	0,4	-	-	0,25	-	-60…+50	∅23,5 x 17,4	-	2-007
ФД "Квант -1"	100 мм^2 (4) квадрантный		0,2…1,1		0,01	0,003	0,08 (λ=0,2 мкм) 0,3 (λ=0,55 мкм)		-60…+50	∅23,5 x 17,4	-	
ФД "Гранит"	0,27 мм^2 (64)	-	0,3-1,1	0,4	0,01	-	0,15	-	-	24,2 x 64 x 2 б/к	-	2-009

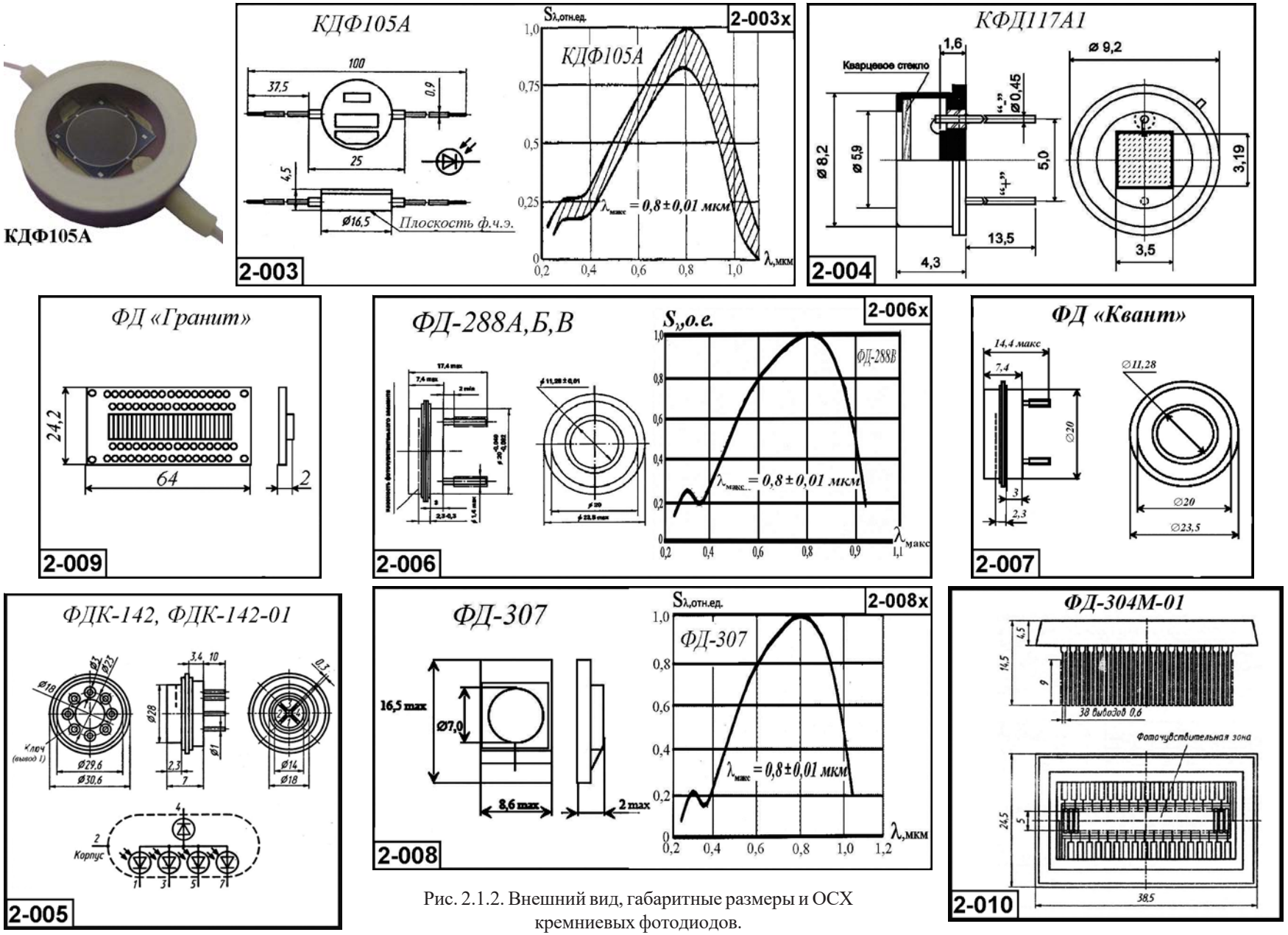


Рис. 2.1.2. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ кремниевых фотодиодов.

2.1.1.2.2. Фотодиоды кремниевые ФДУК-100УТ, ФДУК-10УТ, ФДУК-2УТ, ФДУК-2УП, ФДУК-11УТ, ФДУК-8УС, ФДУК-5У, ФДУК-1УСТ, ФДУК-5СТ [$\Delta\lambda$=0,19...1,1; $\lambda_{макс}$=0,96 мкм]

Фотодиоды серии ФДУК оптимизированы для диапазона 190-1100 нм, обладают чувствительностью в УФ диапазоне. Используются как опорные детекторы в системах с лампами вспышками УФ диапазона.

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.1.3. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики - на рис.2.1.3. .

Таблица 2.1.3. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм (кол-во элементов)	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Iт, нА, не более	$S_{\lambda max}$, А/Вт, не менее	τ, мкс, не более	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
ФДУК-100УТ	∅10	0,19…1,1	0,96	50	100	0,5	12	∅20 x 4,3	2-014
ФДУК-10УТ	5 x 5 мм (2 эл.)	0,19…1,1	0,96	50	80 (одного фотодиода)	0,5		∅20 x 4,3 (четыре вывода)	2-014
ФДУК-2УТ	∅7	0,19…1,1	0,96	50	80	0,5	2	∅16,5x4,3	2-011
ФДУК-2УП	∅7	0,19…1,1	0,96	50	200	0,28	10	∅16,5x4,3	2-011
ФДУК-11УТ	5 x 5	0,19…1,1	0,96	50	50	0,5	6	∅12,5x4,3	2-013
ФДУК-8УС PIN	∅3,2	0,19…1,1	0,96	50	5 (50В)	0,45	0,015	∅12,5x4,3	2-013
ФДУК-5У	∅2,5	0,19…1,1	0,96	50	10	0,45	0,8	∅9,2x4,3	2-012
ФДУК-5СТ	∅2,5	0,28…1,1	0,96	50	20	0,4	0,004	∅9,2x4,3	2-012
ФДУК-1УСТ PIN	∅1,2	0,19…1,1	0,96	50	2 (50В)	0,45	0,001	∅9,2x4,3	2-012

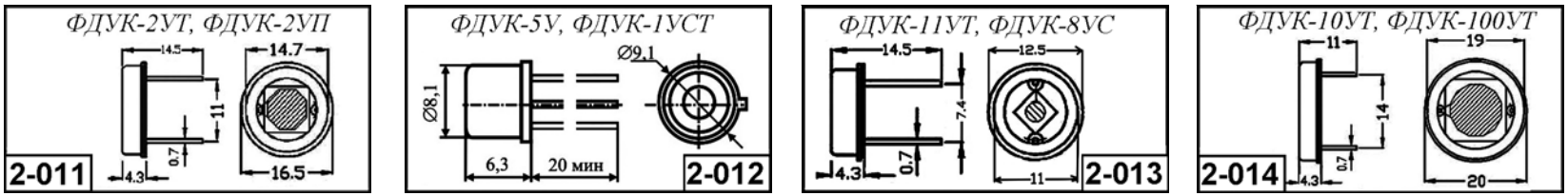
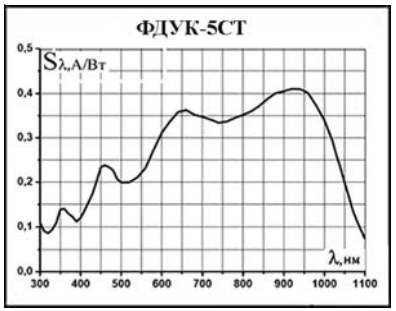


Рис. 2.1.3а. Внешний вид, габаритные размеры ФДУК-100УТ, ФДУК-10УТ, ФДУК-2УТ, ФДУК-2УП, ФДУК-11УТ, ФДУК-8УС, ФДУК-5У, ФДУК-1УСТ



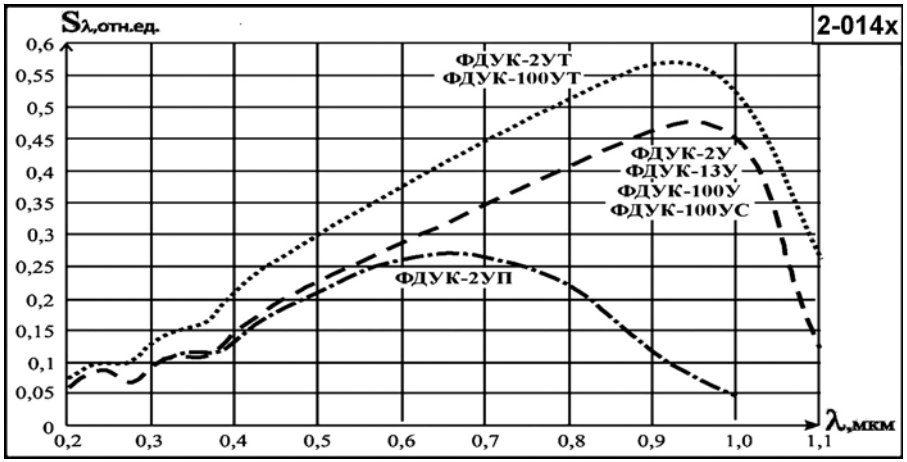


Рис. 2.1.3д. Относительная спектральная характеристика фотодиодов серии ФДУК-ХХ.

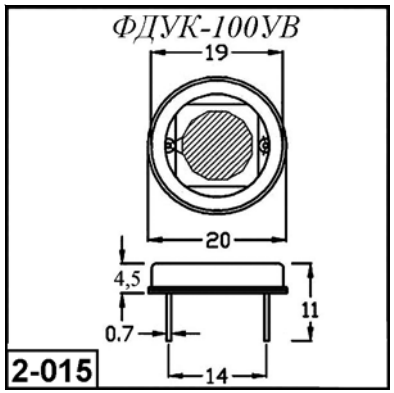
2.1.1.2.3. Фотодиоды кремниевые ФДУК-100УВ и ФД-УФ-1 [$\Delta\lambda$ =0,02...1,1; $\lambda_{макс}$ =0,45...0,9 мкм]

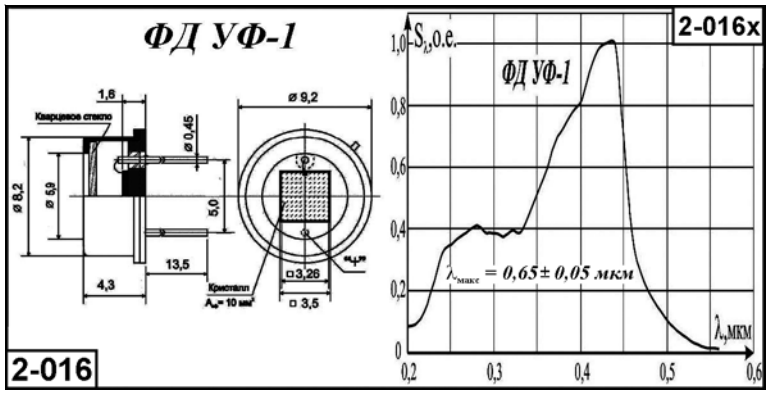
Фотодиод ФДУК-100УВ имеет сверхширокий спектральный диапазон. Разработан по оригинальной технологии для использования одновременно в ближнем инфракрасном,видимом, UV, DUV, XUV диапазонах, а также в мягком рентгене.

Фотодиод ФД УФ-1 предназначен для регистрации излучения УФ-диапазона спектра.

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.1.4. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис. 2.1.4.









а) б)

Рис. 2.1.4. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика фотодиодов типа ФДУК-100УВ и ФД-УФ1

Таблица 2.1.4. Основные параметры фотодиодов типа ФДУК-100УВ и ФД-УФ1 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра	
	ФДУК-100УВ	**ФД-УФ1**
Эффективная фоточувствительная площадь, мм^2	100	10
Размер фоточувствительного элемента, мм	10x10	3,2 x 3,2
Плоский угол зрения по уровню 0,5, град	-	90
Область спектральной чувствительности, нм	0,02 - 1100	190 - 530
Диапазон энергий квантов, эВ	1,13 - 50000	
Напряжение смещения, В	0	0
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=1000 нм, А/Вт	0,1	-
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=900 нм, А/Вт	0,4	-
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=470 нм, А/Вт	-	0,08
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=400 нм, А/Вт	-	0,11
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=370 нм, А/Вт	-	0,12
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=300 нм, А/Вт	-	0,074
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=200 нм, А/Вт	0,07	0,032
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=150 нм, А/Вт	0,05	-
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=50 нм, А/Вт	0,12	-
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=13 нм, А/Вт	0,25	-
Токовая монохроматическая чувствительность,при λ=10 нм, А/Вт	0,22	-
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=3 нм, А/Вт	0,25	-
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=1 нм, А/Вт	0,27	-
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=0,1 нм, А/Вт	0,23	-
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=0,05 нм, А/Вт	0,1	-
Токовая монохроматическая чувствительность, при λ=0,04 нм, А/Вт	0,024	-
Емкость при $U_{СМ}$=0, пф	8000	6000
Темновой ток, нА, не более	400	0,1 (5)
Диапазон рабочих температур, ^{0}С	-	-10...+60
Габаритные размеры	∅20 x 4,5	∅9,2 x 4,3
№ рисунка	2-015	2-016

2.1.1.2.3д. Фотодиод кремниевый ФД-200-520 [$\Delta\lambda$= 0,2–0,52; $\lambda_{макс}$ = 4,8 мкм]

Кремниевый фотодиод предназначен для регистрации излучения в спектральном диапазоне от 0,2 до 0,52 мкм. Фотодиод обладает незначительной чувствительностью в диапазоне длин волн свыше 0,52 мкм (на уровне 0,1 % от максимума).

Фотодиод размещается в менталлостеклянном корпусе с входным окном из кварцевого или увиолевого стекла.

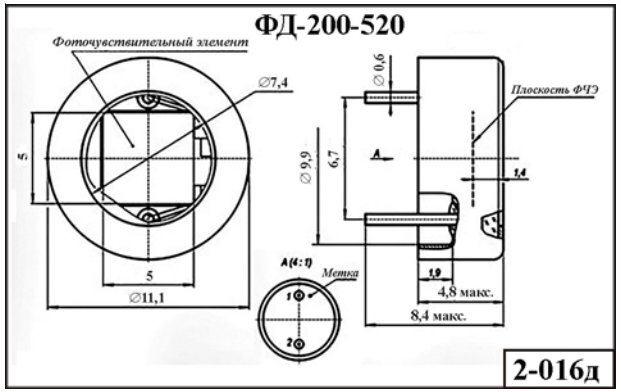
Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.9. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика покозаны на рис. 2.1.4д.

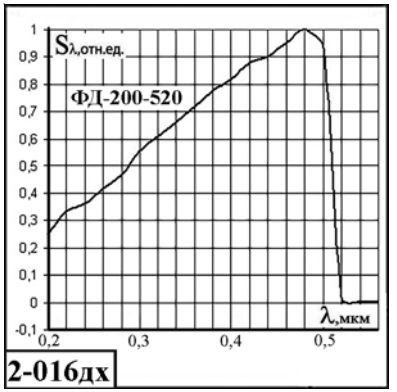
Фотодиоды ФД-200-520 применяют в различных областях науки и техники. Это обусловлено чувствительностью фотодиодов в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра, возможностью работы при небольшом напряжении и малом токе, слабыми шумами, большим сроком службы, а также простотой схемы применения. Широко используют фотодиоды в регистрирующих и измерительных приборах фотометрии.

Таблица 2.1.4д. Основные параметры фотодиода типа ФД-200-520 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	**Норма параметра**
Область спектральной чувствительности, мкм	0,2…0,52
Размеры фоточувствительного элемента, мм	5 х 5
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,48
Темновой ток при $U_{СМ}$=0,01 В, нА	0,2
Токовая монохроматическая чувствительность, А/Вт	?
Диапазон рабочих температур, ^{0}С	?
Габариты размеры (без выводов), мм, не более	∅11,1 х 4,8
№ рисунка	2-016д

а)





б)

Рис. 2.1.4д. Внешний вид, габаритные размеры (а) и относительная спектральная характеристика (б) ФД-200-520

2.1.1.2.4. Фотодиоды УДФ-01-01 и УДФ-04-16 [$\Delta\lambda$ =0,19...0,45; $\lambda_{макс}$ =0,35 мкм]

Фотодиоды УДФ-01-01 и УДФ-04-16 предназначены для регистрации ультрафиолетового излучения в диапазоне 0,19...0,45 мкм. Фоточувствительный элемент изготовлен из селенида цинка (ZnSe). Приборы размещены в стандартных металлостеклянных корпусах типа ТО-5 или КТ-1.

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.1.5. Внешний вид и габаритные размеры и ОСХ - на рис.2.1.5.

Таблица 2.1.5. Основные параметры фотодиодов УДФ-01-01 и ФДФ-04-16 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибор/Норма параметра	
	УФД-01-1	**УФД-04-16**
Материал фоточувствительного элемента	ZnSe	
Эффективная фоточувствительная площадь, мм^2	1,0	11,33
Размер фоточувствительного элемента, мм	1 х 1	∅3,8
Область спектральной чувствительности, мкм	0,19…0,45	
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,3…0,4	
Токовая монохроматическая чувствительность, А/Вт, не менее	0,1 (λ=0,4 мкм)	
Темновой ток при $U_{СМ}$=0,1 В, нА	0,01 …1	0,1 …1
Емкость при F=1 кГц, $U_{СМ}$=0,1 В, пФ	0,12…1	4…8
Диапазон рабочих температур, ^{0}С	20±10	
Габариты размеры (без выводов), мм, не более	∅9,2 х 4,3	∅5,84 х 5,3
№ рисунка	2-017	2-018

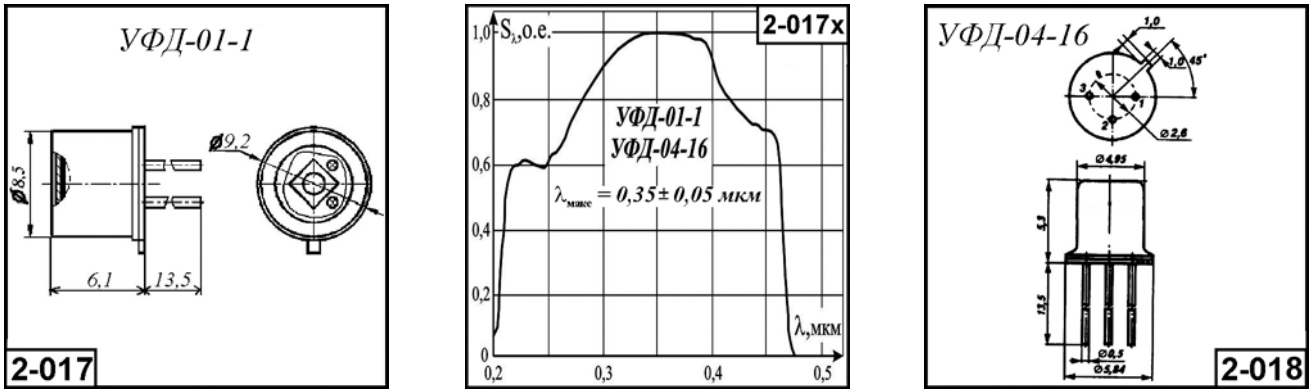


Рис. 2.1.5. Внешний вид и габаритные размеры и ОСХ фотодиодов УДФ-01-01 и ФДФ-04-16

2.1.1.2.4д. Фосфид-галлиевый фотодиод “Синева” [$\Delta\lambda$ = 0,25...0,46 мкм; $\lambda_{макс}$ = 0,44 мкм]

Фотодиод “Синева” предназначен для регистрации ультрафиолетового излучения в диапазоне 0,25–0,46 мкм. Фоточувствительный элемент изготовлен из фосфида галлия (GaP).

Фотодиод “Синева “ обладает высокой чувствительностью в коротковолновой части спектра, и отсутствием чувствительности в ИК-области.

Может выпускаться в герметичном металлостеклянном (типа ТО-5 или КТ-1) или пластмассовом корпусе с плоским лейкосапфировым или кварцевым входным окном.

Основные параметры фотодиода приведены в табл. 2.1.5д, относительная спектральная характеристика приведена на рис. 2.1.5д.

Применяется в ультрафиолетовых датчиках пламени и радиометрических головках

Таблица 2.1.5д. Основные параметры фотодиода “Синева “ при температуре 20±5 °С

Наименование параметра. Единица измерения.	**Норма параметра**	
Материал фоточувствительного элемента	GaP	
Эффективная фоточувствительная площадь, мм^2	4,5 x 4,5	7 x 7
Область спектральной чувствительности, мкм	0,25…0,46	
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,44	
Темновой ток при $U_{СМ}$=0,01 В, нА	0,1	0,2
Токовая монохроматическая чувствительность, А/Вт, не менее	0,05 (λ = 0,25 мкм) 0,2 (λ = 0,44 мкм)	
Диапазон рабочих температур, ^{0}С	20±10	
Габариты размеры (без выводов), мм, не более	—	—

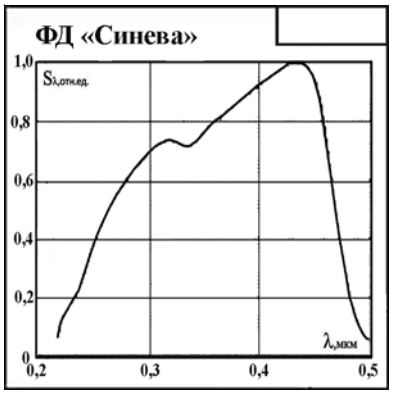


Рис. 2.1.5д. Относительная спектральная характеристика фотодиода “Синева”.

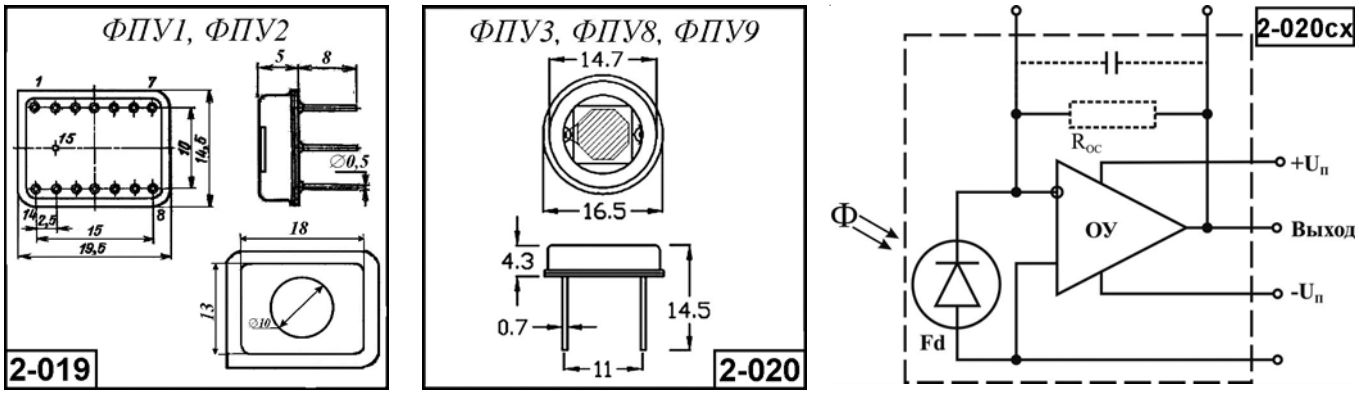
2.1.1.2.5. Фотоприемные устройства ФПУ-1, ФПУ-2, ФПУ-3, ФПУ-8, ФПУ-9, ФПУ-100 [$\Delta\lambda$ =0,19...1,1 мкм]

Фотоприемные устройства ФПУ-1, ФПУ-2, ФПУ-3, ФПУ-8, ФПУ-9 и ФПУ-100 представляют собой устройства объединяющие в одном корпусе фоточувствительный элемент (ФД серии ФДУК.) и операционный усилитель. Фотоприемные устройства размещаются в герметичных металлостеклянных корпусах и обладают повышенной защищенностью входных цепей от электромагнитных помех. Предусмотрена возможность установки внешнего резистора обратной связи (до 10 ГОм) . Дипазон рабочих температур 25±10^{0}С.

Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.1.6. Базовая схема, внешний вид и габаритные размеры - на рис.2.1.6.

Таблица 2.1.6. Основные параметры ФПУ-1, ФПУ-2, ФПУ-3, ФПУ-8, ФПУ-9 и ФПУ-100 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра					
	ФПУ1	ФПУ2	ФПУ3	ФПУ8	ФПУ9	ФПУ-100
Эффективная фоточувствительная площадь, мм^2	∅7	∅7	∅3,2	∅1,2	5 x 5	∅2,5
Область спектральной чувствительности, мкм	0,19…1,1					
Коэффициент усиления электронного тракта, о.е.	1*10^9	2*10^{10}	1*10^4	4*10^4	1*10^7	2*10^3
Полоса пропускания электронного тракта.	120 Гц	5 Гц	1 МГц	1 МГц	10 кГц	100 МГц
Напряжение на выходе при отсутствии засветки, мВ	±7	±7	±30	±100	±100	±10
Напряжение на выходе при отсутствии засветки (peak-peak), мВ	20	20	100	100	10	10
Напряжение питания электронного тракта, В	±(5…12)	±(5…12)	±5	±6	±(5…12)	±5 и -50В $U_{СМ.ФД}$
Ток потребления, мА, не более	6	6	20	10	5	30
Габаритные размеры	21,85 x 9,35 x 5,3	21,85 x 9,35 x 5,3	∅16,5 x 4,5	∅16,5 x 4,5	∅16,5 x 4,5	п/п 21 x 29 мм с разъемом SMA (50 Ом)
№ рисунка	2-019		2-020			



а) б) в)

Рис. 2.1.6. Внешний вид, габаритные размеры и базовая схема ФПУ 1, ФПУ2, ФПУ3, ФПУ8 и ФПУ-100.

2.1.1.2.6. Фотоприемное устройство ФПУ ФД [$\Delta\lambda$ =0,19...1,1; $\lambda_{раб}$=0,255 мкм]

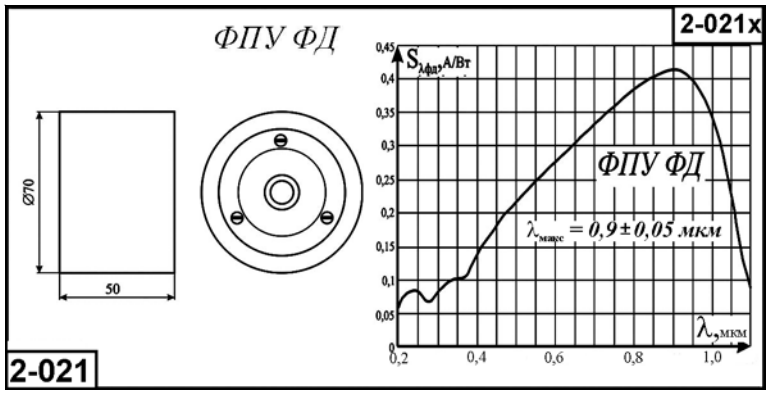
Фотоприемное устройство ФПУ ФД предназначено для регистрации световых потоков в диапазоне от 190 до 1100 нм. Устройство содержит фотодиод и предусилитель с АЦП, преобразующим аналоговый сигнал в цифровой с частотой 40 кГц (25 мкс на один цикл АЦП) и микропроцессором с выходом на шину IIC. ФПУ размещено в нестандартном металлическом корпусе.

ФПУ ФД может использоваться для измерений при относительно высоких уровнях освещенности - когда шум, вызванный фотонами, сильнее шума встроенного усилителя. Преимущество ФПУ ФД в том, что они могут работать с уровнями освещенности, значительно превышающими рабочие уровни освещенности ФЭУ. Устройство крепится непосредственно на выходной щели монохроматора, либо на стойке, устанавливающейся на рельсе.

Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.1.7. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис.2.1.7

Таблица 2.1.7. Основные параметры ФПУ ФД при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,19…1,1
Рабочая длина волны, мкм	0,255
Диаметр фоточувствительного элемента, мм	7
Тип выходного сигнала	цифровой
Напряжение питания, В	6…12
Диапазон рабочих температур	20±10
Габаритные размеры, мм, не более	∅70 x 50
Масса, г, не более	300
№ рисунка	2-021





Внешний вид ФПУ ФД

Рис. 2.1.7. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ ФД.

2.1.1.2.7. Фотоприемное устройства ФУР137Л [$\Delta\lambda$ =0,3...0,42; $\lambda_{раб}$=0,37 мкм]

Трехканальное фотоприемное устройство ФУР137Л на основе фотодиода с барьером Шоттки из фосфорида галлия и предназначено для применения в высокочувствительных малогабаритных устройствах ультрафиолетового диапазона.

Для ФПУ характерна высокая оптическая избирательность к ультрафиолетовому излучению: чувствительность к длинам волн более 0,5 мкм - не более 1%.

Основные параметры фотоприемного устройства ФУР137Л приведены в табл. 2.1.8. Внешний вид приведен на рис.2.1.7д.



Рис.2.1.7д. Внешний вид фотоприемного устройства ФУР137Л

Таблица 2.1.8. Основные параметры ФПУ ФУР137Л при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности	0,30... 0,42
Рабочая длина волны, мкм	0,37
Размер фоточувствительного элемента, мм	0,06 x 0,15
Количество фоточувствительных элементов	3
Вольтовая чувствительность на рабочей длине волны, В/Вт, не менее	$5*10^7$
Порог чувствительности в единичной полосе частот, Вт/Гц$^{1/2}$, не более	$2*10^{-13}$
Разброс чувствительности между элементами, %, не более	20
Коэффициент взаимосвязи между элементами, %, не более	5
Предельная частота, кГц, не менее	1,2
Динамический диапазон, дБ, не менее	60
Тип выходного сигнала	аналоговый
Напряжение питания, В	±15
Диапазон рабочих температур, ^{o}С	-60…+50
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	∅15 x 9,7
Масса, г, не более	3,5

2.1.2. Фотоприемники УФ-диапазона на основе алмаза

Алмазные фотоприемники в нашей стране пока еще не нашли широкого применения. Однако, отечественной промышленностью освоен ограниченный выпуск нескольких типов фотоприемников на основе природного алмаза.

2.1.2.1. Фоторезисторы типа ФА-1, ФА-2, ФА-3 на основе алмаза [$\Delta\lambda$ =0,18...0,27; $\lambda_{макс}$=0,22 мкм]

Фоторезисторы ФА1, ФА2, ФА3 предназначены для регистрации излучения в диапазоне 195...250 нм. Фоточувствительный элемент фоторезисторов изготовлен из природного алмаза. Фоторезисторы ФА-1, ФА-2, ФА-3 размещены в стандартных металлостеклянных или металлокерамических корпусах типа ТО-8, ТО-18 или DIP-16, снабженными входным окном из материала, прозрачного в УФ-диапазоне спектра (например, из кварцевого стекла). Могут выпускаться и без входных окон.

Основные параметры фоторезисторов типа ФА1, ФА2, ФА3 приведены в табл. 2.1.9. Внешний вид фоторезисторов приведен на рис. 2.1.8, а типовая спектральная характеристика на рис. 2.1.9. На рис. 2.1.8д. приведены схемы предусилителя и усилителя сигнала алмазного фотоприемника.

Таблица 2.1.9. Основные параметры алмазных фоторезисторов ФА-1,ФА-2, ФА-3.

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра		
	ФА-1	ФА-2	ФА-3
Размер фоточувствительной площадки, мм^2	1	1	1
Область спектральной чувствительности, мкм	0,19…0,3	0,19…0,3	0,18…0,27
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,22		
Монохроматическая токовая чувствительность, А/Вт	0,03 - 0,045	0,08	0,057 - 1,0
Темновой ток, А, не более	$2,8*10^{-12}$	$3*10^{-12}$	$5*10^{-12}$
Напряжение смещения, В	30 - 200	30 - 200	30 - 150
Постоянная времени, с	$2,5*10^{-4}$	-	-
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм	∅11 x 5,8	∅5,8 x 5,3	6,5 x 19 x 7,5
Масса, г, не более	3	1,5	1,5
№ рисунка	2-022	2-023	2-024

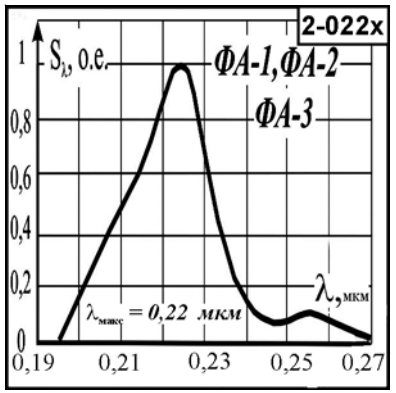
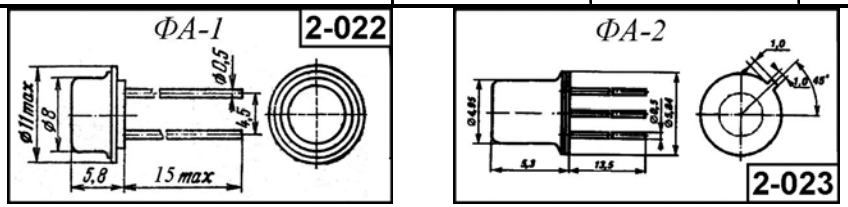


Рис. 2.1.9





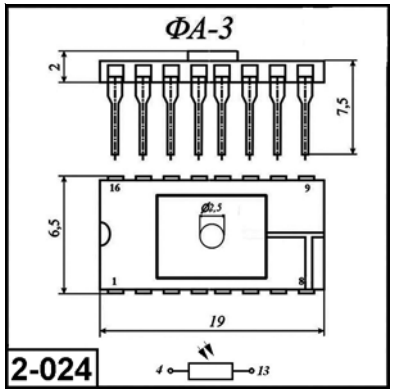


Рис. 2.1.8. Внешний вид и габаритные размеры алмазных фоторезисторов типа ФА1, ФА2, ФА3

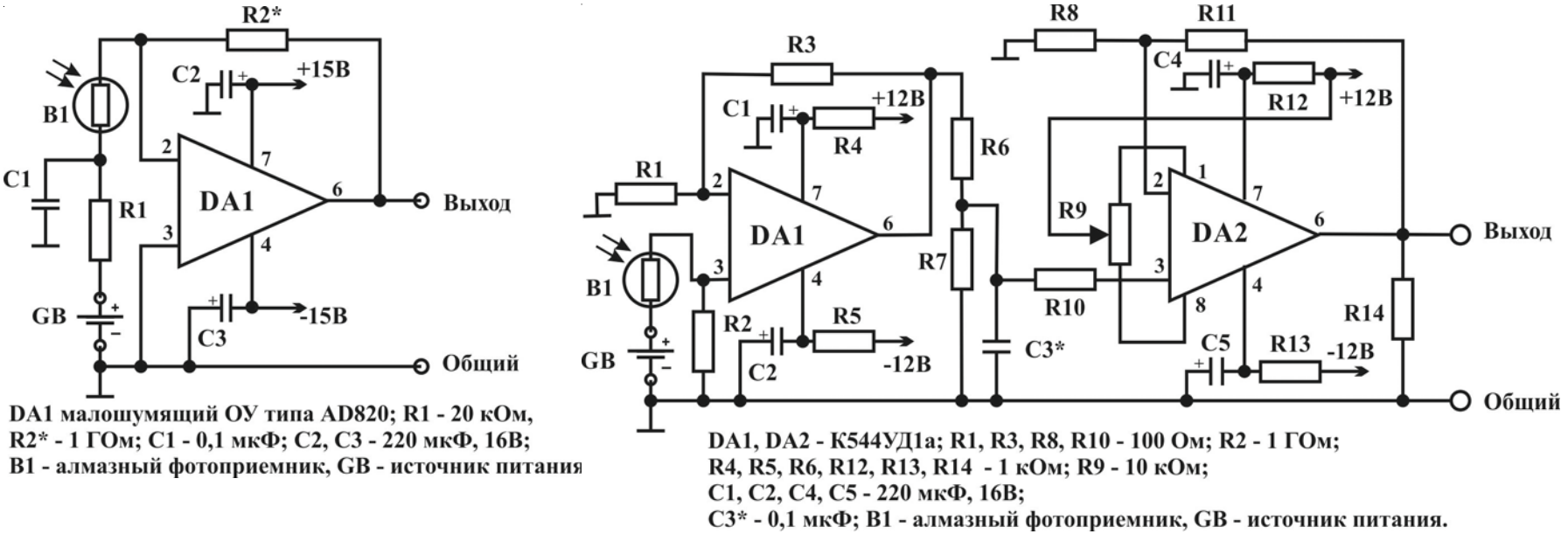


Рис. 2.1.8д. Принципиальная электрическая схема предусилителя (а) и усилителя (б) сигнала алмазного фотоприемника.

2.1.2.2. Фоторезисторы типа ФА-3-1, ФА-3-2 на основе алмаза [$\Delta\lambda$ =0,19...0,3; $\lambda_{макс}$=0,22 мкм]

Фоторезисторы ФА-3-1, ФА-3-2 предназначены для регистрации излучения в диапазоне 195...300 нм. Фоточувствительный элемент фоторезисторов изготовлен из природного алмаза. Фоторезисторы размещены в стандартных металлокерамических корпусах типа DIP-16, снабженным входным окном из материала, прозрачного в УФ-диапазоне спектра (например, из кварцевого стекла). Могут выпускаться и без входных окон.

Основные параметры фоторезисторов типа ФА-3-1, ФА-3-2 приведены в табл. 2.1.10. Внешний вид фоторезисторов приведен на рис. 2.1.10, а типовая спектральная характеристика на рис. 2.1.11

Таблица 2.1.10. Основные параметры фоторезисторов ФА-3-1, ФА-3-2

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра	
	ФА-3-1	ФА-3-2
Размер фоточувствительной площадки, мм^2	2 - 10	
Область спектральной чувствительности, мкм	0,19…0,3	
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,22	
Монохроматическая токовая чувствительность, А/Вт	0,1	0,08
Темновой ток, А, не более	$5*10^{-12}$	$4*10^{-12}$
Напряжение смещения, В	30 - 200	30 - 200
Постоянная времени, с	$2,5*10^{-4}$	
Диапазон рабочих температур, ^{o}C	-30…+45	
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм	6,5 x 19 x 7,5 (DIP-16)	
Масса, г, не более	1,5	
№ рисунка	2-025	

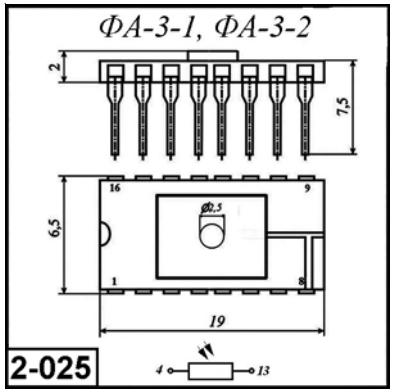
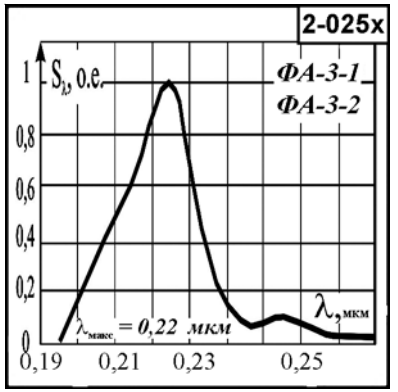


Рис.2.1.10. Внешний вид и габаритные размеры алмазных фоторезисторов типа ФА-3-1, ФА-3-2.

Рис.2.1.11. Типовая спектральная характеристика алмазных фоторезисторов типа ФА-3-1, ФА-3-2 и ФПЯ-1.



2.1.2.3. Алмазные фотовольтаические приемники ФПЯ-1-1, ФПЯ-1-2 [$\Delta\lambda$ =0,19...0,28; $\lambda_{макс}$=0,22 мкм]

Алмазные фотовольтаические приемники с потенциальной ямой ФПЯ-1-1 и ФПЯ-1-2. размещены в стандартных металлокерамических корпусах типа DIP-16**,** снабженных входным окном из материала, прозрачного в УФ-диапазоне спектра (например, из кварцевого стекла). Могут выпускаться и без входных окон.

Основные параметры алмазных фотовольтаических приемников с потенциальной ямой типа ФПЯ-1-1 и ФПЯ-1-2 приведены в табл. 2.1.11. Внешний вид фоторезисторов приведен на рис. 2.1.12, а типовая спектральная характеристика аналогична, приведенной на рис. 2.1.11. На рис. 2.1.13. приведена схема включения ФПЯ.

Таблица 2.1.11. Основные параметры алмазных фотовольтаических приемников с потенциальной ямой типа ФПЯ-1-1 и ФПЯ-1-2.

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Размер фоточувствительной площадки, мм^2	2 - 10
Область спектральной чувствительности, мкм	0,19…0, 28
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,22
Монохроматическая вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	2,3*10^6
Монохроматическая токовая чувствительность, А/Вт, не менее	2
Порог чувствительности, Вт/Гц$^{1/2}$	(1 - 2)*10^{-14}
Напряжение смещения фотоприемника, В	5 - 100
Постоянная времени, с	250*10^{-6}
Напряжение питания предусилителя, В	±12
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм	10,5 x 28 x 2 (DIP-22)
Масса, г, не более	5
№ рисунка	2-026

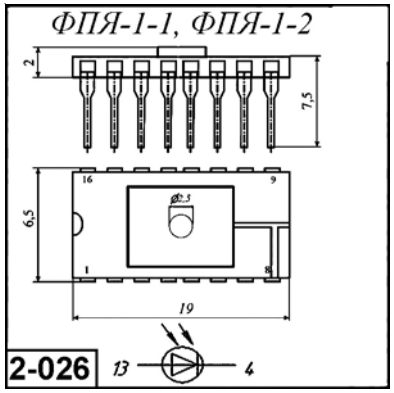


Рис.2.1.12. Внешний вид и габаритные размеры алмазных фотовольтаических приемников с потенциальной ямой типа ФПЯ-1-1 и ФПЯ-1-2.

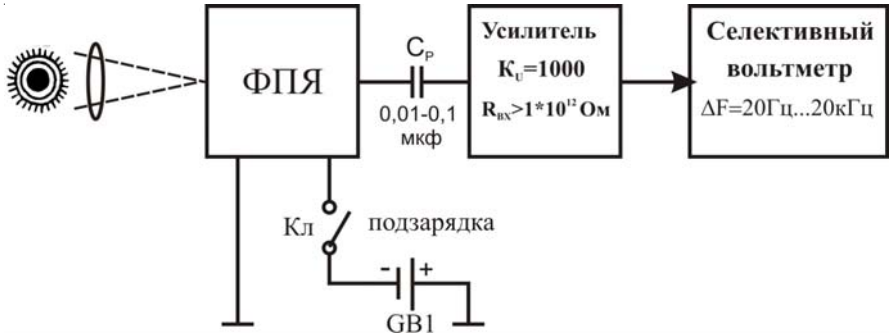


Рис.2.1.13. Схема включения алмазных фотовольтаических приемников с потенциальной ямой типа ФПЯ-1-1 и ФПЯ-1-2.

2.1.2.4. Алмазные P-I-N фотодиоды ФД-1-1 и ФД-1-2 [$\Delta\lambda$ =0,18...0,3; $\lambda_{макс}$=0,22 мкм]

Фотодиоды ФД-1-1 и ФД-1-2 размещены в стандартном 16-ти выводном металлокерамическом корпусе типа DIP-16, снабженном входным окном из кварцевого стекла.

Основные параметры алмазных p-i-n фотодиодов типа ФД-1 приведены в табл. 2.1.12. Внешний вид фотодиодов приведен на рис. 2.1.14, а типовая спектральная характеристика приведена на рис. 2.1.15. Схема включения фотодиода приведена на рис. 2.1.16.

Таблица 2.1.12. Основные параметры алмазных p-i-n фотодиодов типа ФД-1-1, ФД-1-2.

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра	
	ФД-1-1	ФД-1-2
Размер фоточувствительной площадки, мм^2	2 - 10	
Область спектральной чувствительности, мкм	0,18…0,3	
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,22	
Монохроматическая вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	150	200
Монохроматическая токовая чувствительность, А/Вт, не менее	0,13	
Напряжение шума, В/Гц$^{1/2}$	1*10^{-8}	
Порог чувствительности, Вт/Гц$^{1/2}$	(1 - 2)*10^{-14}	
Удельная обнаружительная способность, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	3*10^{12}	
Темновой ток, А, не более	1*10^{-12}	
Постоянная времени, с	2,5*10^{-4}	
Напряжение смещения, В	60 - 100	
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм	6,5 x 19 x 2 (DIP-16)	
Масса, г, не более	1,5	
№ рисунка	2-027	

Примечание: Величины токовой чувствительности и порога чувствительности, приведенные в табл. 2.1.12. вызывают некоторые сомнения, т..к. эти значения превышают теоретический предел.

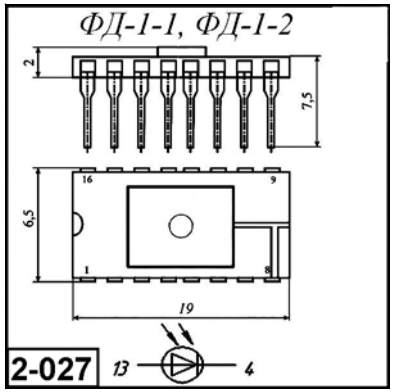


Рис. 2.1.14.Внешний ви фотодиодов ФД-1-1, ФД-1-2.

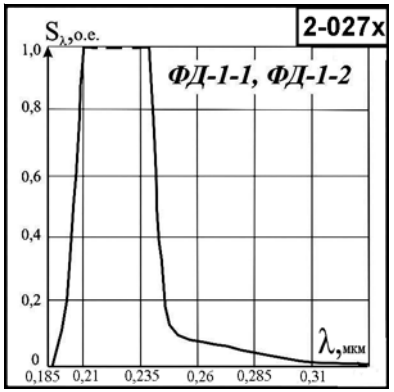


Рис2.1.15.Спектральная характеристика фотодиодов ФД-1-1, ФД-1-2.

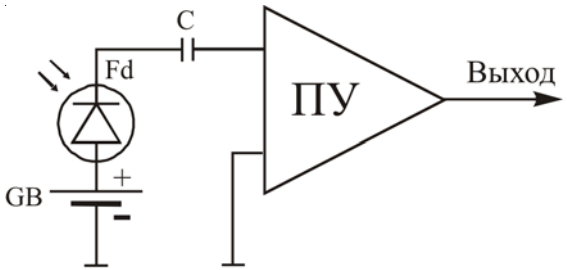


Рис. 2.1.16. Схема включения фотодиодов ФД-1-1, ФД-1-2.

2.1.2.5. Алмазное фотоприемное устройство типа ФПА-1 [$\Delta\lambda$ =0,19...0,28; $\lambda_{макс}$=0,22 мкм]

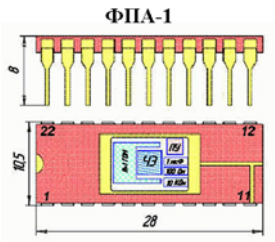
Фотоприемное устройство размещено в 22-х выводном металлокерамическом корпусе, типа DIP-22. Внутри корпуса установлены: алмазный фоточувствительный элемент, бескорпусная интегральная схема операционного усилителя типа К744УД1а-1 и пассивные компоненты. Корпус может снабжаться входным окном из материала, прозрачного для УФ-излучения (например, кварца).

Основные параметры алмазных ФПУ типа ФПА-1 приведены в табл. 2.1.13. Внешний вид ФПУ приведен на рис. 2.1.17. Принципиальная электрическая схема ФПУ приведена на рис. 2.1.18, а типовые спектральные характеристики приведена на рис. 2.1.19.

Таблица 2.1.13. Основные параметры алмазного фотоприемного устройства типа ФПА-1.

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Размер фоточувствительной площадки, мм^2	2 - 10
Область спектральный чувствительности, мкм	0,19…0,28
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,22
Монохроматическая вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	2,3*10^6
Монохроматическая токовая чувствительность, А/Вт, не менее	2
Порог чувствительности, Вт/Гц$^{1/2}$	(1 - 2)*10^{-14}
Напряжение смещения фотоприемника, В	5 - 100
Постоянная времени, с	250*10^{-6}
Напряжение питания предусилителя, В	±12
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм	10,5 x 28 x 2 (DIP-22)
Масса, г, не более	5
№ рисунка	2-028

Примечание: Величина порога чувствительности, приведенная в табл. 2.1.13. вызывает некоторые сомнения, т..к. это значение превышает .теоретический предел.



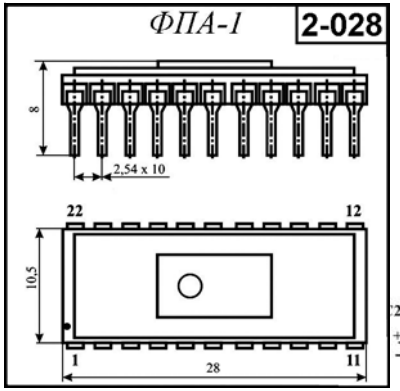


Рис. 2.1.17.Внешний вид ФПУ ФПА-1.

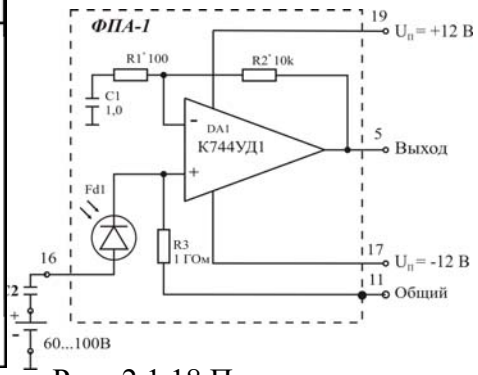
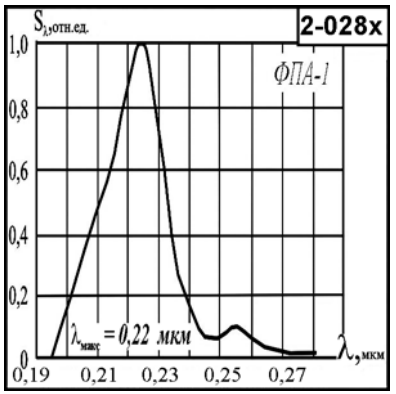


Рис. 2.1.18.Принципиальная электрическая схема ФПУ ФПА-1.

а)



б)

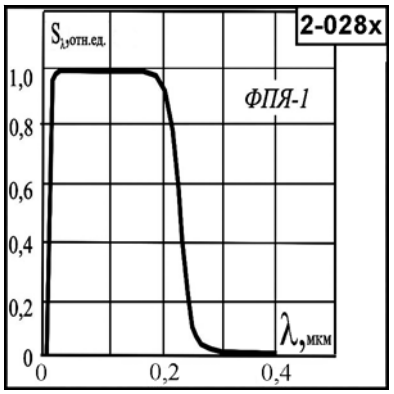


Рис.2.1.19.Спектральная характеристика ФПУ ФПА. а - с входным окном из кварцевого стекла, б - без окна..

2.1.3. Вакуумные фотоэлектронные приемники для УФ-диапазона

Для регистрации УФ-излучения также используются вакуумные фотоэлектронные приемники :

1. Вакуумные фотоэлементы, например, типа Ф8 ($\lambda_{макс}$ = 225 нм) и Ф29 ($\lambda_{макс}$ = 220…230 нм), Ф7($\Delta\lambda$=200 - 650 нм), Ф14 ($\Delta\lambda$=200-650 нм), Ф29 ($\Delta\lambda$=120-300 нм)

2. Фотоумножители, например, типа: ФЭУ89 ($\Delta\lambda$=150-320 нм), ФЭУ99 ($\lambda_{макс}$ = 220…260 нм), ФЭУ116 ($\lambda_{макс}$ = 260…300 нм), ФЭУ133 ($\lambda_{макс}$ = 220…260 нм), ФЭУ142 ($\Delta\lambda$=112-365 нм), ФЭУ-154 ($\lambda_{макс}$ = 120…160 нм) и др.

Сведения о параметрах вакуумных фотоэлектронных приборов будут изложены в соответствующей главе третьей части книги.



Рис.2.1.19д. Внешний вид некоторых типов фотоэлектронных приемников УФ-излучения.

Глава 2.2 Фотоприемники диапазона 0,4....0,8 мкм

Выбор полупроводниковых приемников, т.н. видимого диапазона спектра относительно невелик. В настоящей главе рассматриваются вентильные фотоэлементы, а также фоторезисторы на основе сернистого кадмия (CdS) и селенистого кадмия (CdSe).

Глава 2.2.1. Вентильные фотоэлементы

Вентильными фотоэлементами по традиции, называют пленочные фотогальванические элементы старого типа. По структуре они сходны с вентилями – твердыми силовыми выпрямителями. Вентильные фотоэлементы предназначены для непосредственного преобразования энергии оптического излучения в э.д.с.

Основными промышленными типами вентильных фотоэлементов являются селеновые (Se) и сернисто-серебряные (Ag_2Sb). Однако, наибольшее распространение получили селеновые фотоэлементы.

Селеновые фотоэлементы, кроме УФ-101, 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 проволочные или ленточные выводы. Фотоэлементы различаются между собой формой и размерами фоточувствительных элементов, длиной выводов и некоторыми параметрами. Фотоэлемент УФ-101 размещен в пластмассовом защитном корпусе и снабжен клеммами с отверстиями, диаметром 4 мм.

Вентильные элементы работают без внешнего источника питания, а потому применяются в тех случаях, когда к конструкции оптико-электронной аппаратуры предъявляются жесткие требования к габаритно-весовым характеристикам. Вентильные элементы не рекомендуется применять при модуляции оптического излучения, превышающей десятки герц, а также при резких колебаниях температуры.

2.2.1.1. Селеновые фотоэлементы Ф-32С, Ф-ЗЗС, 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, ФЭ-139, УФ-101 [$\Delta\lambda$ =0,35...0,7; $\lambda_{макс}$=0,5...0,6 мкм]

Селеновые фотоэлементы предназначены для регистрации оптического излучения в диапазоне длин волн от 0,4 до 0,7 мкм.

Селеновые фотоэлементы предназначены для использования в качестве приемников оптического излучения в экспонометрических устройствах кинофотоаппаратуры, устройствах сигнализации и управления.

Основные фотоэлектрические параметры селеновых фотоэлементов при температуре приведены в таблицах 2.2.1. и 2.2.2. Внешний вид и габаритные размеры селеновых фотоэлементов приведены на рис. 2.2.1. Спектральная характеристика фотоэлементов приведена на рис. 2.2.2.

На рис.2.2.1д. приведена принципиальная электрическая схема люксметра Ю-116 в которой использован фотоэлемент Ф-55С.

На рис.2.2.1д1. приведена принципиальная электрическая схема и внешний вид фотоэкспонометра “Ленинград-2” в котором использован фотоэлемент Ф-32С.

Таблица 2.2.1. Основные параметры селеновых фотоэлементов при температуре 20±5 °С.

Тип прибора	$A_{эф}$, $см^2$	Δλ, мкм	$λ_{max}$, мкм	U_{XX}, мВ, не менее	$I_ф$, мА, не менее	Освещенность при измерении фототока, лк	$К_{с.п.}$, отн. ед	$Е_{рек.}$, лк	Диапазон рабочих температур, ^{0}С	Габаритные размеры без выводов, мм, не более	Масса, г. не более	№ рис.
Ф-32С	4,6	0,35…0,7	0,5...0,6	60	6	105	0,93±0,12	9... 100	- 20... + 45	36,6 x 14,3x 1,75	4,3	2-031
Ф-33С	2,8	0,35…0,7	0,55...0,6	100	11	87	0,93±0,12	9... 100	- 20... + 45	∅23 x 2,5	5,5	2-038
Ф-34С	2,8	0,35…0,7	0,5...0,6	100	11	87	0,93±0,12	9:.. 100	- 40... + 45	∅23 x 2,5	5,3	2-038
Ф-35С	2,8	0,35…0,7	0,55...0,6	100	11	87	0,93±0,12	9... 100	-20...+45	∅23 x 2,5	5,2	2-038
Ф-36С	2,8	0,35…0,7	0,55...0,6	100	8 40	64 2050	0,93±0,12	8...4100	-40...+ 50	41 x 9,5 1,6	5	2-032
Ф-37С	3,5	0,35…0,7	0,5...0,6	100	11	127	-	-	-20...+45	35 x 13x 1,5	3,5	2-033
Ф-38С	6,4	0,35…0,7	0,5...0,6	100	6	22	-	-	-20...+45	56 x20 x 1,5	8	2-034
Ф-39С	5,4	0,35…0,7	0,5...0,6	100	8	47,5	-	-	-20...+45	∅46 x 2,3	5	2-035
Ф-40С	2,8	0,35…0,7	0,5...0,6	100	11	87	-	-	-20...+45	∅23 x 2,5	5,1	2-038
Ф-41С	2,8	0,35…0,7	0,55...0,6	100	11	87	0,93±0,12	9...100	- 40... + 50	∅23 x 2,5	5,5	2-038
Ф-42С	6,4	0,35…0,7	0,5...0,6	100	6	22	-	-	-20...+45	∅36,5 x 2	8	2-043
Ф-44С	5,4	0,35…0,7	0,5...0,6	100	6,5	16	-	-	-20...+45	∅42 x 1,4	5,9	2-038
Ф-45С	3,9	0,35…0,7	0,5...0,6	125	11 15	75 600	0,8...1,05	60... 1000	-40...+ 50	35 x 15 x 2,3	4,8	2-037
Ф-50С	5,4	0,35…0,7	0,5...0,6	100	4 8	16 250	-	-	-40...+ 50	∅42 x 1,4	5,9	2-038
Ф-52С	9,6	0,35…0,7 0,35…0,7	0,5...0,6	125	2,4...4 9...13,5	4,3 17,2	0,8...1,05	3...300	+ 15... + 35	∅40,2 x 2,3	16	2-040
Ф-54С	27	0,35…0,7	0,5...0,6	125	100	110	0,8...1,05	50...500	-20...+45	60 x 52 x 3,0	40	2-039
Ф-55С	25,6	0,35…0,7 0,35…0,7	0,5...0,6	125	13 130	10 100	0,8...1,05	10...100	+ 15...+35	∅65,5 x 3,0	41,2	2-042
ФЭ-139С	2,2	0,35…0,7	0,55	-	53	1000	-	-	- 60... + 60	25 x 14 x 1,1	2,2	2-041
УФ-101	6,3	0,4…0,7	0,5...0,6	60	6	105	-	-	- 20... + 45	∅60 x 14,5	70	2-044

Примечания: 1. Измерения проведены при освещении приборов от источника типа «А» по ГОСТ 7721-76.

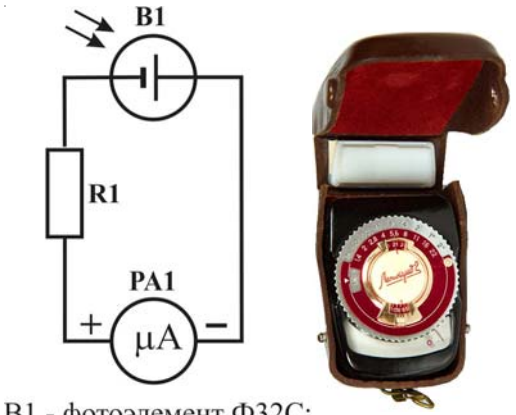
2. При освещенности Е=10 лк и сопротивлении внешней цепи $R_н$ =1,5 кОм.

3. Масса указана для приборов на стальной подложке.

Принятые обозначения: $A_{ФЧЭ}$ – размер фоточувствительной площадки, $см^2$; **Δλ** – область спектральной чувствительности, мкм; $λ_{макс}$ – максимум спектральной характеристики, мкм; $I_ф$ – световой ток (фототок), мА; T_S – температурный коэффициент изменения чувствительности, %/^{0}С; $R_{из}$ – сопротивление изоляции между корпусом и выводом, МОм; U_{XX} – фото-ЭДС в режиме холостого хода, мВ; $К_{с.п.}$ - спектральный коэффициент перехода от источника «А» к источнику «В», отн. ед; $Е_{рек.}$, рекомендуемые пределы освещенности, лк.

Таблица 2.2.2. Основные параметры утомляемости и потенциальной надежности селеновых фотоэлементов при температуре 20±5 °С.

Наименование прибора	Ts лог. ед/град, не более	Условия измерения Ts		Утомляемость, лог. ед.[1], не более	Условия измерения утомляемости		Ресурс работы, ч	Вероятность безотказной работы, о.е.
		E, лк	$R_н$, кОм		E, лк	$R_н$, кОм		
Ф-32С	0,03	100	4	0,15	100	4	1000	0,95
Ф-33С	0,01	100	4	0,15	100	4	3000	0,94
Ф-34С	0,01	100	4	0,15	100	4	3000	0,94
Ф-35С	0,01	100	4	0,15	100	4	3000	0,94
Ф-36С	0,01	1000	4	0,15	1000	4	3000	0,94
Ф-37С	0,01	100	4	0,15	100	4	1000	0,95
Ф-38С	0,01	100	Л	0,15	100	4	1000	0,95
Ф-39С	0,01	100	4	0,15	100	4	1000	0,95
Ф-40С	0,01	100	4	0,15	100	4	1000	0,95
Ф-41С	0,01	100	4	0,15	100	4	3000	0,94
Ф-42С	0,015	100	4	0,15	100	4	1000	0,95
Ф-44С	0,015	100	4	0,15	100	4	1000	0,95
Ф-45С	0,01	600	5	0,1	1000	5	1000	0,95
Ф-50С	0,032	100	15	0,62	8000	опт[4]	1000	0,95
Ф-52С	0,01	135	8	0,1	2200	8	1000	0,95
Ф-54С	0,001	500	0,15	23	500	0,15	1000	0,95
Ф-55С	0,004	100	0,1	0,008	100	0,1	1000	0,95
ФЭ-139С	0,53	150	опт[4]	83	1000	опт[4]	н/д	0,95
УФ-101	0,03	100	опт[4]	0,15	100	4	н/д	н/д



B1 - фотоэлемент Ф32С;
PA1 - микроамперметр М2027-5 (25 мкА);
R1 - резистор 10 кОм.

Рис. 2.2.1д1.Внешний вид и принципиальная электрическая схема фотоэкспонометра “Ленинград-2”.

Примечания: 1. Лог. ед. — логарифмическая единица, представляющая собой логарифм десятичный отношения текущего значения того или иного параметра к исходному. **2.** Для фотоэлемента Ф-50С вместо лог. ед. использована условная единица - ступень, оказавшаяся более удобной в проектировании экспонометрических приборов. В этом случае фиксируют ступенчатое изменение фототока, нормируемое по ТУ на изделие. Поскольку между ступенью и лог. ед. нет единой математической зависимости, характеристики приходится определять экспериментально. **3.** Для Ф-54С и ФЭ-139С параметры измерены в %/град и в % соответственно. **4.** При оптимальном значении сопротивления внешней цепи, соответствующему максимальному значению фототока.

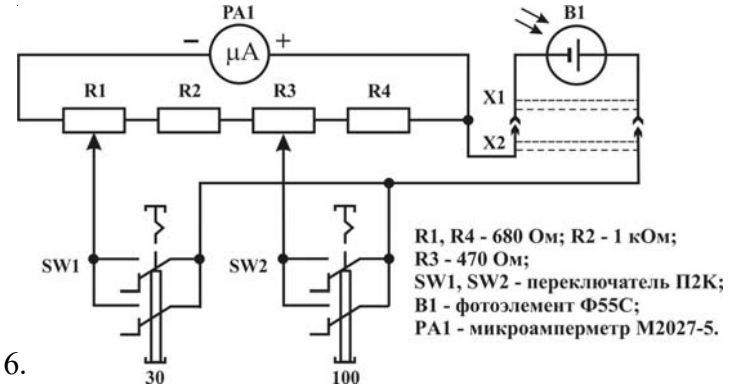


Рис.2.2.1д. Принципиальная электрическая схема люксметра Ю-116.

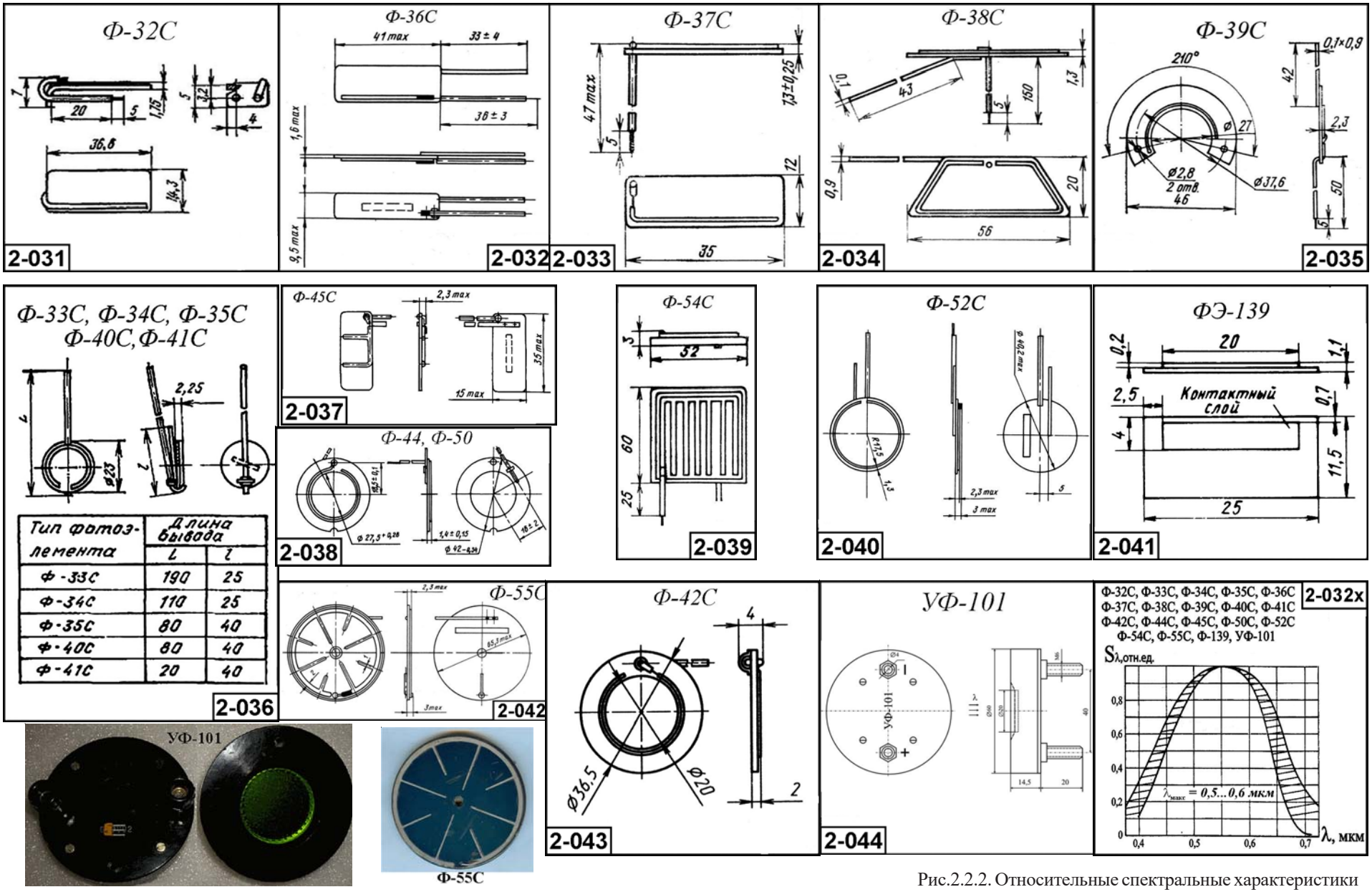


Рис.2.2.1. Внешний вид и габаритные размеры селеновых фотоэлементов.

Рис.2.2.2. Относительные спектральные характеристики селеновых фотоэлементов

2.2.1.2. Ранние типы фотоэлементов К-5, К-10, К-20, ФЭСС-У-2; ФЭСС-У-3; ФЭСС-У-5; ФЭСС-У-10 [$\Delta\lambda$ =0,4...1,2; $\lambda_{макс}$=0,5...0,65 и 0,7...1,0 мкм]

Отечественной промышленностью, кроме селеновых ФЭ, выпускались серно-таллиевые и сернисто-серебряные фотоэлементы.

Основные параметры селеновых (К-5...К-20), серно-таллиевых и сернисто-серебряных фотоэлементов приведены таблице 2.2.3 . Внешний вид и габаритные размеры фотоэлемента ФЭСС-У приведенаы на рис. 2.2.3.. Спектральные характеристики фотоэлементов приведены на рис. 2.2.4.

Таблица 2.2.3. Основные параметры вентильных фотоэлементов К-5, К-10, К-20, ФЭСС-У-2, ФЭСС-У-3, ФЭСС-У-5, ФЭСС-У-10

Тип фотоэлемента	Обозначение прибора	Рабочая площадь, $см^2$	$\lambda_{макс}$, мкм	Интегральная чувствительность, мкА/лм	Uxx, мВ, не менее	Внутреннее сопротивление, Ом	Диапазон линейности фототока от светового потока, мкА	Максимальная частота модуляции источника света, Гц	№ рис.
Селеновый	К-5	5	0,5 - 0,6	250 - 500	н/д	$1*10^3$ - $5*10^4$	30 - 50	50 - 100	-
	К-10	10							
	К-20	20							
Сернисто-серебряный	ФЭСС-У-2	2	0,7 - 1,0	3500—8000	60 - 150	1500 - 3000	30 - 50	5 - 10	2-045
	ФЭСС-У-3	3			60 - 150	1000 - 2000	5 - 150		
	ФЭСС-У-5	5				700 - 1400	6 - 150		
	ФЭСС-У-10	10				400 - 800	5 - 150		
Серно-таллиевый	н/д	2	0,8 - 1,1	5000 - 10000	до 150	-	30 - 50	-	-

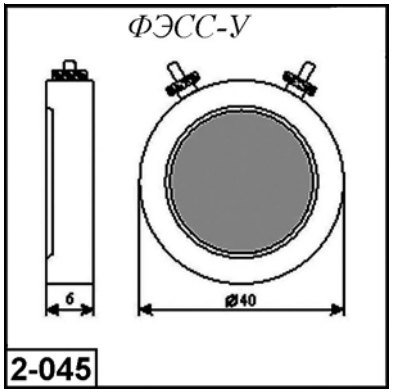




Рис.2.2.3. Внешний вид и габаритные размеры фотоэлемента серии ФЭСС-У.

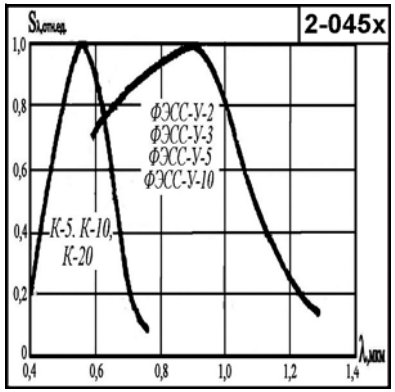


Рис.2.2.4. Спектральные характеристики фотоэлементов серии ФЭСС-У.

Глава 2.2.2. Фоторезисторы на основе сульфида кадмия

2.2.2.1. Фоторезисторы ФСК-0, ФСК-1, ФСК1а, ФСК-16, ФСК-2, ФСК-3, ФСК-4, ФСК-4а, ФСК-5, ФСК-6, ФСК-7а, ФСК-76, ФСК-Г7а, ФСК-Г76, ФСК-Г1, ФСК-Г2, ФСК П1а, ФСК П16, ФСК-М1, ФСК-М2, СФ2-1, СФ2-2, СФ2-4, СФ2-5, СФ2-5А, СФ2-5М, СФ2-8, СФ2-9, СФ2-12, СФ2-16, ФР-765, ФС2-1, ФСК-17 [$\Delta\lambda$ =0,2...0,9; $\lambda_{макс}$=0,6...0,7 мкм]

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

Фоторезисторы ФСК-0, ФСК-1 а, ФСК-5, ФСК-7а, ФСК-76 выпускаются в бескорпусном исполнении, фоточувствительный элемент защищен пленкой прозрачного лака. Конструкция ФСК-5 позволяет собирать из них многоэлементные линейки. Включение в цепь бескорпусных фоторезисторов рекомендуется производить с помощью прижимных контактов. Фоторезисторы типа ФСК-4а могут монтироваться в блоки.

Фоторезисторы ФСК-1, ФСК-16, ФСК-2, ФСК-3, ФСК-4, ФСК-4а, ФСК-6, ФСК М1, ФСК М2, ФСК П1а, ФСК П1б, СФ2-1, СФ2 -2 и ФР-765 ыпускаются в пластмассовых корпусах. Фоторезисторы ФСК-П, ФСК-Г2, ФСК-Г7а, ФСКГ76, 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 выпускаются в герметичных металлостеклянных 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.

Двухэлементные фоторезисторы ФСК-7а, ФСК-76, ФСК-Г7а, ФСК-Г76 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... 2)*10^{-10} лм].

Фоторезисторы ФР-765 являются прямой заменой ФСК-1, ФСК-2, ФСК-Г1 и ФСК-Г2.

Все фоторезисторы на основе сульфида кадмия работают без охлаждения фоточувствительного элемента, т. е при температуре окружающего воздуха. Гарантированный ресурс работы фоторезисторов, в зависимости от типа, составляет от 1000 до 10000 часов.

Основные параметры приборов приведены в табл. 2.2.4...2.2.5. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики чувствительности фоторезисторов приведены на рис. 2.2.5 ...2.2.8. На рис. 2.2.7. показано распределение чувствительности по ф.ч.э. для фоторезисторов ФСК-1 и ФСК-1П. На рис.2.9д. приведены типовые схемы включения фоторезисторов.

Принятые сокращения и обозначения в главе 2.2.2:

$\mathbf{A_{ФЧЭ}}$ - размер фоточувствительной площадки, $см^2$; **N** - число элементов, шт.; $\mathbf{\Delta\lambda}$- область спектральной чувствительности, мкм; $\mathbf{\lambda_{макс}}$ - максимум спектральной характеристики, мкм; $\mathbf{U_Р}$ - рабочее напряжение, В; $R_Т$ - темновое сопротивление, Ом; RCB - световое сопротивление, Ом; $\mathbf{I_Т}$ - темновой ток, А; $\mathbf{I_ф}$ - световой ток, А; $\mathbf{R_Т/R_{СВ}}$ - отношение, отн. ед. ; $\mathbf{t_{0,1-0,9}}$ - время нарастания фототока, с; $\mathbf{t_{0,9-0,1}}$ - время спада, с; $\boldsymbol{\tau}$ - постоянная времени по спаду или нарастанию фототока, с; $\mathbf{I_{ОБЩ}}$ - общий световой ток, А; **T** - диапазон рабочих температур, 0С; $\mathbf{T_S}$ - температурный коэффициент изменения чувствительности, %/^{0}C; $\mathbf{R_{из}}$ - сопротивление изоляции между корпусом и выводом, МОм; **P** - допустимая мощность рассеивания, Вт; *Ì* - масса, г

Глава 2.2.2. Фоторезисторы на основе сульфида кадмия

Таблица 2.2.4а. Основные параметры фоторезисторов на основе сульфида кадмия при температуре 20±5°С

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм (число элемен-тов)	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В, не более	$R_Т$, МОм, не менее	$I_Т$, мкА, не более	$I_{общ}$, (при Е=200 лк), мА, не менее	$R_Т$/ $R_{СВ}$, отн.ед., не менее	τ, с, не более	T_S, %/°С, не более	$P_{макс}$, мВт, не более	ΔТ, °С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.], не более	№ рис.
СФ2-1	0,5 х 1,5	0,5…0,8	0,62…0,68	15	15	1,0	0,5	500	0,09	-0,3…-0,7	10	-60…+85	5 х 8 х 2,5 [0,5]	2-050
СФ2-2	6 х 12*	0,3…0,85	0,6…0,7	2	1	1,0	0,5	500	0,1	-0,3…-0,7	50	-40…+50	9 х 15 х 3,5 [1]	2-051
СФ2-4	0,15 х 1,5	0,5…0,8	0,6±0,06	15	10	1,0	0,2 (Е=300лк)	200	0,05	-0,5…-0,7	10	-60…+70	∅6,7 х 3,2 [2]	2-052
СФ2-5 СФ2-5А,М	∅5,8*	0,3…0,8	0,55±0,02	1,3	1	5	0,5	100	0,05	+0,4…-0,2	25	-60…+70	∅10,7 х 5,8 [2]	2-057 2-060
СФ2-6	0,5 х 6*	0,3…0,8	0,55±0,02	3	1,5	2,0	0,2	100	0,09	-0,3…-0,5	50	-60…+70	∅10,7 х 4,6 [2]	2-054
СФ2-6А	∅5,8*	0,3…0,8	0,55±0,02	3(25)	-	2,0	0,2	200	0,08	-0,3…-0,5	50	-60…+70	∅10,7 х 5,8 [2]	2-054
СФ2-6Б	1,8 х 3,3	0,3…0,8	0,55±0,02	3(10)	-	2,0	0,2	200	0,08	-0,3…-0,5	10	-60…+70	∅3,8 х 2,3 [1]	2-055
СФ2-8	∅5,8*	0,45…0,85	0,6±0,06	150	100	1	1	1000	0,05	-0,3…+0,4	125	-60…+70	∅10,7 х 5,8 [2]	2-053
СФ2-9	3,5 х 6	0,4…0,8	0,55…0,6	25	3,3	7,5	0,24	32	0,05	0,4	125	-60…+70	∅10,7 х 5,8 [2]	2-058
СФ2-12	0,3 х 1,5 или 0,75 х 1,5 (3)	0,4…0,8	0,6±0,06	5	15	0,3	0,2 (Е=300лк)	600	0,025	-0,8…+0,4	10	-60…+70	∅9,6 х 4,3 [2]	2-056
СФ2-16	0,25 х 1,8	0,45…0,85	0,6±0,04	10	3,3	3	0,3	100	0,1	+0,9…-0,9	10	-60…+70	∅3,4 х 2,3 [1]	2-059
ФСК-0	4 х 7,2	0,2…0,9	0,6…0,64	50	1,0	15	15	140	0,15	0,12…0,2	100	-60…+80	8,5 х 14,5 [1,5] б/к	2-061
ФСК-1	4 х 7,2	0,2…0,9	0,6…0,64	50	3,3	15	15	100	0,15	+0,3…-0,7	125	-60…+85	∅28 х 4,5 [4,5]	2-063
ФСК-1а	4 х 8,4	0,2…0,9	0,6…0,64	50	3,3	15	15	100	0,15	+0,3…-0,7	125	-60…+85	8,5 х 14,5 [1,2]	2-062

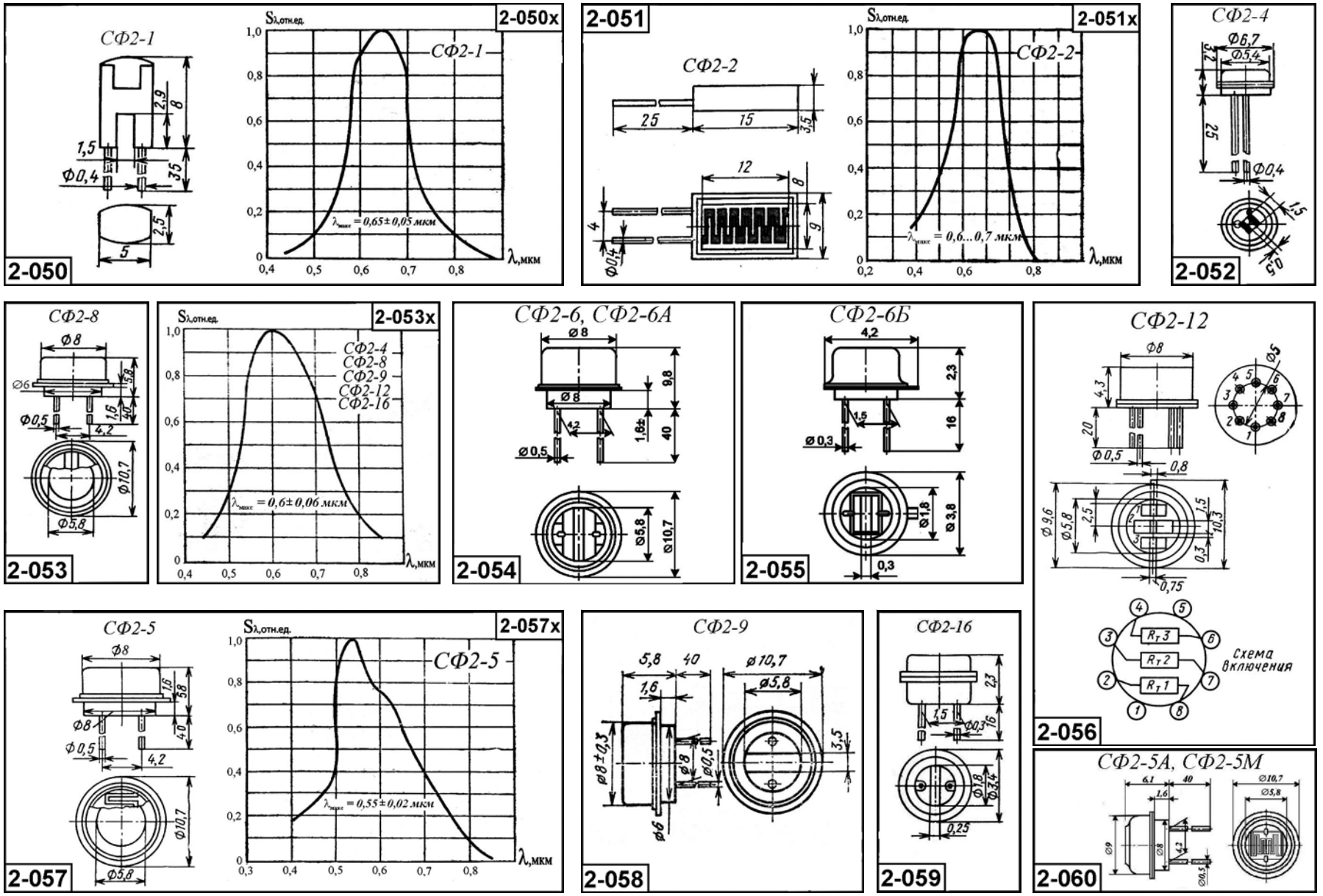


Рис.2.2.5. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики фоторезисторов на основе сульфида кадмия.

Таблица 2.2.4б. Основные параметры фоторезисторов на основе сульфида кадмия при температуре 20±5°С

Тип прибора	Аφчэ, мм (число элемен-тов)	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В, не более	$R_Т$, МОм, не менее	$I_Т$, мкА, не более	$I_{общ}$, (при Е=200 лк), мА, не менее	$R_Т$/ $R_{СВ}$, отн.ед., не менее	τ, с, не более	T_S, %/°С, не более	$Р_{макс}$, мВт, не более	ΔТ, °С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.], не более	№ рис.
ФСК-1б	0,8 x 7,2	0,2…0,9	0,6…0,64	2,5	0,18	5…8 8…13	0,25…0,8 0,8…1,3 (Е=1000лк)	-	0,15	+0,3…-0,7	12,5	-60…+80	∅28 x 4,5 [4,5]	2-063
ФСК-2	4 x 7,5	0,2…0,9	0,6…0,64	50	3,3	15	0,3	20	0,14	+0,3…-0,7	125	-60…+85	∅28 x 12,5 x 4 [3,2]	2-064
ФСК-3	2 x 6	0,2…0,9	0,6…0,64	100	2,5	40	0,4	10	0,2	10…12	100	-70…+70	∅16 x 44,5 x 4 [10]	2-065
ФСК-4	4 x 6	0,3…0,9	0,6…0,64	50	3,0	20	2,0	50	0,14	+0,2…-0,3	150	-60…+80	18 x 24 x 4 [6]	2-069
ФСК-4а	2,8 x 4	0,3…0,9	0,6…0,64	50	1,6	35	0,7	50	0,14	+0,3…-0,7	100	-60…+85	9,5x24x6 или 16x17x3,5 [10]	2-070
ФСК-5	0,9 x 1,2	0,2…0,9	0,6…0,64	25	5,0	5	0,082	17	0,1	-	25	-25…+55	1 x 6 x 1 [0,03] б/к	2-072
ФСК-6	∅15 с отв. ∅5	0,2…0,9	0,6…0,64	50	3,3	15	1,5	100	0,14	+0,3…-0,7	125	-60…+85	∅28 x 6,5 [5]	2-073
ФСК-7а	17 x 7 (2)	0,5…0,85	0,62…0,64	50	0,5	100	0,35	3,5	0,2	+0,3…-0,7	350	-60…+85	∅23,4 x 2,5 [2,5] б/к	2-074
ФСК-7б	19 x 3,2 (2)	0,5…0,85	0,62…0,64	10	0,1	100	0,8	8,0	0,2	+0,3…-0,7	350	-60…+85	∅23,4 x 2,5 [2,5] б/к	2-075
ФСК-Г7а	17 x 6,5 (2)	0,4…0,9	0,6…0,64	50	5,0	10	1,0	100	0,1	+0,3…-0,7	350	-60…+85	∅31 x 19 [20]	2-076
ФСК-Г7б	17 x 6,5 (2)	0,4…0,9	0,6…0,64	50	5,0	10	1,0	100	0,1	+0,3…-0,7	350	-60…+85	∅22 x 12,5 [10]	2-077
ФСК-Г1	4 x 7,2	0,4…0,9	0,6…0,64	50	3,3	15	1,5	100	0,15	+0,3…-0,7	125	-60…+85	∅25 x 14,5 [7]	2-078
ФСК-Г2	4 x 7,2 (2)	0,4…0,9	0,6…0,64	50	1,6	30	2,5	80	0,15	+0,3…-0,7	250	-60…+85	∅33 x 34 [20]	2-079

Окончание таблицы 2.2.4б. Основные параметры фоторезисторов на основе сульфида кадмия при температуре 20±5°С

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм (число элемен-тов)	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В, не более	$R_Т$, МОм, не менее	$I_Т$, мкА, не более	$I_{общ}$, (при E=200 лк), мА, не менее	$R_Т/R_{СВ}$, отн.ед., не менее	τ, с, не более	T_S, %/°С, не более	$P_{макс}$, мВт, не более	ΔТ, °С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.], не более	№ рис.
ФСК-П1а ФСК-П1б	2 x 6	0,3…0,8	0,6…0,63	100	100	1,0	1,0	1000	0,1	-0,3…-0,5	150	-60…+85	8 x 13 x 2,8 [0,7]	2-065 2-066
ФСК-М1	1 x 2	0,3…0,54	0,5…0,52	70	10	0,01	1,0	1000	0,01	-1,2	30	-50…+60	∅28 x 4,5 [4,5]	2-067
ФСК-М2	1,1 x 1,5	0,45…0,53	0,5…0,52	70	10	1,0	0,5	500	0,09	-0,3…-0,7	10	-50…+60	∅30 x 11 [10]	2-068
ФР-612	∅5	0,4…0,8	0,6±0,05	50	17	3	1,5	-	0,04	-	125	-60…+85	10,5 x 3,4 [2,5]	2-080
ФР-765	∅5,8*	0,3…0,85	0,62…0,66	20	2	10	1,5	150	0,08	+0,3…-0,7	50	-60…+85	∅10,7 x 5,8 [5]	2-081
ФС2-1	7,5 мм^2	0,4…0,9	0,64	15	15		1	1000	0,06 мс	-0,4	50	-25…+55	-	-
ФСК-17	9 мм^2	0,4…0,9	0,64	50	0,5		2	200	-	-0,4	350	-25…+55	-	-

Примечание: * Размер прямоугольника или круга, в который вписывается фоточувствительный элемент.
б/к - бескорпусное исполнение

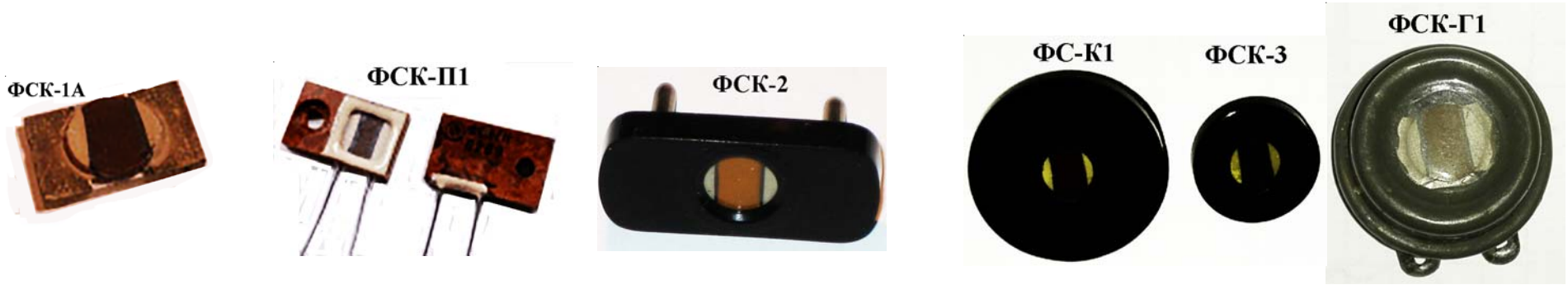


Рис.2.2.5д. Внешний вид некоторых типов фоторезисторов на основе сульфида кадмия.

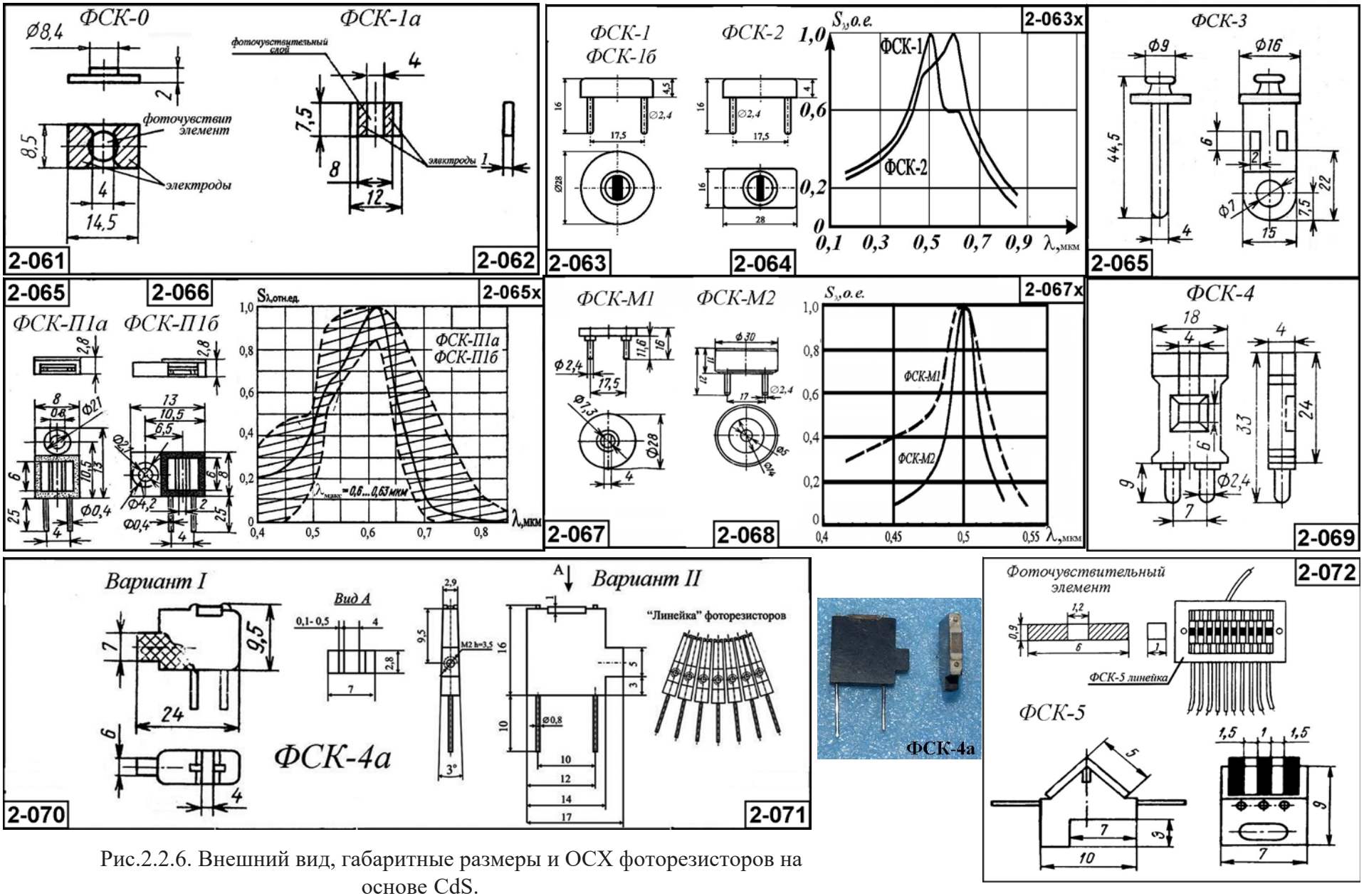


Рис.2.2.6. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ фоторезисторов на основе CdS.

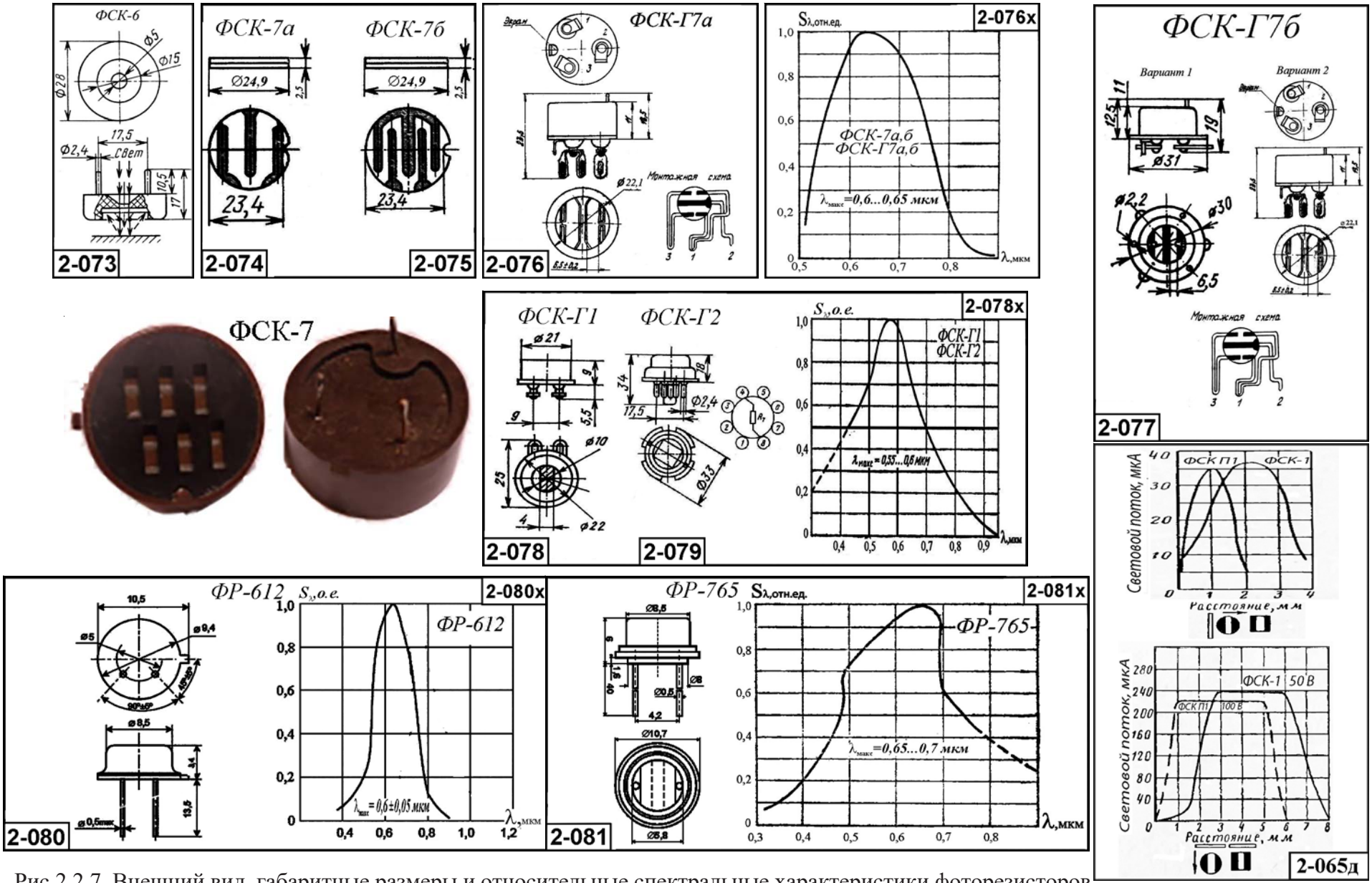


Рис.2.2.7. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики фоторезисторов на основе сульфида кадмия (а) и распределение чувствительности по ф.ч.э. ФСК-1 и ФСК-1П. (см. рис. 2-065д)

2.2.2.2. Фоторезисторы на основе сульфида кадмия для фотоэкспонометрической техники ФПФ-7Б, ФПФ-7В, ФПФ-7-1, ФПФ-9-2, ФР-117, ФР-118, ФР-119, ФР-121 [$\Delta\lambda$ =0,35...0,7; $\lambda_{макс}$=0,5...0,6 мкм]

Фоторезисторы типа ФР-117, ФР-118, ФР-119 и ФР-121 предназначены для работы в составе фотоэкспонометрического оборудования и приборов. Основные параметры фоторезисторов приведены в табл.2.2.5, а внешний вид приборов приведен на рис. 2.2.8. На рис.2.2.8д приведена принципиальная схема фотоэкспонометра “Свердловск-4” , в которой использован фоторезистор ФПФ-7.

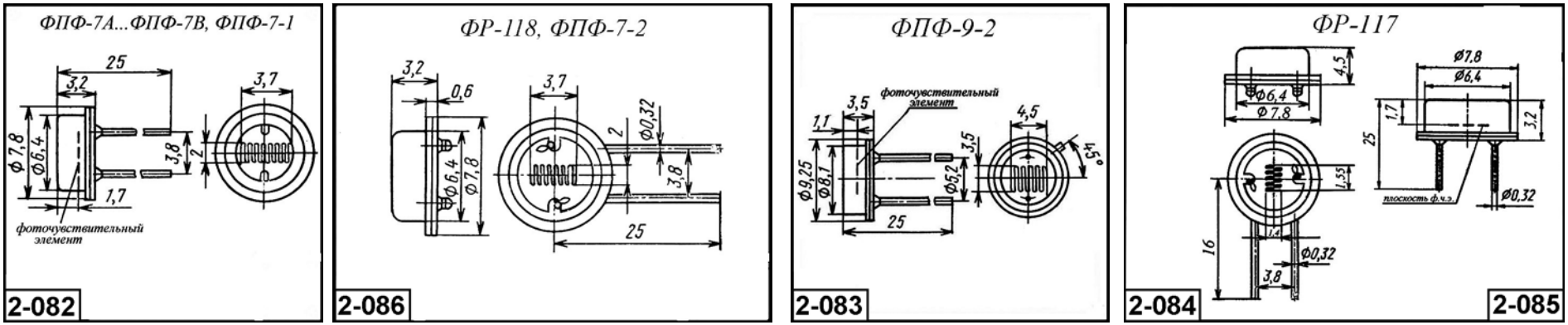
Таблица 2.2.5. Основные параметры фоторезисторов для фотоэкспонометрической техники при температуре 20±5°С.

Тип прибора	Афчэ, мм (число элементов)	Δλ, [λмакс], мкм	$U_Р$, В	$R_Т$, МОм, не более	$R_{св}$, кОм, не более	τ, с, не более	Крутизна люксомической характеристики, %, не более	Нелинейность люксомической характеристики, %, не более	Температурный коэффициент нестабильности фототока, %/°С, не более	Коэффициент световой нестабильности, о.е.	Спектральный коэффициент перехода, о.е.	$E_{макс}$, лк, не более	$P_{макс}$, мВт, не более	ΔТ, °С	Габаритные размеры без выводов, мм, не более	№ рис.
ФПФ-7А	3,7 х 2*	0,4…0,7 [0,55…0,7]	6	1	15 (Е=10 лк)	3 (Е=1 лк)	0,6 - 0,85 (Е= 1…10 лк)	2…20	0,6 (Е=1 лк)	1 - 1,2	1 - 1,3	1500	50	-60…+55	∅7,8х3,2	2-082
ФПФ-7Б	3,7 х 2*	0,4…0,7 [0,55…0,7]	6	1	10-25 (Е=10 лк)	4 (Е=1 лк)	0,86 - 1 (Е= 1…10 лк)	20	0,6 (Е=1 лк)	1 - 1,2	1 - 1,3	1500	50	-40…+50	∅7,8х3,2	2-082
ФПФ-7В	3,7 х 2*	0,4…0,7 [0,55…0,7]	6	1	1000 (Е=10 лк)	20 (Е=1 лк)	0,7 - 1,1 (Е= 1…10 лк)	-	0,6 (Е=1 лк)	1 - 1,2	1 - 1,3	1500	50	-40…+50	∅7,8х3,2	2-082
ФПФ-9-2	4,5 х 3,5	0,4…0,7 [0,54…0,56]	6	1	26-135 (Е=0,125 лк) 3,8-20 (Е=4 лк) 0,57-3,0 (Е=125 лк)	7,5 (Е до 0,5 лк)	0,48-0,59 (Е=0,125 лк) 0,52-0,62 (Е=4 лк)	10	0,012 (Е=0,5 лк) 0,008 (Е=0,5 - 500 лк)	0,9 - 1,1	1 - 1,3	1500	50	-40…+55	∅9,25х3,5	2-083
ФР-117	4 мм^2	0,4…0,75 [0,54…0,57]	6	1	45-120 (Е=0,125 лк) 7-16 (Е=4 лк) 1,1-2,2 (Е=125 лк)	4,8	0,53-0,59 (Е=4 - 125 лк) 0,52-0,58 (Е=0,125 - 4 лк)	10 (Е= 0,1…1500 лк)	0,8 (Е=0,5 - 500 лк)	0,9 - 1,1	0,9 - 1,1	1500	50	-30…+50	∅7,8х4,5 ∅7,8х3,2	2-084 2-085

Окончание таблицы 2.2.5. Основные параметры фоторезисторов для фотоэкспонометрической техники при температуре 20±5°С.

Тип прибора	Афчэ, мм (число элементов)	Δλ, мкм	$U_{Р}$, В	$R_{т}$, МОм, не более	$R_{св}$, кОм, не более	τ, с, не более	Крутизна люкс-омической характеристики, %, не более	Нелинейность люкс-омической характеристики, %, не более	Температурный коэффициент нестабильности фототока, %/°С, не более	Коэффициент световой нестабильности, о.е.	Спектральный коэффициент перехода, о.е.	$E_{макс}$, лк, не более	$P_{макс}$, мВт, не более	ΔТ, °С	Габаритные размеры без выводов, мм, не более	№ рис.
ФР-118 (ФПФ-7-2)	3,7 x 2*	0,4…0,7 [0,55…0,6]	6	0,3…2	8-21 (Е=10 лк)	8	0,5 - 0,7	10 (Е= 0,1…1500 лк)	0,85	-	-	12000	50	-30…+50	∅7,8x3,2	2-086
ФР-119	∅4(2)*	0,35…0,75 [0,5…0,6]	6	1	20-40 (Е=10 лк)	4 (Е=1 лк) 20 (Е=0,1 лк)	0,95-1,1 (Е=0,125 - 4 лк) 0,8-1 (Е=4 - 124 лк) 1 - 1,3 (Е=125 - 1000 лк)	-	0,6	1 - 1,3	1 - 1,3	1200	25	-30…+50	∅7,8x3,2	2-087
ФР-121	1,6 x 3,4*	0,4…0,75 [0,5…0,6]	6	1	20-70 (Е=10 лк)	4	0,9 -1,1 (Е=0,125 - 4 лк) 0,8 - 1 (Е=4 - 125 лк)	-	0,6	1 - 1,2	1 - 1,3	1200	20	-30…+50	∅4,2x1,4	2-088

Примечание: *) Размер прямоугольника или круга, в который вписывается фоточувствительный элемент.
Масса всех приборов, не превышает 1 г, ФР-121 - 0,5 г.



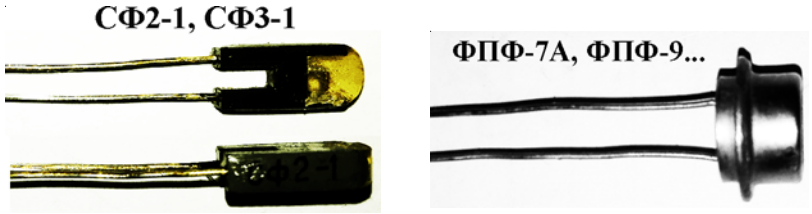


Рис.2.2.8. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики фоторезисторов на основе CdS.

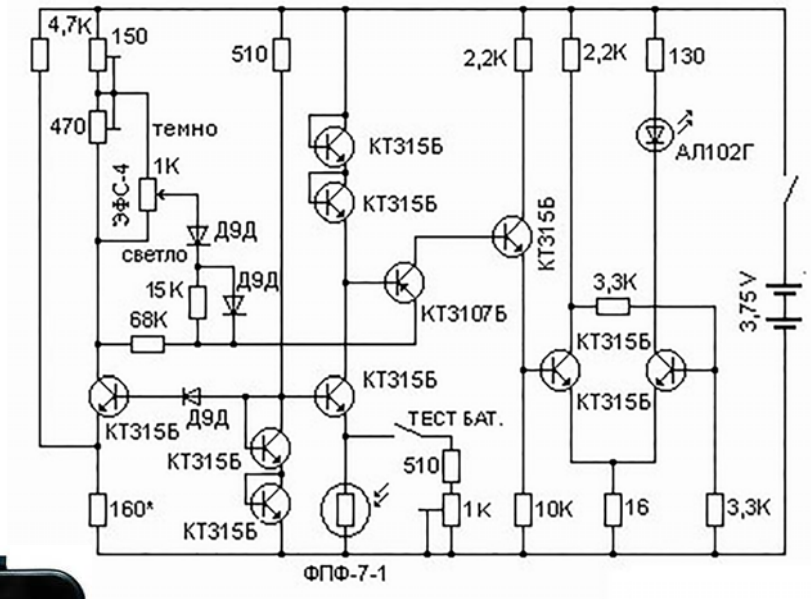




Рис.2.2.8д. Принципиальная электрическая схема и внешний вид фотоэкспонометра “Свердловск-4”.

2.2.2.3. Ранние типы фоторезисторов на основе сульфида кадмия ФС-КО, ФС-К1, ФС-К2, ФС-К4, ФС-К5, ФС-К6, ФС-К7а, ФС-К7б, ФС-КГ1, ФС-КГ2 [$\lambda_{макс}$=0,64 мкм]

Таблица 2.2.6. Основные параметры ранних типов фоторезисторов на основе сульфида кадмия при температуре 20±5°С

Тип прибора	Аф.ч.э., мм	$\lambda_{макс}$, мкм	$\lambda_{0,9}$, мкм	$U_Р$, В	$U_{Рмакс}$, В, не более	$R_Т$, МОм, не менее	$S_{уд}$, мкА/лм* В, не менее	$I_Т$, мкА, не более	$I_р$, мА	$R_Т$/ $R_{СВ}$, отн.ед., не менее	τ (при E=10^{-5} лм), с, не более	$P_{макс}$, Вт, не более	T_S, %/°С, не более	ΔТ, °С	Габаритные размеры, мм, не более
ФС-КО	4х7	0,64	0,9	220	300	3,3	6000	-	1,5	100	$2*10^{-2}$	0,2	-0,2	-60…+85	8,5х14,5х2
ФС-К1	4х7	0,64	0,9	220	300	3,3	6000	15(50В)	1,5	100	$2*10^{-2}$	0,2	-0,12	-	∅28 х 4,5
ФС-К2	4х7	0,64	0,9	220	300	3,3	1200	15	0,3	60	$3*10^{-2}$	0,15	-0,2	-	17,5х28х4,5
ФС-К4	4х6	0,64	0,9	220	300	2,0	6000	30	1,5	100	$2*10^{-2}$	0,15	-0,2	-	18х22,5х4
ФС-К5	1х1	0,64	0,9	60	100	5,0-10,0	3000	1,0	0,2	40	-	0,05	-0,2	-25…+55	1 х 6 х1
ФС-К6	125 $мм^2$	0,64	0,9	220	400	3,3	3000	-	1,5	100	$2*10^{-2}$	0,3	-0,2	-	∅28 х 5,5
ФС-К7а	200 $мм^2$	0,64	0,9	220	400	0,5	6000	100	0,8	10	$6*10^{-2}$	0,5	-0,2	-40…+60	∅25 х 2,5
ФС-К7б	200 $мм^2$	0,64	0,9	50	100	0,1	6000	100	2,0	10	$6*10^{-2}$	0,5	-0,2	-60…+85	∅25 х 2,5
ФС-КГ1	4х7	0,64	0,9	50	400	0,3	6000	1,5	1,5	100	$6*10^{-2}$	0,5	-0,2	-60…+85	∅22 х 9
ФС-КГ2	4х16	0,64	0,9	50	400	1,6	6000	3	3	100	$6*10^{-2}$	0,5	-0,2	-60…+85	∅33 х 32

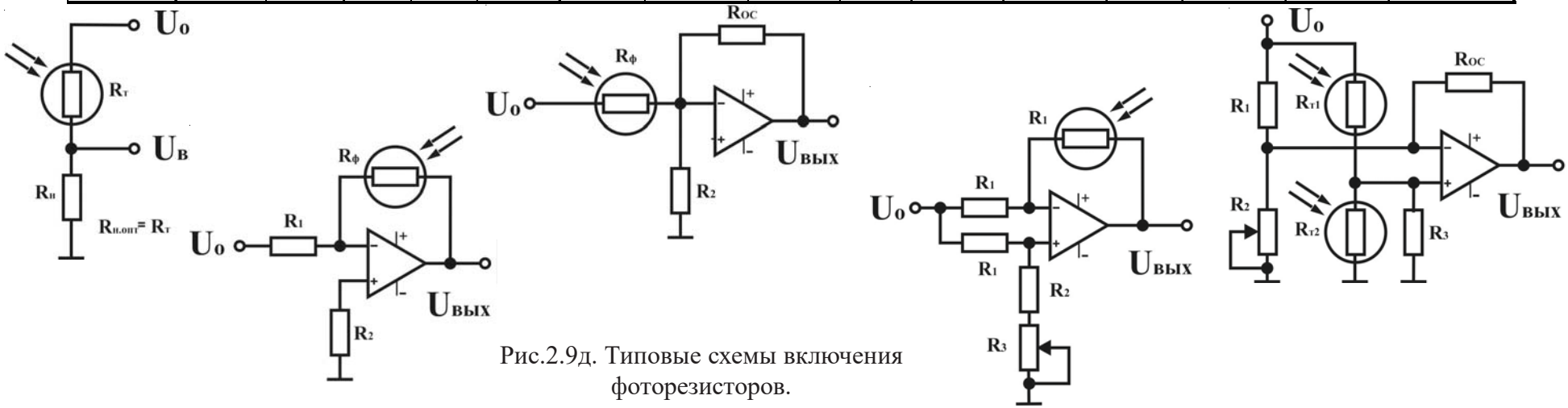


Рис.2.9д. Типовые схемы включения фоторезисторов.

Глава 2.2.3. Фоторезисторы на основе селенинида кадмия

2.2.3. Фоторезисторы на основе селенинида кадмия

2.2.3.1.Фоторезисторы 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-9В, СФЗ-7А, СФЗ-10А, СФЗ-10Б, СФЗ-10В, СФЗ-11, СФЗ-12, СФЗ-16, СФЗ-М1, СФЗ-М2, ФР-162А, ФР-162Б [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,67...0,9 мкм]

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 выпускаются в бескорпусном исполнении, фоточувствительный элемент защищен пленкой прозрачного лака, выводы отсутствуют, что обязывает потребителя делать прижимные контакты к фоточувствительной площадке. Внешний вид аналогичен прибору ФСК-0.

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

ФСД-П, 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 герметичных металлостеклянных корпусах. Выводы фоторезисторов ФСД-1 и ФСД-Г2 рассчитаны под включение в октальную панель с расположением штырьков РШ5-1 по ГОСТ 7842—71. Конструктивное исполнение фоторезисторов СФЗ-1, СФЗ-5, СФЗ-8, СФЗ-16, ФСД-1 а, ФСД-П такое же, как соответственно у фоторезисторов СФ2-1, СФ2 5, СФ2-8; СФ2-16, ФСК-1а, ФСК-П.

Фоторезисторы СФЗ-1 обладают высокой пороговой чувствительностью - до (2... 5)*10^{-10} лм.

Фоторезисторы ФР-764 являются прямой заменой ФСД-1, ФСД-Г1и ФСД-Г2.

Все фоторезисторы на основе сульфида кадмия работают без охлаждения фоточувствительного элемента, т. е при температуре окружающего воздуха. Гарантированный ресурс работы фототрезисторов, в зависимости от типа, составляет от 1000 до 10000 часов.

Основные параметры приборов приведены в табл. 2.2.7. Габаритные размеры и относительные спектральные характеристики чувствительности фоторезисторов приведены на рис. 2.2.9 и 2.2.10.

Принятые сокращения и обозначения в главам 2.2.3 и 2.2.4: $\mathbf{A_{ФЧЭ}}$ – размер фоточувствительной площадки, $см^2$, **N** – число элементов, шт.; $\mathbf{\Delta\lambda}$ – область спектральной чувствительности, мкм; $\mathbf{\lambda_{макс}}$ – максимум спектральной характеристики, мкм; $\mathbf{U_Р}$ – рабочее напряжение, В; $\mathbf{R_Т}$ – темновое сопротивление, Ом; $\mathbf{R_{СВ}}$ – световое сопротивление, Ом; $\mathbf{R_{СВ}}$ – световое сопротивление, Ом; $\mathbf{I_Т}$ – темновой ток, А; $\mathbf{I_ф}$ – световой ток, А; $\mathbf{R_Т / R_{СВ}}$ – отношение, отн. ед.; $\mathbf{t_{0,1-0,9}}$ - время нарастания фототока, с; $\mathbf{t_{0,9-0,1}}$ - время спада, с ; $\mathbf{\tau}$ - постоянная времени по спаду или нарастанию фототока, с; $\mathbf{I_{ОБЩ}}$ – общий световой ток, А; **ΔT** - диапазон рабочих температур, ^{0}С; $\mathbf{T_S}$ – температурный коэффициент изменения чувствительности, %/^{0}С; $\mathbf{R_{из}}$ – сопротивление изоляции между корпусом и выводом, Мом; **P** – допустимая мощность рассеивания, Вт; **M** – масса, г

2.2.3. Фоторезисторы на основе селенинида кадмия

Таблица 2.2.7. Основные параметры фоторезисторов на основе селенида кадмия при температуре 20±5^{0}C

Тип прибора	Аффэ, мм (число элемен-тов)	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В, не более	$R_Т$, МОм, не менее	$I_Т$, мкА, не более	$I_{общ}$, (при E=200 лк), мА, не менее	$R_Т$/ $R_{СВ}$, отн.ед., не менее	τ, с, не более	T_S, %/^{o}C, не более	$P_{макс}$, мВт, не более	ΔT, ^{0}C	Габаритные размеры, мм, [масса, г.], не более	№ рис.
СФ3-1	0,5 x 1,5	0,55…0,85	0,75…0,82	15	30	0,5	0,75	$1,5*10^3$	0,06	+0,3…-2,6	10	-60…+85	5 x 2,5 x 8 [0,5]	2-089
СФ3-2	6 x 12*	0,55…0,9	0,75…0,82	5	5	1,0	0,5	500	0,05	-	100	-60…+85	9 x 15 x 3,5 [1]	2-090
СФ3-2А	∅5,8*	0,55…0,85	0,67…0,77	10	5	2,0	3	$1,5*10^3$	0,02	+0,2…-0,9	50	-60…+70	∅10,7 x 5,8 [2]	2-092
СФ3-2Б	∅5,8*	0,55…0,85	0,67…0,77	10	100	0,1	1,5	$1,5*10^3$	0,016	-2,3…+0,5	50	-60…+70	∅10,7 x 5,8 [2]	2-092
СФ3-3	10 мм^2*	0,4…1,1	0,76	10	10	0,3	0,3	$1*10^3$	(6...60) x 10^{-6}	1,5	50	-60…+70	∅10,7 x 5,8 [2]	-
СФ3-4А	∅5,8*	0,55…0,85	0,67…0,77	1,5	1	1,5	2	$1,3*10^3$	0,02	+0,2…-0,9	25	-60…+70	∅10,7 x 5,8 [2]	2-093
СФ3-4Б	∅5,8*	0,55…0,85	0,67…0,77	1,5	15	0,1	1,2	$1,2*10^4$	0,016	+0,5…-2,3	25	-60…+70	∅10,7 x 5,8 [2]	2-093
СФ3-5	∅5,8*	0,55…0,85	0,67…0,77	2	2	1,0	0,5	500	0,01	-1,5…+0,4	50	-60…+70	∅10,7 x 5,8 [2]	2-093
СФ3-7А	2,0 x 5,8 или 1 x 5,8	0,55…0,85	0,67…0,77	20	20	1,0	2	$2*10^3$	0,02	+0,2…-0,9	50	-60…+70	∅10,7 x 5,8 [2]	2-094
СФ3-7Б	2,0 x 5,8 или 1 x 5,8	0,55…0,85	0,67…0,77	20	$2*10^3$	0,01	1,2	$1,2*10^5$	0,008	+0,5…-2,0	50	-60…+70	∅10,7 x 5,8 [2]	2-094
СФ3-8	2,0 x 5,8	0,55…0,85	0,67…0,77	20	20	1,0	0,5	500	0,015	+0,4…-1,5	25	-60…+70	∅10,7 x 5,8 [2]	2-094
СФ3-9А	2,0 x 5,8	0,35…1,0	0,67…0,77	50	2,5	-	3	$1,5*10^4$	0,016	-1,25	100	-60…+70	∅10,7 x 5,8 [2]	2-094
СФ3-9Б	2,0 x 5,8	0,45…0,9	0,67…0,77	50	$5*10^3$	-	1,5	$1,5*10^6$	0,005	-1,25	100	-60…+70	∅10,7 x 5,8 [2]	2-094
СФ3-10а	5 x 0,1 (5)	0,4…0,9	0,72 ± 0,04	10	-	0,5	0,7 (E=250лк)	-	0,012	-0,3…-0,7	25	-10…+40	14 x 21,5 x 4,5 [5]	2-096
СФ3-10б	0,1 x 0,5 (5)	0,4…0,9	0,72 ± 0,04	10	-	0,5	0,7 (E=250лк)	-	0,012	-0,3…-0,7	25	-10…+40	14 x 21,5 x 4,5 [5]	2-096
СФ3-10в	12 x 12 ** (6)	0,4…0,9	0,72 ± 0,04	10	-	-	0,7 (E=250лк)	-	0,012	-0,3…-0,7	25	-10…+40	18,5 x 18,5 x 4,5 [5]	2-095
СФ3-11	3,5 x 3,5	0,4…0,9	0,72 ± 0,03	2	$5*10^3$		0,02	-	0,006	-	0,5	-60…+40	∅9 x 6,1 [3]	2-097
СФ3-12	∅5,8*	0,4…1,1	0,9 ± 0,05	1,5	1,5	1,0	0,15	150	0,003	-	10		∅10,7 x 5,8 [2]	2-098
СФ3-16	0,25 x 1,8	0,55…0,88	0,67…0,77	10	10	1,0	0,5	500	0,02	+0,5…-2,0	10	-60…+70	∅3,4 x 2,3 [1]	2-090

2.2.3. Фоторезисторы на основе селенинида кадмия

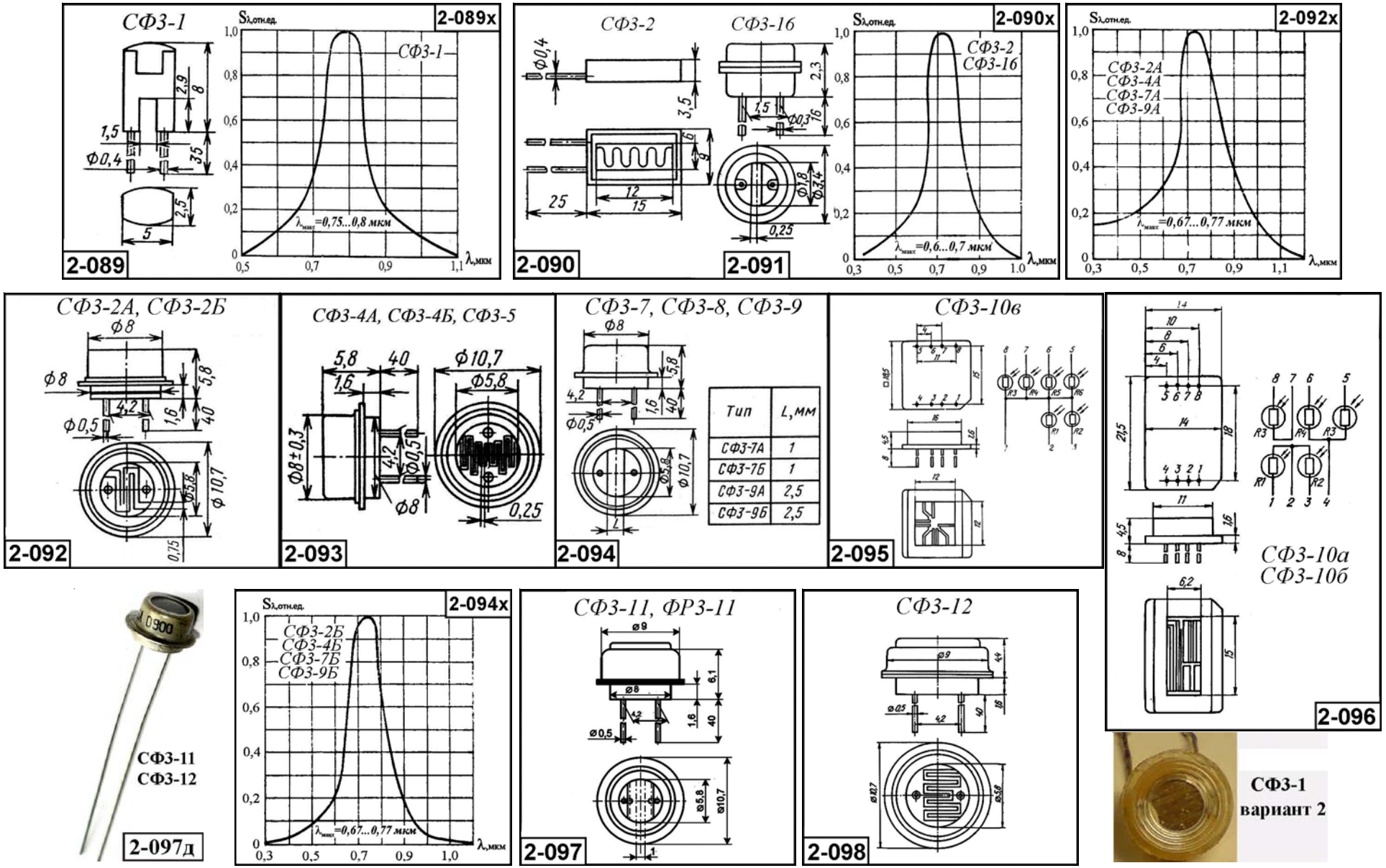


Рис. 2.2.9. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики фоторезисторов на основе CdSe.

Окончание таблицы 2.2.7. Основные параметры фоторезисторов на основе селенида кадмия при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм (число элемен-тов)	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	U_P, В, не более	R_T, МОм, не менее	I_T, мкА, не более	$I_{общ}$, (при E=200 лк), мА, не менее	$R_T/R_{СВ}$, отн.ед., не менее	τ, с, не более	T_S, %/^{0}С, не более	$P_{макс}$, мВт, не более	ΔT, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.], не более	№ рис.
СФ3-М1	0,3 x2 (130)	0,5…0,85	0,73	10(50)	$1*10^4$	0,001	1	$1*10^6$	0,005	-1,25	50	-10…+40	55 x 65 x 5 [100]	2-099
СФ3-М2	2 x2 (80)	0,5…0,85	0,73	50(100)	$5*10^5$	0,0001	1	$1*10^7$	0,005	-1,25	100	-10…+40	55 x 65 x 5 [100]	2-100
ФР3-11А	∅5,8*	0,4…0,9	0,72 ± 0,03	2	$5*10^3$	-	0,004...0,04 (E=250лк)	-	0,006	-	1	-60…+40	∅9 x 6,1 [2]	2-097
ФР3-11Б	∅5,8*	0,4…0,9	0,72 ± 0,03	2	$5*10^3$	-	0,04 (E=250лк)	-	0,006	-	1	-60…+40	∅9 x 6,1 [2]	2-097
ФСД-1	4 x 7,2	0,4…1,0	0,72…0,76	20	2	10	1,5	150	0,08	+0,3…-2,6	50	-60…+40	∅18 x 5,5 [3]	2-102
ФСД-1а	4 x 8,4	0,4…1,0	0,72…0,76	20	2	10	1,5	150	0,08	+0,3…-2,6	50	-60…+40	14,5 x 8 x 2 б/к [1,2]	2-101
ФСД-Г1	4 x 7,2	0,4…1,0	0,72…0,76	20	2	10	1,5	150	0,08	+0,3…-2,6	50	-60…+40	∅22 x 10 [7]	2-103
ФСД-Г2	4 x 7,2	0,4…1,0	0,72…0,76	20	2	10	1,5	150	0,08	+0,3…-2,6	50	-60…+40	∅33 x 18 [20]	2-104
ФР-613			0,7±0,05	29	20	1	1,5	-	0,02	-	50	-60…+60	10,5 x 3,4 [2,5]	2-105
ФР-764	∅5,8*	0,35…1,1	0,7…0,8	50	3,3	10	1,5	150	0,15	+0,3…-0,7	125	-60…+40	∅10,7 x 6 [5]	2-107
ФР-162А	6 мм^2** (2)	0,7…1,2	0,8…1,0	10(15)	5	-	$R_{СВ}$ = 10...49 кОм (при E=10 лк)	>100	0,1	+1,5…-1,5	50	-10…+55	∅9,6 x 3,6 [2]	2-106
ФР-162Б	6 мм^2** (2)	0,7…1,2	0,8…1,0	10(15)	5	-	$R_{СВ}$ = 41...230 кОм (при E=10 лк)	>100	0,1	+1,5…-1,5	50	-10…+55	∅9,6 x 3,6 [2]	2-106
ФР-162В	6 мм^2** (2)	0,7…1,2	0,8…1,0	10(15)	10	-	$R_{СВ}$ = 19...90 кОм (при E=10 лк)	>100	0,1	+1,5…-1,5	50	-10…+55	∅9,6 x 3,6 [2]	2-106

Примечание:* - размер прямоугольника или круга, в который вписывается ф.ч.э; ** - общая площадь, занимаемая ф.ч.э. Фоторезисторы типа СФ3-10 предназначены для применения в оптических отсчетных системах. Фоточувствительный элемент фоторезисторов ФР-162 реализован на основе соединения кадмий-селен-теллур.

2.2.3. Фоторезисторы на основе селенинида кадмия

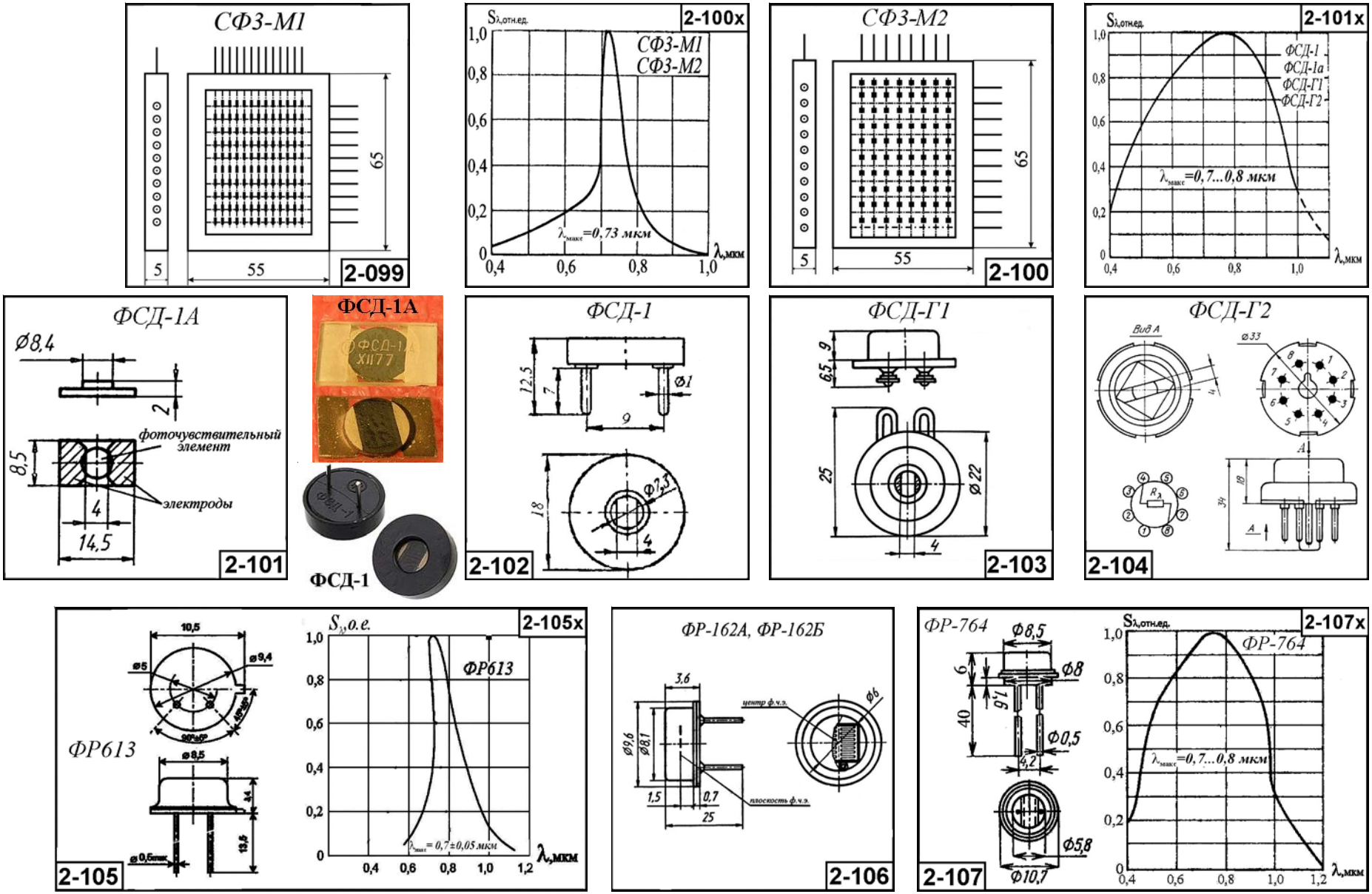


Рис. 2.3.10. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики фоторезисторов на основе CdSe.

2.2.3. Фоторезисторы на основе селенинида кадмия

2.2.3.2. Ранние типы фоторезисторов на основе селенида кадмия ФС-ДО, ФС-ДМ, ФС-Д1, ФС-ДГ1, ФС-ДТ1 [$\Delta\lambda$=0,4...1,22; $\lambda_{макс}$=0,74...0,75 мкм]

Таблица 2.2.8. Основные параметры ранних типов фоторезисторов на основе селенида кадмия при температуре 20±5^{0}C

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм	$\lambda_{макс}$, мкм	$\lambda_{0,9}$, мкм	$U_Р$, В	$U_{Рмакс}$, В, не более	$R_Т$, МОм, не менее	$S_{уд}$, мкА/лм*В, не менее	$I_Т$, мкА, не более	$I_р$, мА	$R_Т$/ $R_{СВ}$, отн.ед., не менее	τ (при E=10^{-5} лм), с, не более	$P_{макс}$, Вт, не более	T_S, % /^{o}C, не более	ΔT, ^{0}C	Габаритные размеры, мм, не более
ФС-ДО	4 x 7	0,75	1,22	30	200	2,0	20000	10	-	1000	$5*10^{-3}$	0,05	0,7…-2	-60…+40	2x8,5x16,5
ФС-ДМ	2,0 мм^2	0,74	1,22	100	200	100,0	20000	10	-	1000	-	0,03	1,0	-	-
ФС-Д1	4 x 7	0,75	1,22	30	200	2,0	30000	-	-	500	$(3-15)*10^{-3}$	0,05	0,7…-2	-60…+40	∅18x5
ФС-ДГ1	4 x 7	0,75	1,22	20	200	2,0	600	10		150	$5*10^{-3}$	0,05	0,7…-2	-60…+40	∅22x9
ФС-ДТ1	-	0,75	1,22	200	200	2,0	-	10	1,5	150	$5*10^{-3}$	0,05	0,7…-2	-60…+40	1 x 6 x1



Рис. 2.3.10д. Внешний вид фоторезисторов на основе CdSe.

Глава 2.2.4. Фоторезисторы на основе сернистого висмута ФС-Б1, ФС-Б2 [$\Delta\lambda$=0,45...1; $\lambda_{макс}$=0,6...0,7 мкм]

Основные параметры фоторезисторов на основе сернистого висмута приведены в табл. 2.2.9, а внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.2.11.

Таблица 2.2.9. Основные параметры фоторезисторов на основе сернистого висмута при температуре 20±5°С

Тип прибора	Аφчэ, мм	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, не более	$R_Т$, МОм, не менее	$I_Т$, мкА, не более	$I_{общ}$, (при E=200 лк), мА, не менее	$R_Т$/ $R_{СВ}$, отн.ед., не менее	τ, с, не более	T_S, %/°С, не более	$P_{макс}$, мВт, не более	ΔТ, °С	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
ФС-Б1	22 x 9	0,45…1,0	0,6±0,05	50	10	5	-	4	$1,5*10^{-2}$	1	50	-25…+40	34 x 16 x 10,5	2-108
ФС-Б2	9 x 9	0,45…1,0	0,6±0,05	50	0,1	50	-	4	$4*10^{-4}$	1	50	-25…+40	34 x 18 x 10,5	2-109
ФС-Б2	11 x 11	0,5…0,8	0,7	50	0,1 - 10	-	1000 мкА/лм*В	4	400 Гц	1	50	-25…+40	34 x 18 x 10,5	2-108

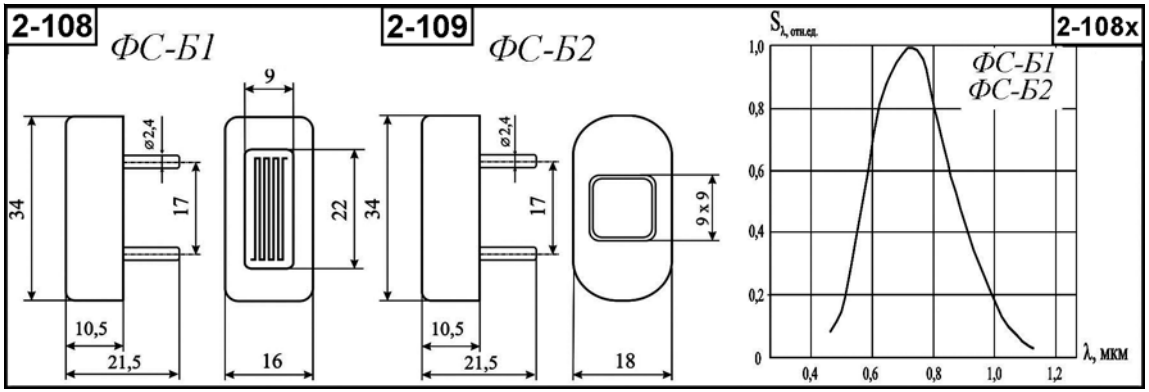


Рис. 2.2.11. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики фоторезисторов ФС-Б1 и ФС-Б2..

Глава 2.2.5. Микропиксельные фотоприемники

2.2.5. Микропиксельные фотоприемники для диапазона 0,4…0,7 мкм

2.2.5.1. Микропиксельные фотодиоды СРТА 140-17, СРТА 140-40, СРТА 143-30, СРТА 149b-26, СРТА 149-35, СРТА 150-50, СРТА 151-30 [Δλ= 0,35…0,7 мкм]

Микропиксельные лавинные фотодиоды со структурой металл-резистор-полупроводник предназначены для регистрации малых сигналов в зелено-красном диапазоне спектра светового излучения. Фотодиоды работают в режиме ограниченного гейгеровского разряда. Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.2.10. Внешний вид, габаритные размеры, ОСХ и схема включения на рис. 2.2.12.

Таблица 2.2.10. Основные параметры микропиксельных фотодиодов серии СРТА-XX при температуре 20°С

Тип прибора	Афчэ, мм	Кол-во ячеек	$\lambda_{макс}$, мкм (при $M=2*10^5$)	U_P, В	Квантовая эффективность при λ=0,6 мкА, %	Темновой ток при $M=4*10^5$, мкА	Темновой счет по уровню 0,5 фото-электрона, МГц	Кросс-ток, %	Коэффициент лавинного умножения, М, о.е.	$C_д$, пф	ΔТ, °С	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
СРТА 140-17	9 мм^2	8100	0,6	14…22	40	40…80	-	-	$2*10^5$…10^6	300	-20…+40	5 x 5 x 2	2-110
СРТА 140-40	9 мм^2	8100	0,6	38…44	40	2…7	-	-	$2*10^5$…10^6	300	-20…+40	5 x 5 x 2	2-110
СРТА 143-30	∅1,1	556	0,6	25…34	40	0,8…3	0,8…2,0	7…12	$2*10^5$…10^6	40	-20…+40	∅5,6x8	2-111
СРТА 149b-26	4,41 мм^2	1764	0,46	20…32	25	10…50	-	-	$2*10^5$…10^6	150	-20…+40	5 x 5 x 2	2-110
СРТА 149-35	4,41 мм^2	1764	0,6	26…44	40	10…50	-	-	$2*10^5$…10^6	150	-20…+40	5 x 5 x 2	2-110
СРТА 150-50	6,25 мм^2	3900	0,6	48…54	40	1…5	2,0	-	$2*10^5$…10^6	200	-20…+40	5 x 5 x 2	2-110
СРТА 151-30	∅1,28	796	0,6	25…34	40	0,3…1,1	0,3…1,2	7…12	$2*10^5$…10^6	40	-20…+40	∅5,6x8	2-111

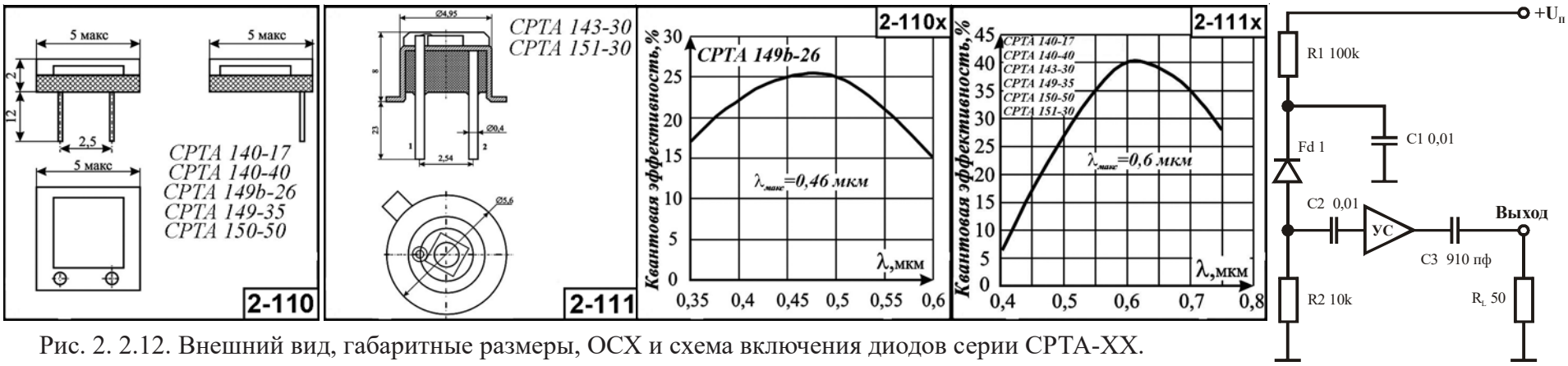


Рис. 2. 2.12. Внешний вид, габаритные размеры, ОСХ и схема включения диодов серии СРТА-XX.

2.2.5.2.Модули счетчика фотонов СРТА РС1, СРТА РС9, СРТА РС21

Модуль счетчика фотонов представляет собой устройство, содержащее микропиксельный фотодиод и схему усиления и обработки сигнала. Модуль способен регистрировать единичный фотон. Подобные модули являются конкурентами сцинтиблоков на ФЭУ.

Основные параметры модулей приведены в табл. 2.2.11, а внешний вид на рис. 2.2.13

Таблица 2.2.11. Основные параметры модулей счетчиков фотонов на основе микропиксельных фотодиодов

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра		
	СРТА РС 1	СРТА РС 9	СРТА РС 21
Количество пикселей	1	9	21
Темновой счет , Гц	$0{,}2*10^3$	$5*10^3$	$1*10^4$
Размер фоточувствительной площадки, мкм	30 x 30	120 x 120	∅200
Квантовая эффективность на:			
λ = 530 нм, не менее		35	35
λ = 680 нм, не менее	40	40	40
λ = 800 нм, не менее	25	25	25
Максимальное выходное напряжение (для 21 фотоэлектрона) (мВ),			500
Максимальное выходное напряжение (для 9 фотоэлектрона) (мВ),		200	
Время нарастания выходного импульса (нс), не более 2;	2		
Время спада выходного импульса (нс), не более	150		
Максимальная скорость счета, Гц	$3*10^6$		
Амплитуда одиноночного (однофотонного импульса) при Rнагр. = 50 Ом, мВ, не менее	25		
Полярность выходного импульса	Отрицательная		
Напряжение питания, В	5		
Ток потребления, мА, не более	10		
Габаритные размеры, мм, не более	10 x 30 x 10		

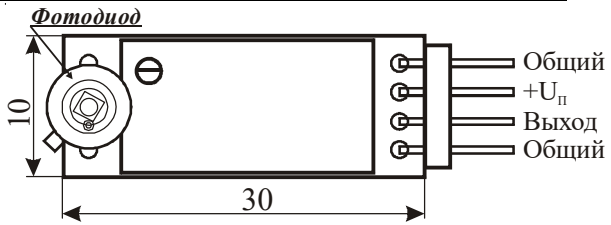


Рис. 2. 2.13. Внешний вид и габаритные размеры модуля счетчика фотонов на основе микропиксельных фотодиодов.

Глава 2.3. Фотоприемники “ближнего” диапазона ИК-спектра, 0,4…1,1 мкм

Глава 2.3.1. Кремниевые фотодиоды

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

Кремниевые фотодиоды самый распространеннй тип приемников оптического излучения. Они предназначены для применения в качестве приемников и датчиков инфракрасного излучения в составе оптико-электронной аппаратуры, систем фотоэлектрической автоматики и бесконтактного измерения температуры, вычислительной и измерительной техники, программно-управляемого оборудования и приборов, работающих в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,12 мкм.

Конструктивное оформление современных фотодиодов отличается большим разннообразием. В зависимости от назначения фотодиоды могут иметь, как один, так и несколько элементов.

Фотодиоды выпускаются в герметичных металлостеклянных, металлокерамических или в пластмассовых корпусах. Некоторые типы фотодиодов выпускаются в бескорпусном исполнении.

Плюсовой вывод фотодиода маркируется точкой на корпусе или цветной меткой на проволочном выводе. При отсутствии меток плюсовым является длинный вывод фотодиода.

Приборы работают в двух режимах: фотодиодном - с внешним источником смещения (диодный режим) и в вентильном - без источника смещения. В фотодиодном режиме обеспечивается высокая амперваттная чувствительность, в вентильном - высокая обнаружительная способность.

PIN фотодиоды обладают малой постоянной времни и работают в фотодиодном режиме при напряжении смещения от 5 до 150В.

Гарантированный ресурс работы кремниевых фотодиодов, в зависимости от типа, составляет от 1000 до 10000 часов.

Основные параметры фотодиодов приводятся в табл. 2.3.1 - 2.3.32

Внешний вид. габаритные размены и относительные спектральные характеристики чувствительности кремниевых фотодиодов приведены на рис.2.3.1...2.3.31. Типовые схемы включения фотодиодов приведены на рис.2.31д. 2.31.д1.

Принятые сокращения и обозначения в главе 2.3.1: $\mathbf{A_{ФЧЭ}}$ – размер (мм) или площадь фоточувствительной площадки, мм^2; **N** – число элементов, шт.; $\mathbf{2\beta}$ - плоский угол зрения, град; $\mathbf{\Delta\lambda}$ – область спектральной чувствительности, мкм; $\mathbf{\lambda_{макс}}$ – максимум спектральной характеристики, мкм; $U_р$ – рабочее напряжение, В; $\mathbf{I_т}$ – темновой ток, мкА; $\mathbf{\tau}$ - постоянная времени по спаду или нарастанию фототока, с; $\mathbf{K_{ФС}}$ -коэффициент фотоэлектрической связи между элем.%; **ΔT** - диапазон рабочих температур, ^{o}C; $\mathbf{S_{uинт}}$ – интегральная чувствительность, мкА/лк, А/лм, А/Вт; или В/Вт.; $\mathbf{S_\lambda}$, спектральная чувствительность, В/Вт или А/Вт; $\mathbf{Ф_{П1}}$ - пороговая чувствительность, лм* Гц$^{-1/2}$; $\mathbf{D^*_{\lambda макс}}$- обнаружительная способность, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$*см; **б/к** - бескорпусное исполнение; **PIN** - фотодиод со структурой p-i-n.

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

2.3.1.1. Кремниевые фотодиоды 1690, 1690-Б, 1690-В, 1691, 2ДФ103А-5, ДПД01А, ДПД01А-2, КФДМ, КФДМ(гр.А), КФДМ(гр.Б), КОФ119А, КОФ119Б [$\Delta\lambda$=0,5...1,12; $\lambda_{макс}$=0,7...0,96 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.1. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.1.

Таблица 2.3.1. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$А_{фчэ}$, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔT, ^{o}C	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
1690	1,9 x 1,9	-	0,5…1,12	0,85…0,92	20	1	($8*10^{-3}$)	-	$5*10^{-6}$	-	-50…+80	∅3,87 x 12,5 [0,8]	2-120
1690-Б	1,9 x 1,9	-	0,5…1,12	0,85…0,92	20	1	($8*10^{-3}$)	-	$5*10^{-6}$	-	-50…+80	∅3,87 x 12,5 [0,8]	2-120
1690-В	1,9 x 1,9	-	0,5…1,12	0,85…0,92	20	3	($8*10^{-3}$)	-	$5*10^{-6}$	-	-50…+85	∅3,87 x 12,5 [0,8]	2-120
1691	1,9 x 1,9	-	0,5…1,12	0,85…0,92	0	3	($8*10^{-3}$)	-	$5*10^{-6}$	-	-50…+80	∅3,87 x 12,5 [0,8]	2-120
2ДФ103А5	-	-	0,5…1	0,7…0,8	10	$1*10^{-3}$	0,45 А/Вт λ= 0,85 мкм.	-	-	-	-60…+125	0,9x0,9x0,2 [0,002] б/к	2-126
ДПД01А	∅0,5	-	0,5…1,1	0,83±0,08	5	$1,5*10^{-8}$	0,3 А/Вт λ= 0,83 мкм.	-	$3*10^{-9}$	-	-60…+85	∅5,8 x 5,3 [1,0]	2-122
ДПД01А-2	∅0,5	-	0,5…1,1	0,83±0,08	5	$1,5*10^{-8}$	0,3 А/Вт при λ=0,83 мкм.	-	$3*10^{-9}$	-	-60…+85	1,9 x 1,9 x 0,9 [0,01] б/к	2-123
КФДМ	1,9 x 1,9	36	0,5…1,12	0,85…0,92	20	1	($7,5*10^{-3}$)	-	$1*10^{-5}$	-	-60…+75	∅3,9 x 12,5 [0,8]	2-121
КФДМ(гр.А)	1,9 x 1,9	36	0,5…1,12	0,85…0,92	0	0,1	($8*10^{-3}$)	-	$1*10^{-5}$	-	-60…+85	∅3,9 x 12,5 [0,8]	2-121
КФДМ(гр.Б)	1,9 x 1,9	36	0,5…1,12	0,85…0,92	20	0,1	($1,5*10^{-2}$)	-	$1*10^{-5}$	-	-60…+85	∅3,9 x 12,5 [0,8]	2-121
КОФ119А КОФ119Б	40 мм^2	-	0,71…1,12	0,87…0,96	10	0,5	0,17	-	-	-	-10…+60	10,5 x 9,2 x 3 [0,8]	2-124

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

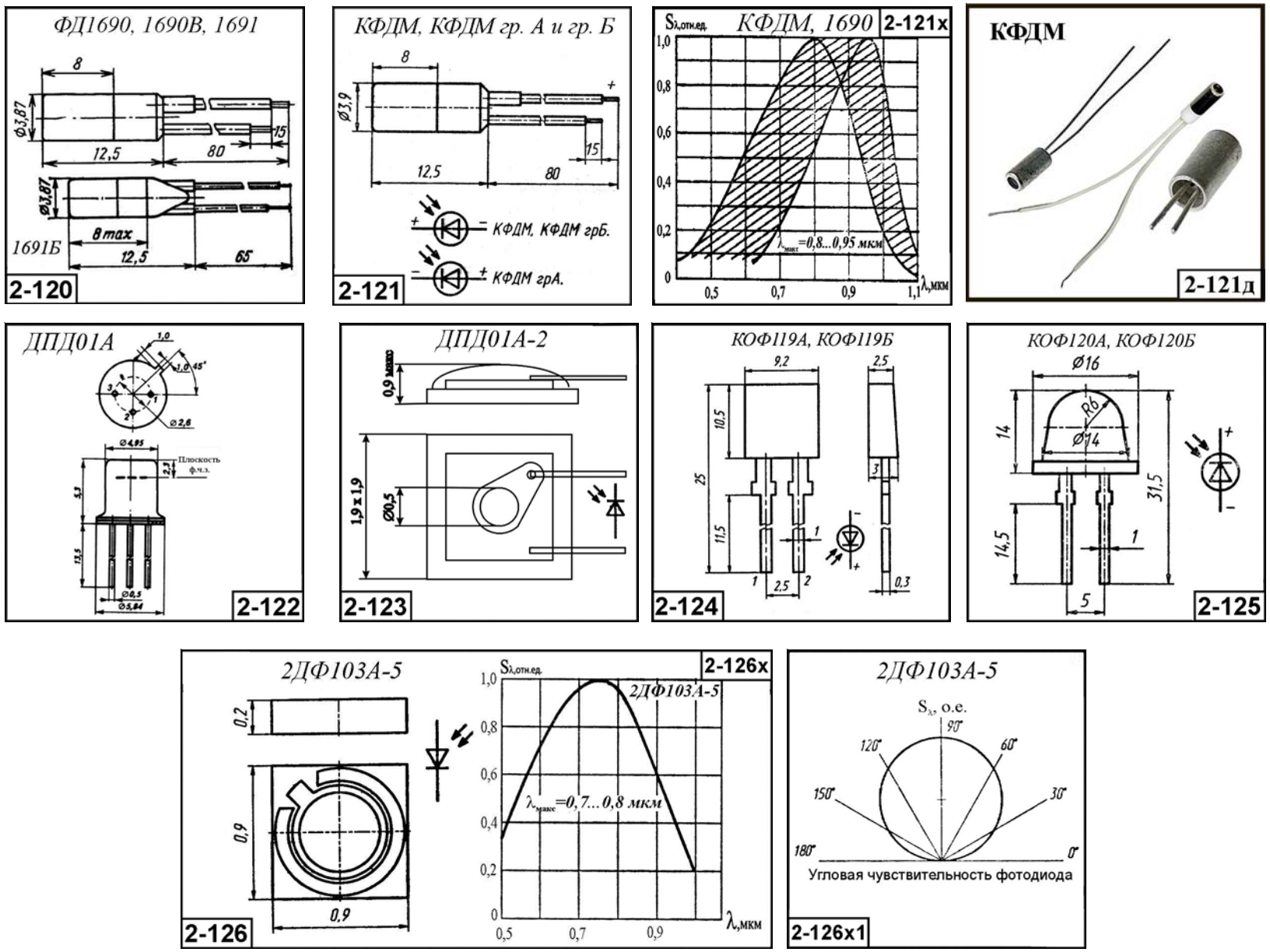


Рис. 2.3.1. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

2.3.1.2. Кремниевые фотодиоды КОФ120А, КОФ120БКОФ121А, КОФ121Б, КОФ122А, КОФ122Б, КОФ125А, КОФ129, КОФ137А, МФППФ1000 [$\Delta\lambda$=0,4...1,12; $\lambda_{макс}$=0,75...0,9 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.2. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.2.

Таблица 2.3.2. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аффэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sинт, мА/лм, (мкА/лк), не менее	Фп1, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	Кф с, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
КОФ120А КОФ120Б	68 мм^2	-	0,71…1,12	0,87…0,96	3	1	0,32	-	-	-	-10…+60	∅16 х 14 [3]	2-125
КОФ121А КОФ121Б	35 мм^2	-	0,71…1,12	0,87…0,96	3	0,1	0,2	-	-	-	-10…+60	∅10,7 х 12 [2,5]	2-127
КОФ122А	86 мм^2		0,4…1,1	0,75…0,85	12	0,5	0,45	-	1*10^{-7}	-	-60…+75	∅19,6 х 6,5 [4]	2-128
КОФ122Б	86 мм^2		0,4…1,1	0,75…0,85	12	0,5	0,3	-	1*10^{-7}	-	-60…+75		
КОФ125А	0,7 мм^2	30	0,8…1,1	0,87	10	0,005	[Iф>40мкА при E=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	1,5*10^{-8}	-	-	∅5,3 х 9 [1]	2-129
КОФ129	4 х 4	120	0,4…1,1	0,87	10	0,005	[Iф>30мкА при E=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	1,5*10^{-8}	-	-	6 х 5 х 2 [0,5]	2-120
КОФ137А	∅5 эфф.	30	0,75…1,1	0,87	10	0,005	[Iф>40 мкА при E=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	1,5*10^{-8}	-	-60…+70	∅5 х 9 [1]	2-131
МФППФ1000	25 или 49 мм^2	-	0,1…1,1	0,9	0,0012	2*10^{-3} (Up=10 мВ)	(0,2-0,3 А/Вт при λ=0,5 мкм) (0,08-0,12 А/Вт при λ=0,3 мкм)	-	-	-	-5…+55	16,5 х 12 х 3 или 22 х 20 х 6,5	2-132

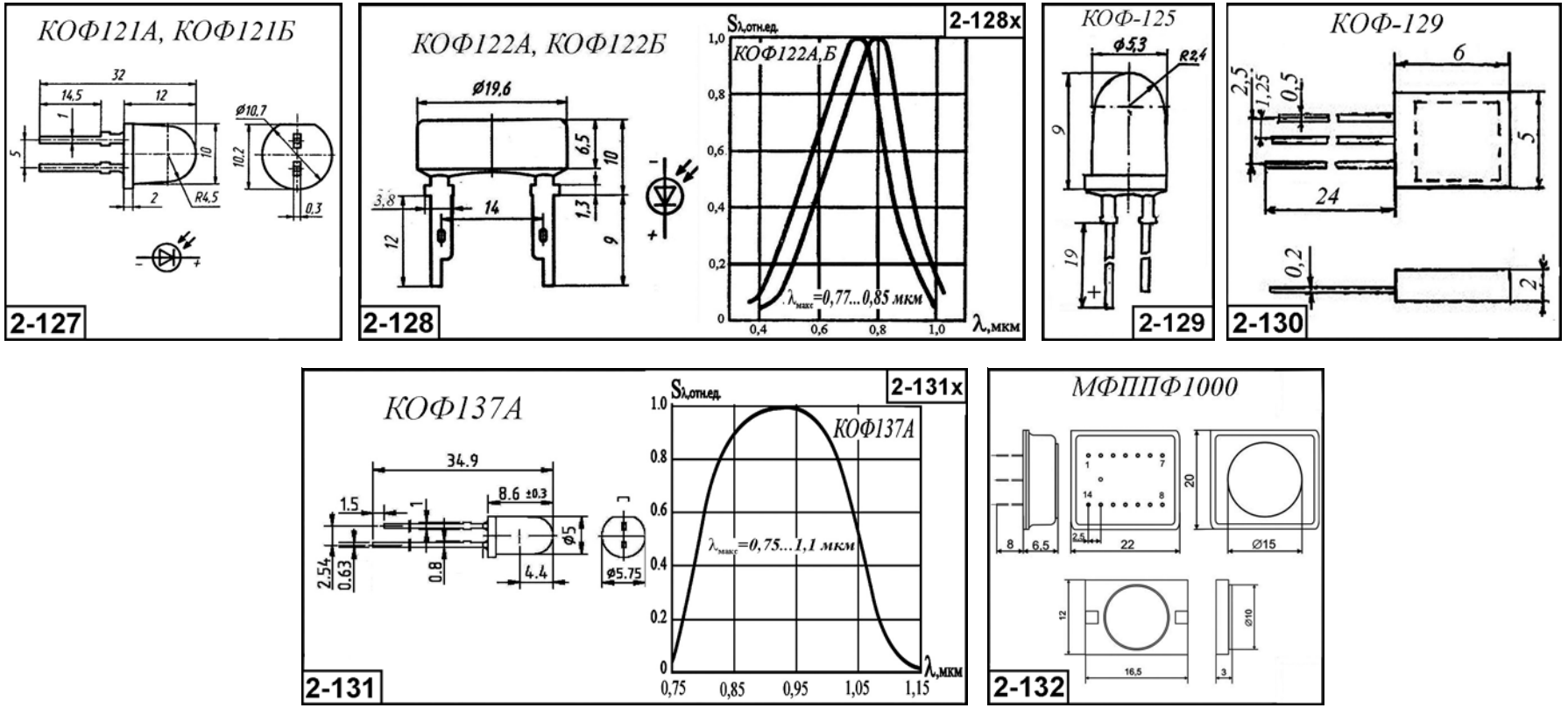


Рис. 2.3.2. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.3. Кремниевые фотодиоды У-69, У-73, У-79, У-99, У-160, У163, У-180, У-212, У-214, У-244, У-258, У-262, У-264 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,87 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.3. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.3.

Таблица 2.3.3. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Афчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sинт, мА/лм, (мкА/лк), не менее	Фп1, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	Кфс, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
У-69	1 х 2	120	0,45…1,1	0,87	10	0,01	[$I_ф$>8 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	5*10^{-8}	-	-60…+70	4,2 х 1,5 х 0,35 б/к	2-133
У-73	23,5 мм^2	120	0,4…1,1	0,87	10	0,1	[$I_ф$>120 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	3*10^{-7}	-	-60…+70	12 х 6 х 3	2-134 2-134д
У-79	2 мм^2	90	0,4…1,1	0,87	10	0,01	[$I_ф$>10 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	5*10^{-8}	-	-60…+70	∅5,2 х 5,3	2-135
У-99	8,5 мм^2	120	0,4…1,1	0,87	10	0,02	[$I_ф$>30 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	2,5*10^{-7}	-	-60…+70	6 х 5,7 х 2	2-144
У-160	8,5 мм^2	60	0,4…1,1	0,87	10	0,02	[$I_ф$>150мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	2,5*10^{-7}	-	-60…+70	∅10 х 12,5	2-136
У163	0,7 мм^2	30	0,4…1,1	0,87	10	0,005	[$I_ф$>40 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	1,5*10^{-8}	-	-60…+70	∅5,3 х 9	2-137

Окончание таблицы 2.3.3. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Афчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sинт, мА/лм, (мкА/лк), не менее	Фп1, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	Кфс, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
У-180	0,7 мм^2	60	0,4…1,1	0,87	10	0,005	[Iф>12 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	5*10^{-8}	-	-60…+70	4 х 2,5 х 5,6	2-138
У-212	0,7 мм^2	30	0,8…1,1	0,87	10	0,005	[Iф>40 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	1,5*10^{-8}	-	-60…+70	∅5,3 х 9	2-139
У-214	0,7 мм^2	150	0,4…1,1	0,87	10	0,005	[Iф>3 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	1,5*10^{-8}	-	-60…+70	∅5,3 х 5	2-140
У-244	0,7 мм^2	150	0,4…1,1	0,87	10	0,005		-	1,5*10^{-8}	-	-60…+70	∅5 х 5,5	2-141
У-258	∅5,3 эфф.		0,4…1,1	0,87	10	0,002	[Iф>40 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	5*10^{-9}	-	-60…+70	∅5,3 х 9	2-142
У-262	8,5 мм^2	110	0,4…1,1	0,87	10	0,005	[Iф>50 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	2,5*10^{-7}	-	-60…+70	∅8,3 х 3,5 или ∅10 х 3,5	2-143
У-264	1,8 мм^2	30	0,45…0,6	-	5	0,001	[Iф>3 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,526 мкм]	-	-	-	-60…+70	∅5,3 х 9	2-142

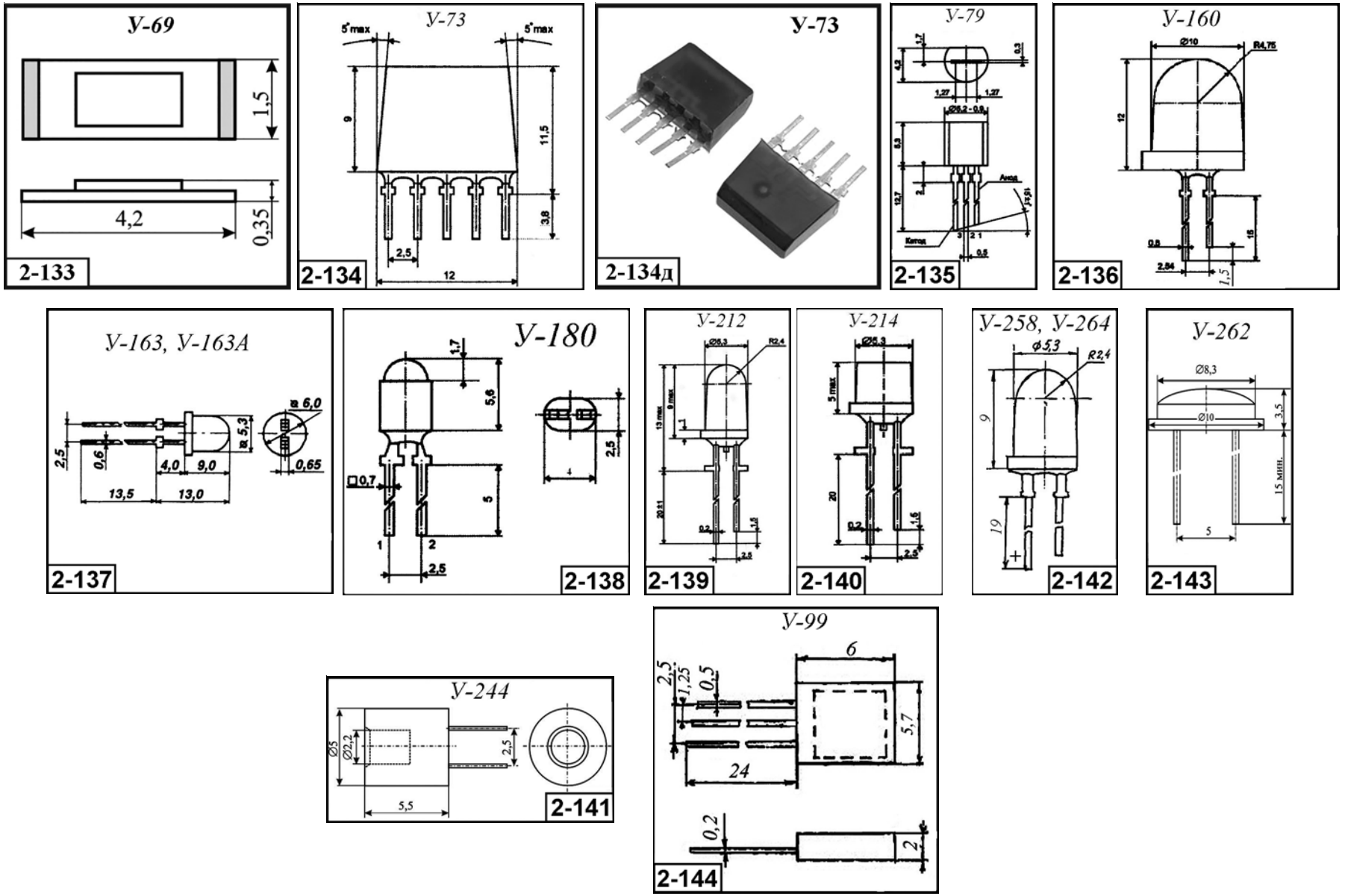


Рис. 2.3.3. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.4. Кремниевые фотодиоды УФД01, УФД02, УФД03, УФД06, УФД11, УФД12, УФД13М, УФД14М, УФД15М, УФД15М-1 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,7...0,9 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.4. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.4.

Таблица 2.3.4. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}C

Тип прибора	Аφчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sинт, мА/лм, (мкА/лк), не менее	Фп1, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	Кфс, %, не более	ΔT, ^{o}C	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
УФД01	10 x 10	-	0,4…1,1	0,7…0,9	10	0,01	(0,26 А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	1,8*10^{-4}	-	20±5	20,7 x 14,4 x 1,4 (б/к)	2-145
УФД02 PIN	10 x 10	-	0,4…1,1	0,7…0,9	10	0,1	(0,3 А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	1*10^{-6}	-	20±5	∅28 x 2,7 (б/к)	2-146
УФД03 PIN	10 x 10	-	0,4…1,1	0,7…0,9	10	0,15	(0,3 А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	1*10^{-6}	-	20±5	∅20 x 2,7 (б/к)	2-147
УФД06	3,14 мм^2	-	0,4…1,1	0,85	10 мВ	0,5	4,5 (0,3 А/Вт при λ=0,9 мкм)	-	3,2*10^{-4}	-	-60…+150	∅8 x 9,5	2-148
УФД11	∅4 эфф.	-	0,4…1,1	0,85	10	0,005	(0,02)	-	-	-	20±10	∅4 x 8,1	2-149
УФД12 PIN	∅14	-	0,4…1,1			7 (120В)	(0,2 А/Вт при λ=1,06 мкм)	-	-	-	20±10	∅23,2 x 8	2-150
УФД13М PIN	9 мм^2 (4 эл.)	-	0,4…1,1	0,7…0,9	135	3 (Iок = 100 мкА)	(0,25 А/Вт при λ=1,06 мкм)	-	-	-	-60…+70	∅31 x 7,2	2-151
УФД14М PIN	9 мм^2 (4 эл.)	-	0,4…1,1	0,7…0,9	2	1 (Iок = 50 мкА)	(0,15 А/Вт при λ=1,06 мкм)	-	-	-	-60…+70	∅31 x 7,2	2-151
УФД15М PIN	R8 48,6 мм^2 (4 эл.)	-	0,4…1,1	0,7…0,9	135	1 (135В) (Iок = 150 мкА)	(0,2 А/Вт при λ=1,1 мкм)	-	-	10	-60…+70	∅31 x 7,2	2-151
УФД15М-1 PIN	R7 37 мм^2 (4 эл.)	-	0,4…1,1	0,7…0,9	120	5 (120В)	(0,2 А/Вт при λ=1,06 мкм)	-	-	10	-60…+70	∅31 x 7,2	2-151

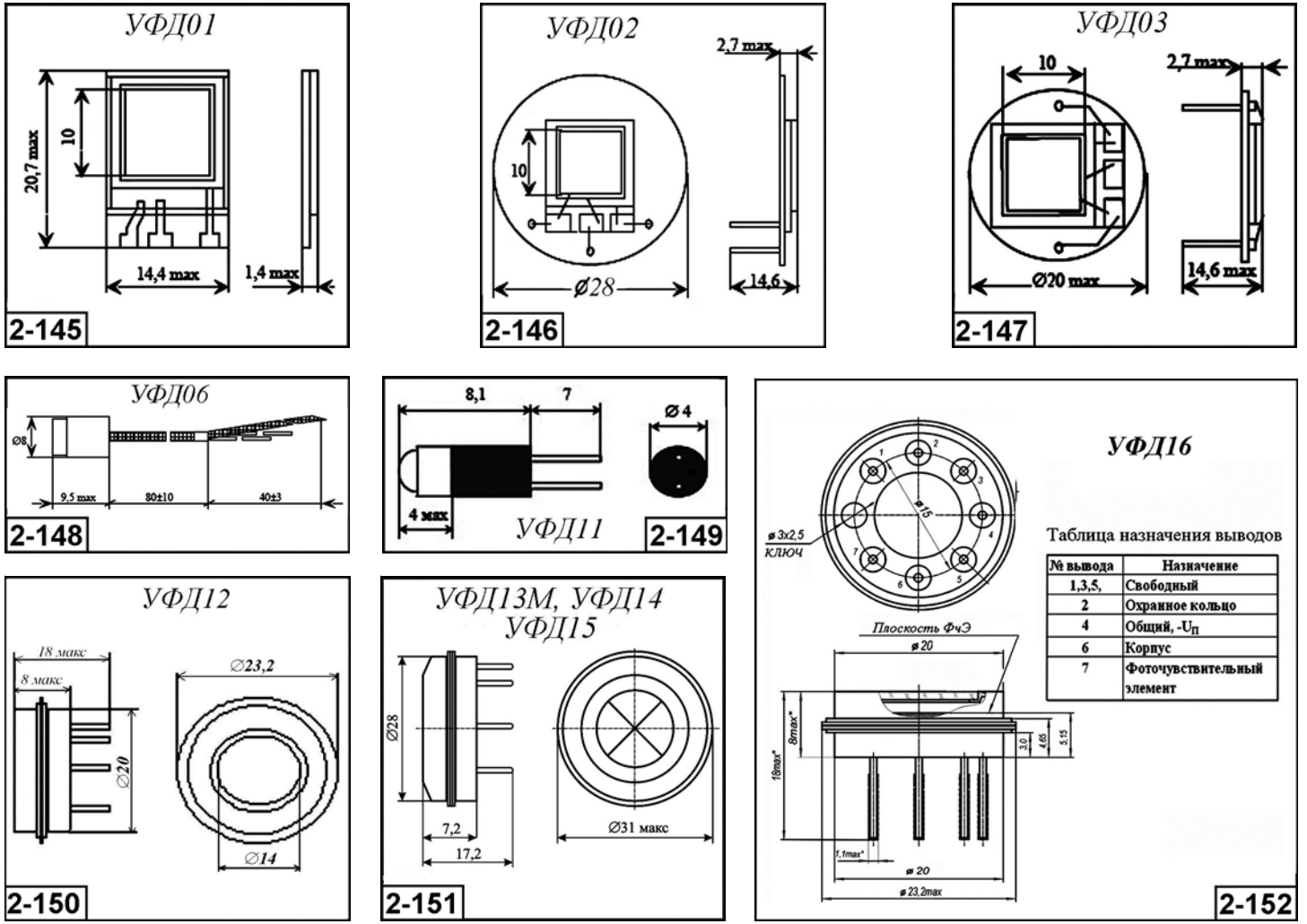


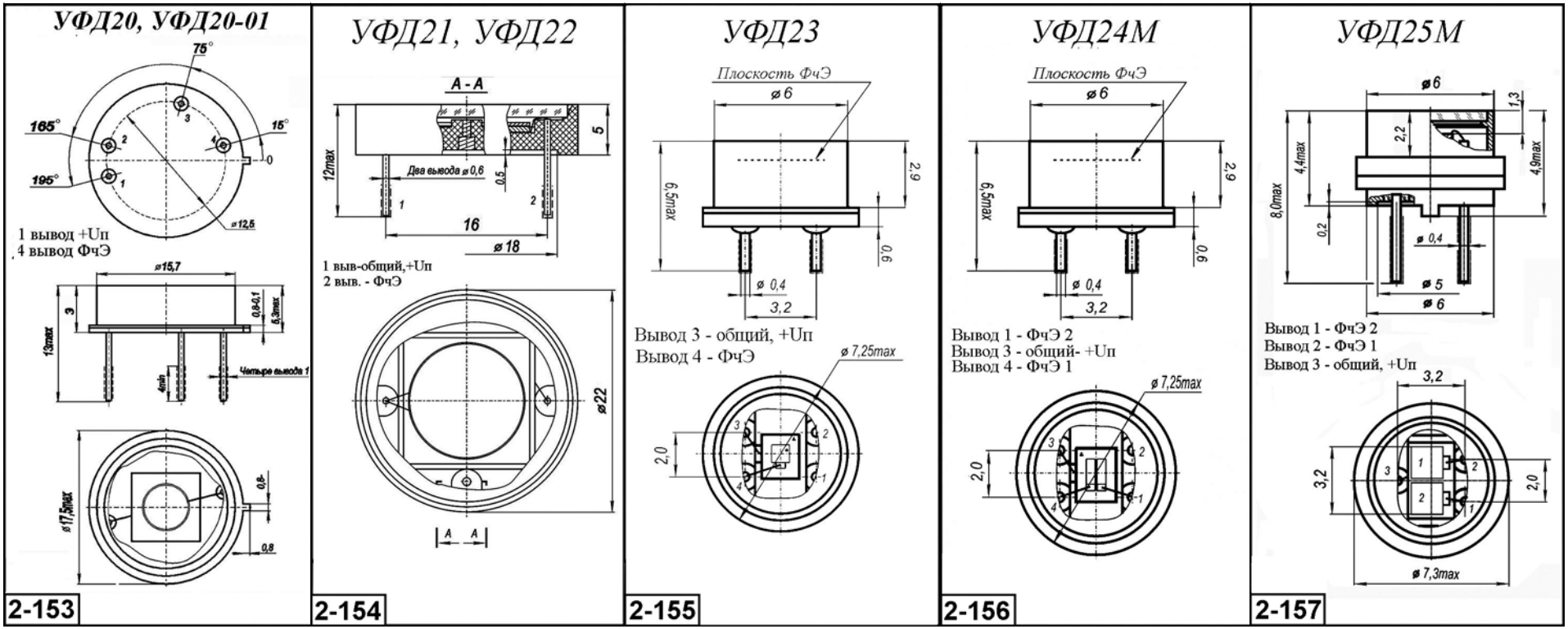
Рис.2.3.4. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.5. Кремниевые фотодиоды УФД16, УФД20, УФД20-01, УФД21, УФД22 гр.1, УФД22 гр.2, УФД23, УФД24, УФД25М, УФД26 гр.А , УФД26 гр.Б [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.5. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.5.

Таблица 2.3.5. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
УФД16 PIN	86,5 мм^2	-	0,4…1,1	-	2	1 (2В)	(0,15 А/Вт при λ=1,06 мкм)	-	-	-	-60…+85	∅32,2 х 8	2-152
УФД20	∅7	-	0,38…1,06	-		0,02 (27В)	7	-	-	-	-50…+65	∅17,5 х 5,3	2-153
УФД20-01	∅10	-	0,38…1,06	-		0,05 (50В)	7	-	-	-	-50…+65	∅17,5 х 5,3	2-153
УФД21	∅11,3	-	0,38…1,06	-		0,1 (27В)	7	-	-	-	-50…+65	∅22 х 5	2-154
УФД22 гр.1 PIN	100 мм^2	-	0,38…1	-	0,01	0,01 (0,01В)	-	-	-	-	-10…+70	∅22 х 5	2-154
УФД22 гр.2 PIN	100 мм^2	-	0,38…1,06	-	27	0,1 (27В)	6	-	-	-	-10…+70	∅22 х 5	2-154
УФД23 PIN	0,8х0,8	-	0,38…1,1	-	2	10(10В)	(0,3 А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	$1*10^{-8}$	-	-50…+65	∅7,5 х 3,5	2-155
УФД24 PIN	0,4х1,1 (2 эл.) зазор 0,07	-	0,38…1,1	-	10	5(10В)	(0,3 А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	$1*10^{-8}$	10	-50…+65	∅7,5 х 3,5	2-156
УФД25М	1,5х1,5 (2 эл.) зазор 0,2	-	0,38…1	-	0,01	0,4 (10В)	(0,38 А/Вт при λ=0,85 мкм)	-	-	3	-60…+105	∅7,3 х 4,9	2-157
УФД26 гр.А PIN	∅8	-	0,4…1,12	-	27	2,5 (27В)	6	-	-	-	-60…+85	∅17,5 х 6,3	2-158
УФД26 гр.Б	∅8	-	0,2…1	-	0	0,005 (0,01В)	(0,08 А/Вт при λ=0,2 мкм)	-	-	-	-60…+85	∅17,5 х 6,3	2-158



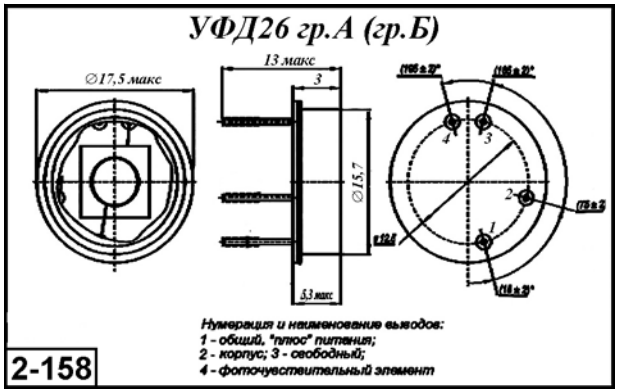


Рис.2.3.5. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.6. Кремниевые фотодиоды ФДК-1, ФДК-1в, ФД-2М, ФД-3К, ФД-6К, ФД-7К (гр. А), ФД-7К (гр. Б), ФД-8К, ФД-8К (гр.1690), ФД-8К(гр.1691), ФД-9К, ФД-10К [$\Delta\lambda$=0,4...1,12; $\lambda_{макс}$=0,63...0,92 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.6. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.6.

Таблица 2.3.6. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФДК-1	∅1	-	0,5…1,1	0,85	20	3	3	-	$1*10^{-5}$	-	-50…+80	∅3,9 x 7,2 [0,3]	2-164
ФДК-1в	∅1	-	0,5…1,1	0,85	0	3	3	-	$1*10^{-5}$	-	-50…+80	∅3,9 x 7,2 [0,3]	2-164
ФД2М	(6 эл-тов)			0,63±0,03	15	$1*10^{-5}$	0,35 А/Вт при λ=0,63 мкм	-		10 (5)		7,8x8,2x3 [5]	2-159
ФД-3К	∅1,13	-	0,5…1,1	0,8…0,9	15	0,5	3	-	$4*10^{-6}$	-	-60…+80	11 x 5 x 1,7 [0,8]	2-166
ФД-6К	1,9 x 1,9	-	0,4…1,1	0,82…0,86	20	1	($1,4*10^{-2}$)	-	$1*10^{-5}$	-	-50…+75	∅5,5 x 16 [1,6]	2-163
ФД-7К (гр. А)	∅10	-	0,4…1,1	0,82…0,86	27	5	6 ($4,7*10^{-1}$)	Uш=0,61 мкВ*Гц$^{-1/2}$	$1*10^{-5}$	-	-60…+75	∅19,6 x 7,5 [10]	2-160
ФД-7К (гр. Б)	∅10	-	0,4…1,1	0,82…0,86	27	5	6 ($4,7*10^{-1}$)	-	$1*10^{-5}$	-	-60…+75	∅19,6 x 7,5 [10]	2-160
ФД-8К	2 x 2	-	0,5…1,12	0,85…0,92	20	1	($6*10^{-3}$)	-	$1,2*10^{-5}$	-	-60…+85	∅3,9 x 12,5 [1]	2-162
ФД-8К(гр.1690)	2 x 2	-	0,5…1,12	0,85…0,92	20	1	($6*10^{-3}$)	-	$7,7*10^{-6}$	-	-60…+85	∅3,9 x 12,5 [1]	2-162
ФД-8К(гр.1691)	2 x 2	-	0,5…1,12	0,85…0,92	0	3	($4,2*10^{-3}$)	-	$1,2*10^{-5}$	-	-60…+85	∅3,9 x 12,5 [1]	2-162
ФД-9К	4,4x4,4 или 5,6 x 5,6	-	0,5…1,12	0,85…0,92	10	10	3	-	$1,3*10^{-5}$	-	-50…+50	∅11 x 9 [1,6]	2-161
ФД-10К	1,9 x 1,9	120	0,5…1,12	0,85…0,92	20	1	4,4 ($7*10^{-3}$)	-	$1*10^{-5}$	-	-60…+85	∅5,5 x 16 [2]	2-163

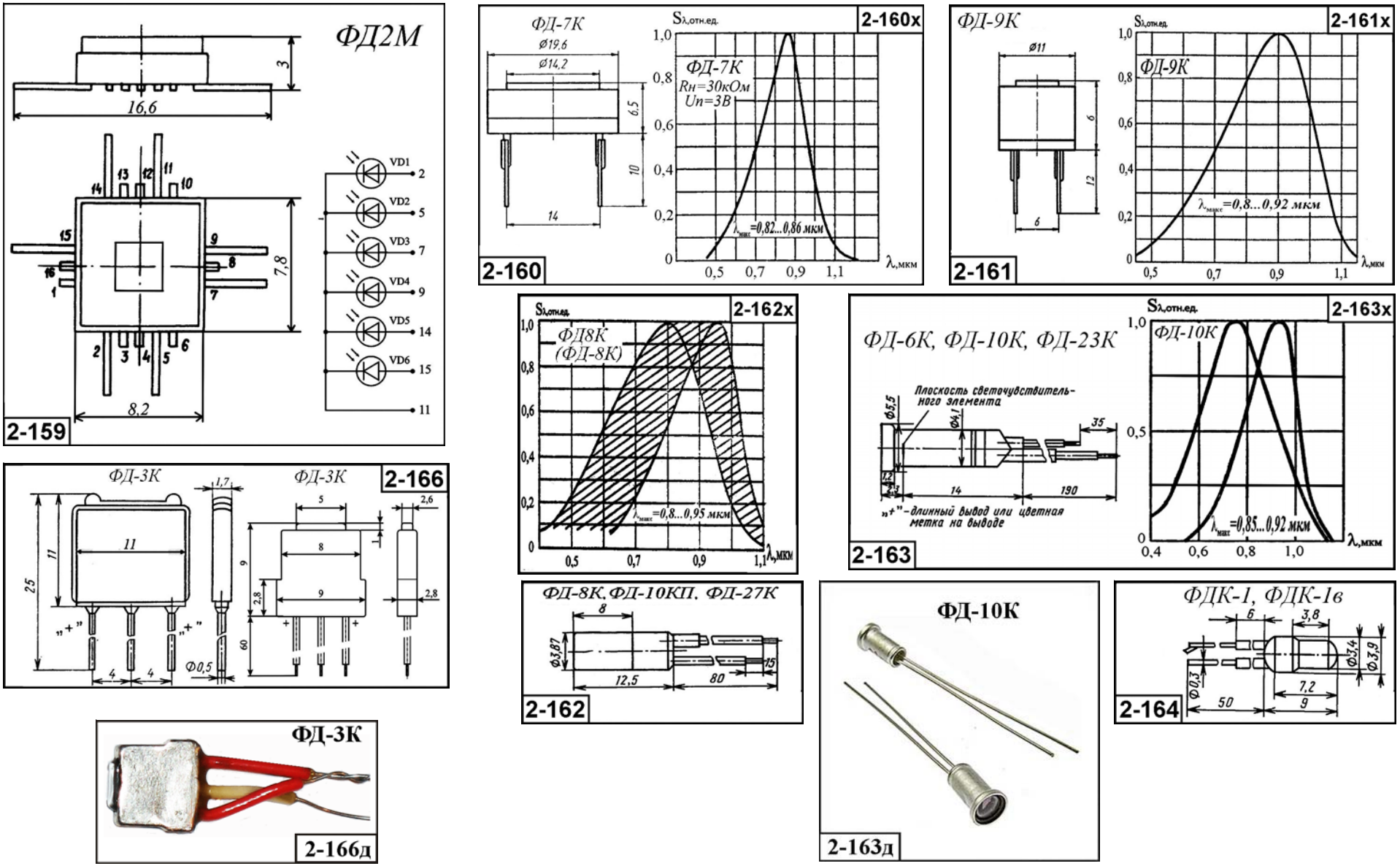


Рис. 2.3.6. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.7. Кремниевые фотодиоды ФД-10К (гр. А), ФД-10-129-1, ФД-10КП, ФД-11К, ФД-17К, ФД-18К, ФД-19КК гр.А, ФД-19КК гр.Б, ФД-20КП, ФД-20-30К, ФД-20-31К (гр.А), ФД-20-31К (гр.Б), ФД-20-32К [$\Delta\lambda$=0,4...1,17; $\lambda_{макс}$=0,75...0,95 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.6. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.6.

Таблица 2.3.7. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аффчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-10К (гр. А)	1,9 х 1,9	120	0,5…1,12	0,85…0,92	20	0.1	(8*10-3)	-	1,3*10^{-5}		-60…+85	∅5,5 х 16 [2]	2-163
ФД-10-129-1	1,9 х 1,9	120	0,5…1,12	0,85…0,92	20	0.1	(8*10-3)	-	1,3*10^{-5}		-60…+85	∅5 х 4,5 [2]	2-163 2-163д2
ФД-10КП	∅0,5	-	0,5…1,05	0,82…0,92	10	0,005	3	-	1*10^{-5}	-	25±5	∅3,9 х 12,5 [1]	2-163
ФД-11К	∅2,5	-	0,5…1,15	0,88…0,94	10	0,2	5	3*10^{-10}	5*10^{-6}	-	-60…+60	∅8,2 х 5,5 [3]	2-167д
ФД-17К	∅10	-	0,55…1,1	0,82…0,92	15	10	(4,7*10^{-1})	-	5*10^{-6}	-	-40…+75	∅19,6 х 6,5 [10]	2-169
ФД-18К	∅10	-	0,47…1,1	0,85…0,92	27	5	6	-	1*10^{-5}	-	-60…+75	∅19,6 х 6,5 [10]	2-168
ФД-19КК гр.А	1х1 (4 эл.) зазор 0,05	-	0,5…1,1	0,75…0,8	3…3,6	0,1	4,2	2,5*10^{-9}	3*10^{-6}	-	-60…+60	∅7,2 х 7,5 [1,2]	2-170
ФД-19КК гр.Б	1х1 (4 эл.) зазор 0,05	-	0,5…1,1	0,75…0,8	3…3,6	0,1	3,8	-	3*10^{-6}	-	-60…+60	∅7,2 х 7,5 [1,2]	2-170
ФД-20КП	2х2 (4 эл.) зазор 0,3	-	0,5…1,1	0,85…0,92	7	0,1	4	-	5*10^{-6}	-	-50…+85	∅10,2 х 7,5 [4]	2-171
ФД-20-30К	1,5 х 1,5(2)	-	0,5…1,1	0,85…0,95	5	0,1	0,3 А/Вт (0,9 мкм)	-	1,8*10^{-6}	3	-60…+85	∅6 х 4,2 [0,7]	2-172
ФД-20-31К (гр.А)	∅1,4	60	0,47…1,17	0,78…0,82	20	0,1	4 (гр.А);	-	1*10^{-5}	-	-60…+85	∅6 х 5 [0,8]	2-173
ФД-20-31К (гр.Б)	∅1,4	60	0,47…1,17	0,78…0,82	0	0,1	3,8 (гр.Б)	-	1*10^{-5}	-	-60…+85	∅6 х 5 [0,8]	2-173
ФД-20-32К	1,35 х 2 (2 эл) зазор 0,8 мм	-	0,45…1,06	0,78…0,92	3	0,1	4	4*10^{-10}	1,6*10^{-6}	0,5	-60…+85	12,6 х 3,9 [2]	2-174

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

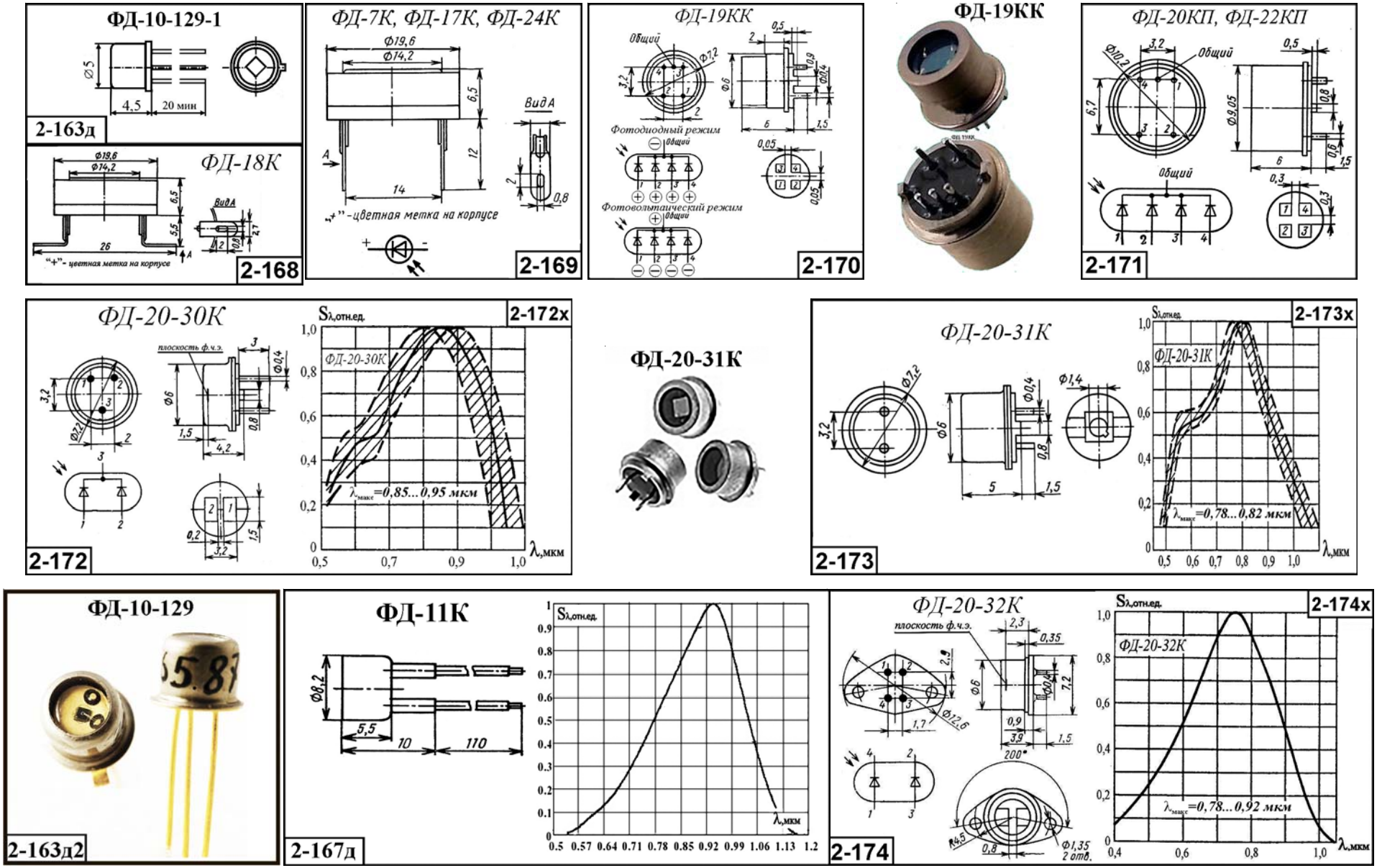


Рис.2.3.7. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.8. Кремниевые фотодиоды ФД-20-33К, ФД-21КП, ФД-22КП, ФД-23К, ФД-24К, ФД-24-01, ФД-25К, ФД-26К, ФД-27К, ФД-28КП, ФД-36, ФД-123, ФД-125К [$\Delta\lambda$=0,4...1,12; $\lambda_{макс}$=0,72...0,9 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.8. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.8.

Таблица 2.3.8. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-20-33К	0,3х1,4 и 0,4 х 1,4 (по 2 эл.)	-	0,45…1,06	0,72…1,0	5	0,05	4,5 (0,25 А/Вт, при λ=0,5 мкм)	$1,5*10^{-10}$	$1,2*10^{-7}$	10	-60…+85	∅7,2 х 6 [2]	2-175
ФД-21КП	∅1,55	-	0,4…1,1	0,72…0,85	10	0,017	3,3	$4*10^{-10}$	$6*10^{-9}$	-	-60…+85	∅3,9 х 12,5 [1]	2-179
ФД-22КП	1 х 1 (4 эл.)	-	0,45…1,1	0,75…0,9	7	0,05	4,4 [$I_ф$>4,4 мкА при Е=1000 лк]	-	$1*10^{-6}$	2	-50…+85	∅7,2 х 6 [2]	2-176
ФД-23К	1,9 х 1,9	120	0,5…1,12	0,8…0,85	20	0,1	4,4 ($3*10^{-3}$)	-	$1*10^{-5}$	-	-60…+85	∅5,5 х 16 [2]	2-163
ФД-24К	∅10	-	0,47…1,12	0,75...0,85	27	2,5	6 ($4,7*10^{-1}$)	$5*10^{-8}$	$1*10^{-5}$	-	-60…+75	∅19,6 х 6,5 [10]	2-177
ФД-24-01	∅10		0,47…1,12	0,75...0,85	27	2,5	(4,7*10-1)	$5*10^{-8}$	$1*10^{-5}$	-	-60…+75	∅19,6 х 6,5 полимер [8]	2-177
ФД-25К	1,9 х 1,9	-	0,4…1,1	0,8…0,9	20	1	($4*10^{-3}$)	-	$7,5*10^{-6}$	-	-60…+85	∅3,9 х 12,5 [1]	2-179
ФД-26К	1,9 х 1,9	-	0,4…1,1	0,8…0,95	20	3	($4*10^{-3}$)	-	$1,2*10^{-5}$	-	-60…+85	∅3,9 х 12,5 [1]	2-179
ФД-27К	1,9 х 1,9	36	0,4…1,1	0,8…0,95	20	1	($7,5*10^{-3}$)	-	$1*10^{-5}$	-	-60…+85	∅3,9 х 12,5 [1]	2-179
ФД-28КП	1,24 х 1,24	-	0,4…1,1	0,72…0,85	4	0,02	3,5 (0,2 А/Вт при λ=0,63 мкм)	$8*10^{-12}$	$1,6*10^{-7}$	-	-60…+70	∅6 х 9,5 [5]	2-178
ФД-36 PIN	0,8 х 0,35	-	0,47…1,1	0,75	30	0,05	5,85	$8*10^{-12}$	$1*10^{-6}$		-60…+70	∅7,4 х 6,5 [2]	2-180
ФД-123	23,5 мм^2	120	0,4…1,1	0,87	10	0,1	[$I_ф$>120 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	-	$3*10^{-7}$	-	-60…+70	12 х 6 х 3	2-180д 2-180д1
ФД-125К PIN	R7, 37 мм^2 (4 эл.)	-	0,4…1,1	-	135	1	(0,2 А/Вт при λ=1,1 мкм)	-	$1,5*10^{-5}$	-	-60…+75	∅31 х 7,2 [20]	2-181

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

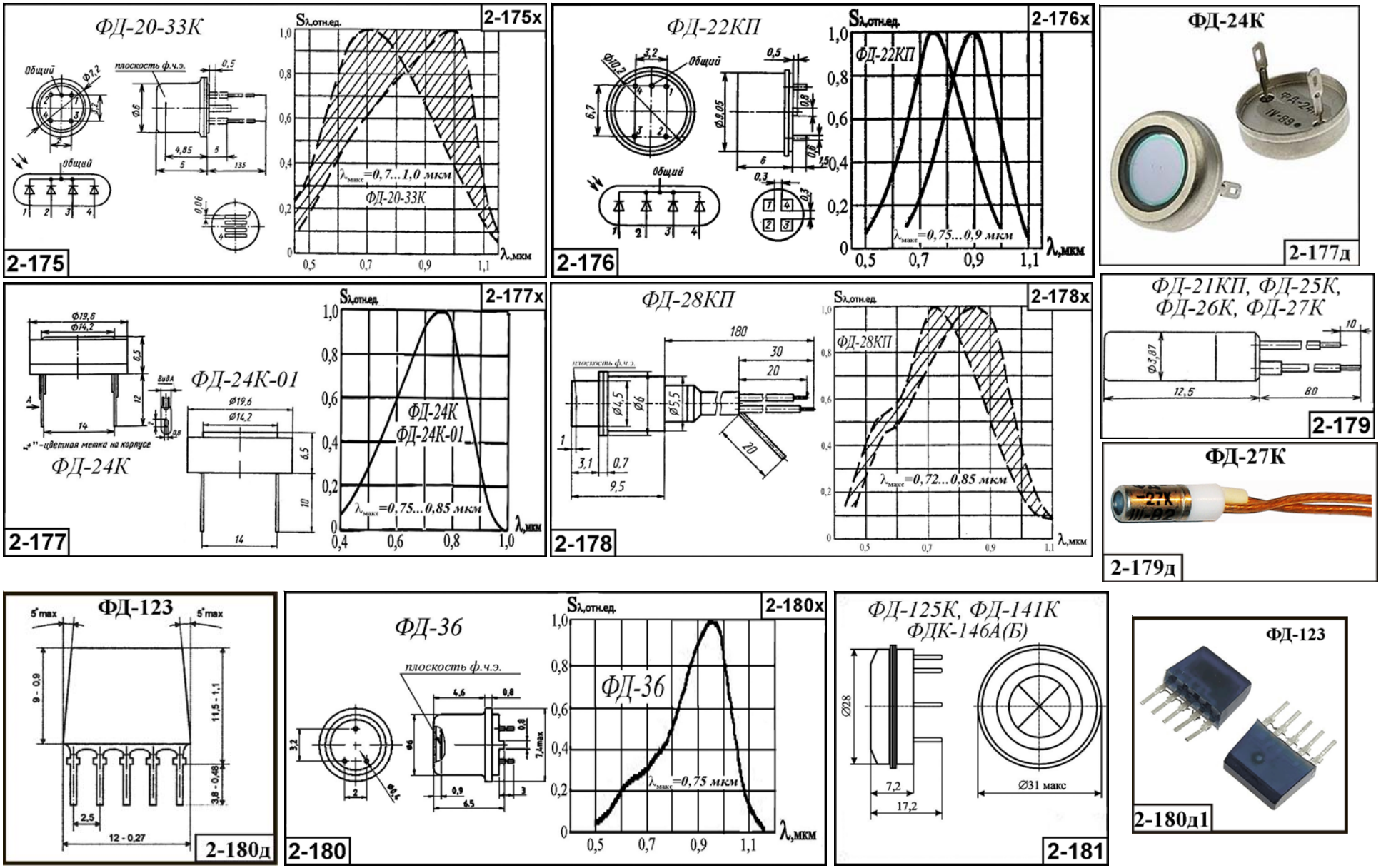


Рис.2.3.8. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.9. Кремниевые фотодиоды ФД-131А, ФД-131Б, ФД-131МБ, ФД-141К, ФД-К-142, ФДК-142-01, ФДК-146А,Б, ФДК-148А, (Б) [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.9. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.9.

Таблица 2.3.9. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sинт, мА/лм, (мкА/лк), не менее	Фп1, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	Кфс, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-131А PIN	0,15 мм^2	-	0,4…1,1	0,85	135	0,1	(0,3 А/Вт при λ=0,65 мкм)	-	2*10^{-6}	-	-60…+75	∅7,5 х 8 [4]	2-182
ФД-131Б PIN	0,15 мм^2	-	0,4…1,1	0,85	135	0,1	(0,4 А/Вт при λ=0,9 мкм)	-	2*10^{-6}	-	-60…+75	∅7,5 х 8 [4]	2-182
ФД-131МБ PIN	0,5 мм^2	-	0,4…1,1	0,85	135	0,1	(0,4 А/Вт при λ=0,65 мкм)	-	2*10^{-6}	-	-60…+75	∅7,5 х 8 [4]	2-182
ФД-141К PIN	R7, 37 мм^2 (4 эл.)	-	0,4…1,1	-	120	7	(0,2 А/Вт при λ=1,1 мкм)	-	1,5*10^{-5}	5	-60…+75	∅31 х 7,2 [20]	2-181
ФД-К-142 PIN	∅13,7 (4 эл.) зазор 0,3 мм	-	0,3…1,1	0,9	120	1,15	10	-	8*10^{-8}	5	-60…+85	∅30,6 х 7 [21]	2-183
ФДК-142-01 PIN	∅13,7 (4 эл.) зазор 0,3 мм	-	0,4…1,1	0,9	120	10	3	-	8*10^{-8}	5	-60…+85	∅30,6 х 7 [21]	2-183
ФДК-146А,Б PIN	R7, 37 мм^2 (4 эл.)	-	0,4…1,1	-	120	7 (120В)	(0,2 А/Вт при λ=1,1 мкм)	-	1,5*10^{-5}	-	-60…+55	∅31 х 7,2 [20]	2-181
ФДК-148А, (Б)	0,9 х 3 (11 эл.) зазор 0,3 мм	-	0,4…1,1	0,8	0 или 5	0,1	6	-	2,5*10^{-6}		-60…+85	34,7 х 19 х 2,2 [2] б/к	2-184

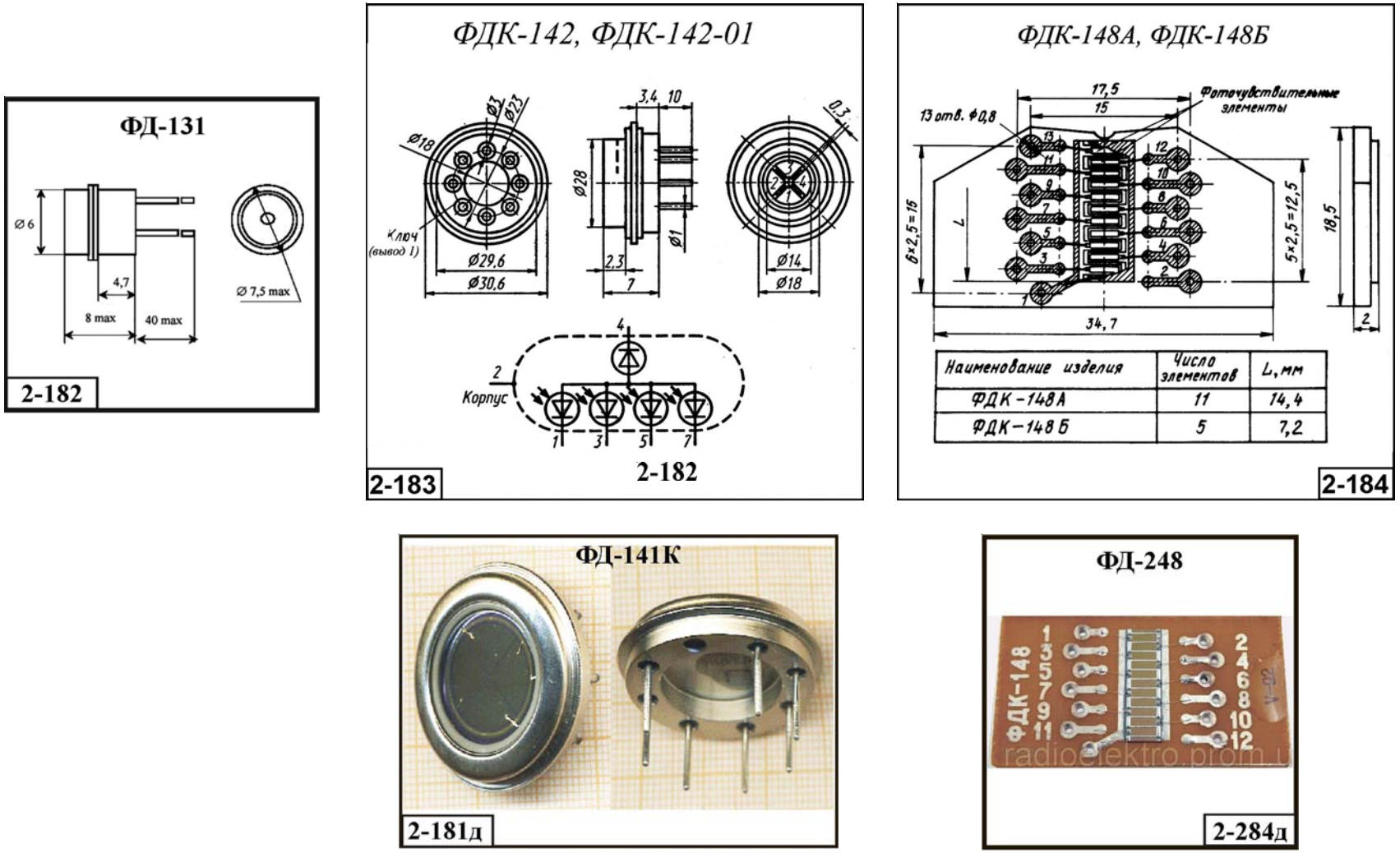


Рис.2.3.9. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.10. Кремниевые фотодиоды ФД-149, ФД-149К, ФД-150, ФД-150М, ФДК-155, ФДК-157, ФД-225А, Б, ФД-К-227, ФД-245А, ФД-245Б [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,88 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.10. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.10.

Таблица 2.3.10. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-149 ФД-149К	0,9 х 3 (5 эл.) зазор 0,3 мм	-	0,4…1,1	0,8	0 или 5	0,1	6	-	2,5*10^{-6}	-	-60…+85	34,7 х 12,5 х 2,2 [1,4] б/к	2-185
ФД-150	0,9 х 3	-	0,4…1,1	0,8	0 или 5	0,1	6	-	2,5*10^{-6}	-	-60…+85	25 х 8,5 х 1,7 [0,9] б/к	2-186
ФД-150М	0,9 х 3 (3 эл.) зазор 0,3 мм	-	0,4…1,1	0,8	0 или 5	0,1	6	-	2,5*10^{-6}	-	-60…+85	25 х 8,5 х 1,7 [1,2] б/к	2-187
ФД-К-155 ФД-К-155	∅5	-	0,4…1,1	0,75…0,85	10	10	3,5	-	1*10^{-5}		-50…+50	∅11 х 5 [2]	2-188
ФДК-157 PIN	2 эл. по 0,2 мм^2 и 4 эл. по 0,04 мм^2	-	0,4…1,1	0,78…0,88	10	0,001	(0,31 А/Вт при λ=0,63 мкм) (0,35 А/Вт при λ=0,78 мкм)	Uш= 1,6 * 10^{-3} нА* Гц$^{-1/2}$	-	-	-40…+60	∅9,5 х 4,2 [5]	2-189
ФД-225А, Б	3,14 мм^2	-	0,4…1,1	-	-	-	-	-	2,7*10^{-6}	-	-50…+50	∅14 х 8,8	2-190
ФД-К-227	∅1,17*	40	0,4…1,1	0,78…0,88	10	0,1	3 (0,15 А/Вт при λ=0,63 мкм)	5*10^{-10}	5*10^{-9}	-	-60…+80	∅3,9 х 18,5 [2]	2-192
ФД-245А	0,65 мм^2	-	0,6…0,8	0,74	5	0,04	(0,5 А/Вт при 0,66 мкм) [$I_ф$>1 мкА при Е=1мВт/см^2]	-	2*10^{-8}	-	-50…+50	∅6 х 9 [1]	2-191
ФД-245Б	0,13 мм^2	-	0,6…0,8	0,74	5	0,04		-	2*10^{-8}	-	-50…+50	∅6 х 9 [1]	2-191

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

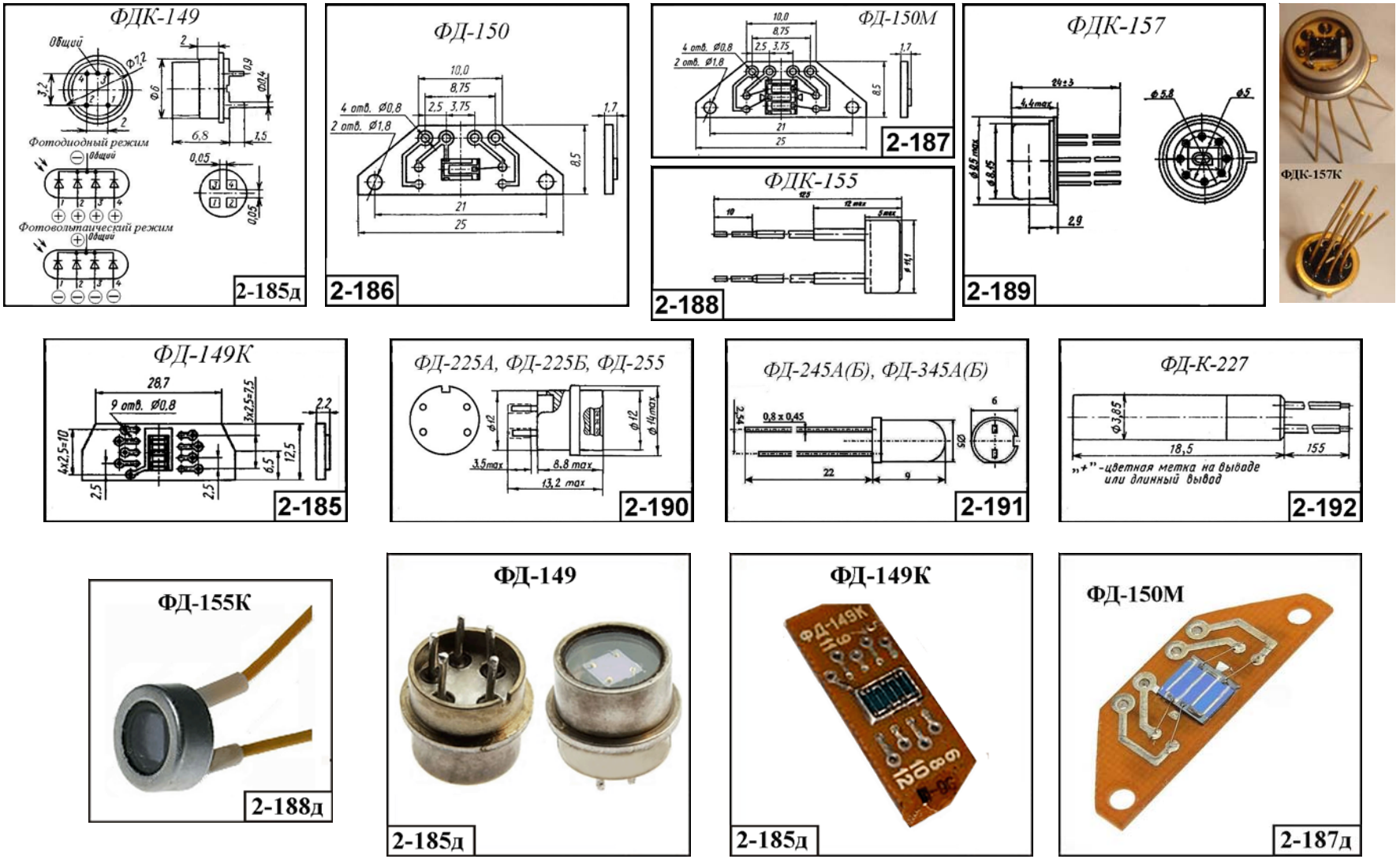


Рис. 2.3.10. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.11. Кремниевые фотодиоды ФД-253, ФД-254, ФД-255, ФД-256, ФД-263, ФД-263-01, ФД-265А, ФД-265Б, ФД-265-01А, ФД-265-01Б, ФД-265-02А, ФД-265-02А черн., ФД-269, ФД-271, ФД-286 [$\Delta\lambda$=0,4...1,2; $\lambda_{макс}$=0,75...0,9 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.11. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.11.

Таблица 2.3.11. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sинт, мА/лм, (мкА/лк), не менее	Фп1, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	Кфс, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-253 PIN	0,1х0,15 (100 эл)	-	0,47…1,12	-	30	0,005	(0,12-0,15А/Вт при λ=1,06 мкм)	-	-	-	-50…+50	∅72 х 13,5	2-193
ФД-254 PIN	50,24 мм^2	-	0,4…1,1	0,9	27	0,1	0,45 А/Вт при λ=0,9 мкм)	-	-	-	-50…+50	∅23,2 х 8	2-194
ФД-255 PIN	3,15 мм^2	-	0,4…1,1	0,8…0,9	250	0,1	(0,4 А/Вт при λ=0,9 мкм)	-	-	-	-50…+50	∅14 х 8,8	2-195
ФД-256	∅1,37*	-	0,4…1,1	0,75…0,9	10	0,005	6 (0,6 А/Вт при λ=0,9 мкм)	1*10^{-11}	2*10^{-9}	-	-60…+85	∅4 х 12,5 [1]	2-196
ФД-263	9 мм^2	-	0,4…1,1	0,8…0,9	0,2	0,005	5 (0,5 А/Вт при λ=0,9 мкм)	-	2*10^{-8}	-	-50…+50	∅9,5 х 3,5 ∅9,5 х 6 [2]	2-197
ФД-263-01	9 мм^2	-	0,4…1,1		12	0,1	4	-	2*10^{-8}	-	-50…+60	∅11 х 6,6 [2]	2-198
ФД-265А	∅1,37*	36	0,4…1,1	0,75…0,9	4	0,1	(7,5*10^{-3})	-	5*10^{-6}	-	-60…+85	∅4 х 8 [1]	2-198
ФД-265Б	∅1,37*	36	0,4…1,1	0,75…0,9	0	1	(6*10^{-3})	-	5*10^{-6}	-	-60…+85	∅4 х 8 [1]	2-199
ФД-265-01А	1,4 х 1,4	36	0,4…1,2	0,75…0,9	5	0,005	(2*10^{-2})	-	5*10^{-8}	-	-60…+85	∅4 х 9,5 [1]	2-200
ФД-265-01Б	1,4 х 1,4	36	0,4…1,2	0,75…0,9	0	1	(2*10^{-2})	-	5*10^{-8}	-	-60…+85	∅4 х 9,5 [1]	2-200
ФД-265-02А	1,4 х 1,4	36	0,4…1,2	0,75…0,9	5	0,005	(4*10^{-2})	-	5*10^{-8}	-	-60…+85	∅4 х 8 [1]	2-200
ФД-265-02А черн.	1,4 х 1,4	36	0,4…1,2	0,75…0,9	5	0,03	(3,5*10^{-2})	-	5*10^{-8}	-	-60…+85	∅4 х 8 [1]	2-200
ФД-269	16,9 мм^2	-	0,4…1,1	0,75…0,9	12	5	5	-		-	-45…+45	∅7,5 х 8,5 [1]	2-201
ФД-271	1 мм^2	-	0,4…1,1	0,8…0,9	5	0,05	(0,4А/Вт при λ=0,85 мкм)	-	1,5*10^{-7}		-50…+50	∅5,8 х 4,3 [1]	2-201А
ФД-286 PIN	∅0,3	-	0,4…1,1	0,75…0,9	27	0,003		-	2*10^{-9}	-	+10…+50	2,6х1,6х1,15 [0,3] б/к	2-202

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

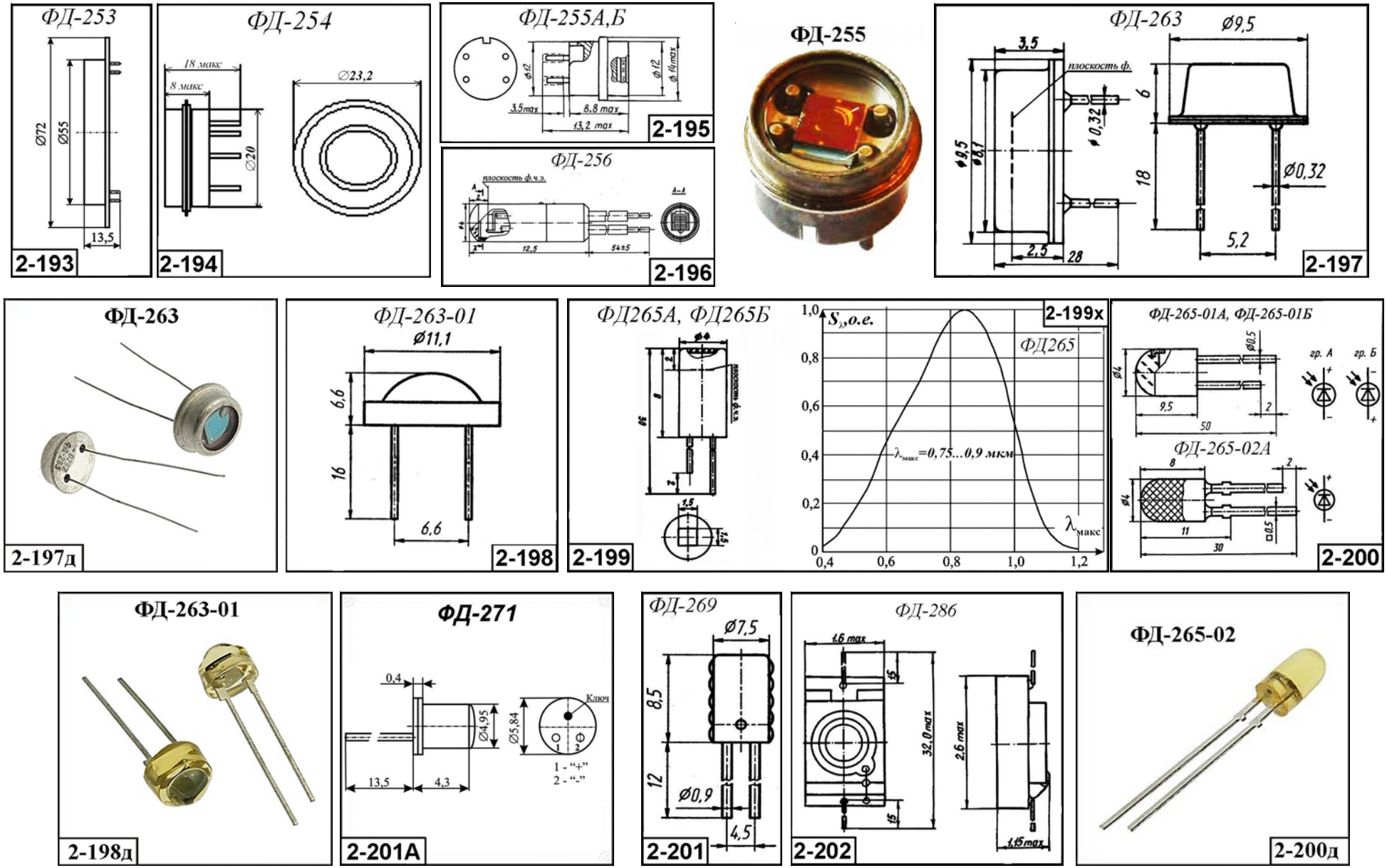


Рис.2.3.11. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.12. Кремниевые фотодиоды ФД-288А, ФД-288Б, ФД-288В, ФД-288А-1, ФД-291, ФД-292, ФД-292А, ФД-293 [$\Delta\lambda$=0,3...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,81 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.12. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.12.

Таблица 2.3.12. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$А_{ФЧЭ}$, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-288А	100 мм^2	-	0,3…1,1	0,81	1	0,15	(0,04А/Вт при λ=0,3 мкм, 0,24А/Вт при λ=0,55 мкм)	-	1*10^{-5}	-	-60…+70	∅23 х 7,4 [15]	2-203
ФД-288Б	100 мм^2	-	0,3…1,1	0,81	1	0,15		-	1*10^{-5}	-	-60…+70		
ФД-288В	100 мм^2	-	0,3…1,1	0,81	1	0,05	(0,06А/Вт при λ=0,3 мкм, 0,27А/Вт при λ=0,55 мкм)	-	1*10^{-5}	-	-60…+70	∅23 х 7,4 [15]	2-203
ФД-288А-1	100 мм^2	-	0,4…1,05	0,81	1	0,15 (10В)	(0,24А/Вт при λ=0,55 мкм)	-	1*10^{-5}	-	+10…+50	∅32 х 2 б/к	2-204
ФД-291	6,09 мм^2	-	0,4…1,1	0,8	1	0,01	5 (0,5А/Вт при λ=0,85 мкм)	-	7*10^{-7}	-	-40…+50	4,9 х 2,9 х 2 [0,5]	2-205
ФД-292	0,94 х 2,29	-	0,4…1,1	0,8	0,01	0,003	0,01 (0,5А/Вт при λ=0,85 мкм)	-	6*10^{-7}	-	-40…+50	2,6 х 1,25 х 0,6 [0,01] б/к	2-206
ФД-292А	0,94 х 2,29	-	0,4…1,1	0,8	0,01	0,003	0,011 (0,5А/Вт при λ=0,85 мкм)	-	6*10^{-7}	-	-40…+50	2,6 х 1,25 х 0,6 [0,01] б/к	2-206
ФД-293	3,14 мм2	-	0,4…1,1	0,8	0,01	0,5 (при 50^{o}С)	(0,3А/Вт при λ=0,9 мкм)	-	3*10^{-6}	-	-40…+50	∅8 х 12,3 [5]	2-207

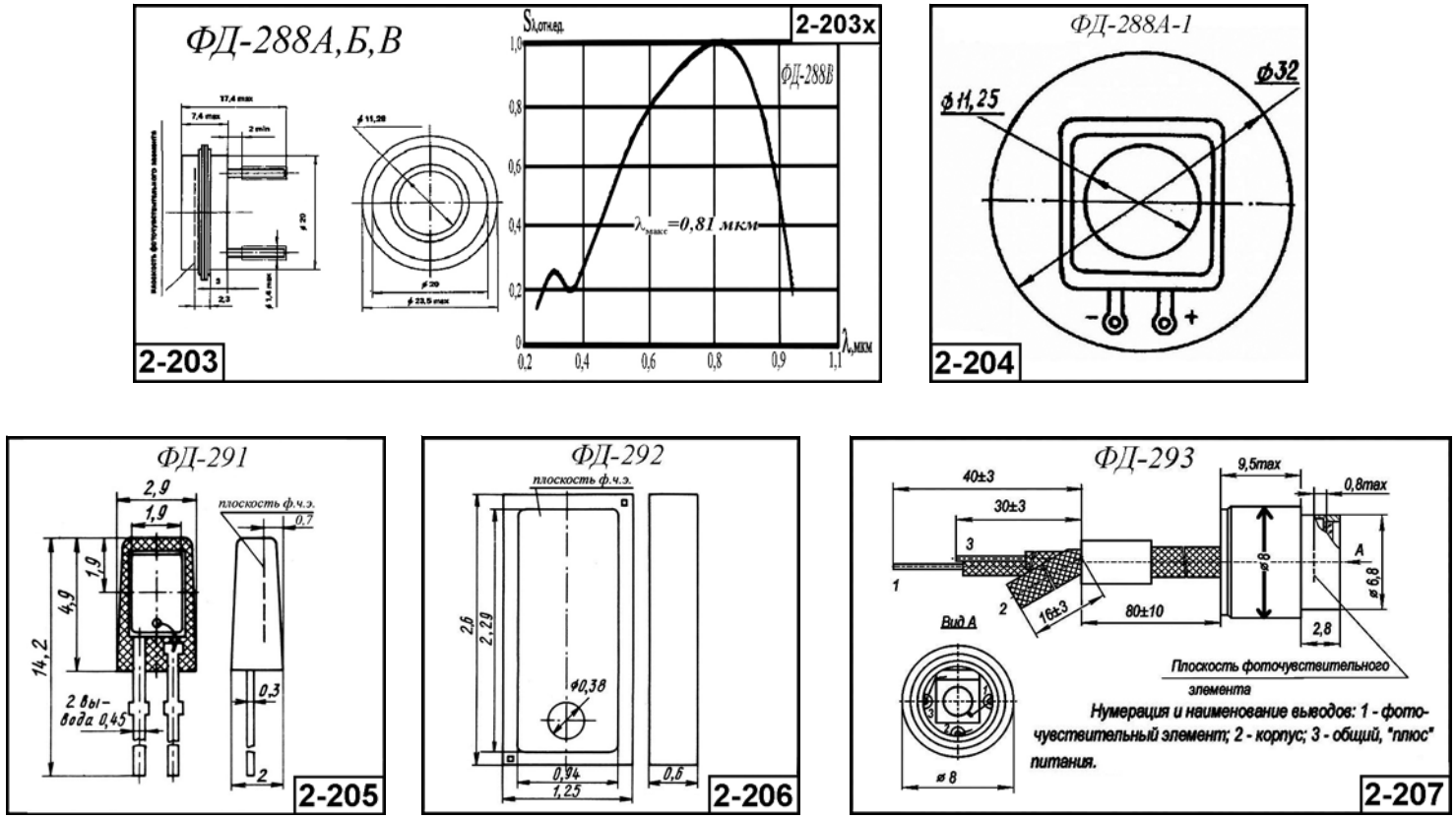


Рис.2.3.12. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.13. Кремниевые фотодиоды ФД-295, ФД-296М, ФД-297М, ФД-299М, ФД-301, ФД-302, ФД-303, ФД-304М, ФД-304М гр.А, ФД-305М [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.13. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.13.

Таблица 2.3.13. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{фчэ}$, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-295	100 мм^2	-	0,4…1,1	0,8	0,5 - 8	0,2	(0,35А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	1*10^{-6}	-	-60…+60	23 х 6 х 2,6 [1]	2-208
ФД-296М PIN	1,55 х 1,55 (2 эл.)	-	0,4…1,1	0,85	3	0,05 (3В)	4,8 (0,3 А/Вт при λ=0,85 мкм)	-	3*10^{-6}	-	-40…+50	∅7,2 х 3,7	2-209
ФД-297М PIN	1,55 х 2 (2 эл.)	-	0,4…1,0	0,8	3	0,05 (3В)	4,8 (0,31 А/Вт при λ=0,85 мкм)	-	3*10^{-6}	-	-40…+50	∅12,3 х 3,3	2-210
ФД-299М	2 х 4 (4 эл.)	-	0,4…1	0,8	0	-	3,6	-	-	-	25±5	5 х 5,4 х 0,9 б/к	2-211
ФД-301	1,9 х 0,7 (2 эл)	-	0,4…1,1	0,9	10±1	0,05 нА	0,5 А/Вт при λ=0,9 мкм	-	1*10^{-5}	-	-60…+60	10,8 х 1,1 х 2 [0,15] б/к	2-212
ФД-302	2,5 х 4 (2 эл)	-	0,4…1,1	0,9	10±1	0,12 нА	0,5 А/Вт при λ=0,9 мкм	-	1*10^{-5}	-	-60…+60	9,4 х 6,1 х 2 [0,15] б/к	2-213
ФД-303	8 мм^2	-	0,4…1,1	0,8	10	0,005	(4*10^{-1})	-	1*10^{-8}	-	-60…+75	∅4 х 7 [1]	2-214
ФД-304М	0,7 х 5 (34 эл.)	-	0,4…1,1	0,8	1	0,002… 1,0	(0,1А/Вт при λ=0,4 мкм)	-	2,5*10^{-6}	-	+1…+60	38,5 х 24,5 х 4,5 [10] б/к	2-215
ФД-304М гр.А	0,7 х 5 (34 эл.)	-	0,4…1,1	0,8	1	0,002… 1,0	(0,25А/Вт при λ=0,55 мкм)	-	2,5*10^{-6}	-	+1…+60	38,5 х 24,5 х 4,5 [10] б/к	2-215
ФД-305М	0,19 х 20 (48 эл.) зазор 0,11	-	0,4…1,1	-	0	-	(0,4 А/Вт при λ=0,91 мкм)	$Ф_П$=2,4х10^{-13} Вт/Гц$^{1/2}$	-	5	-60…+70	∅42 х 7,7 [40]	2-216

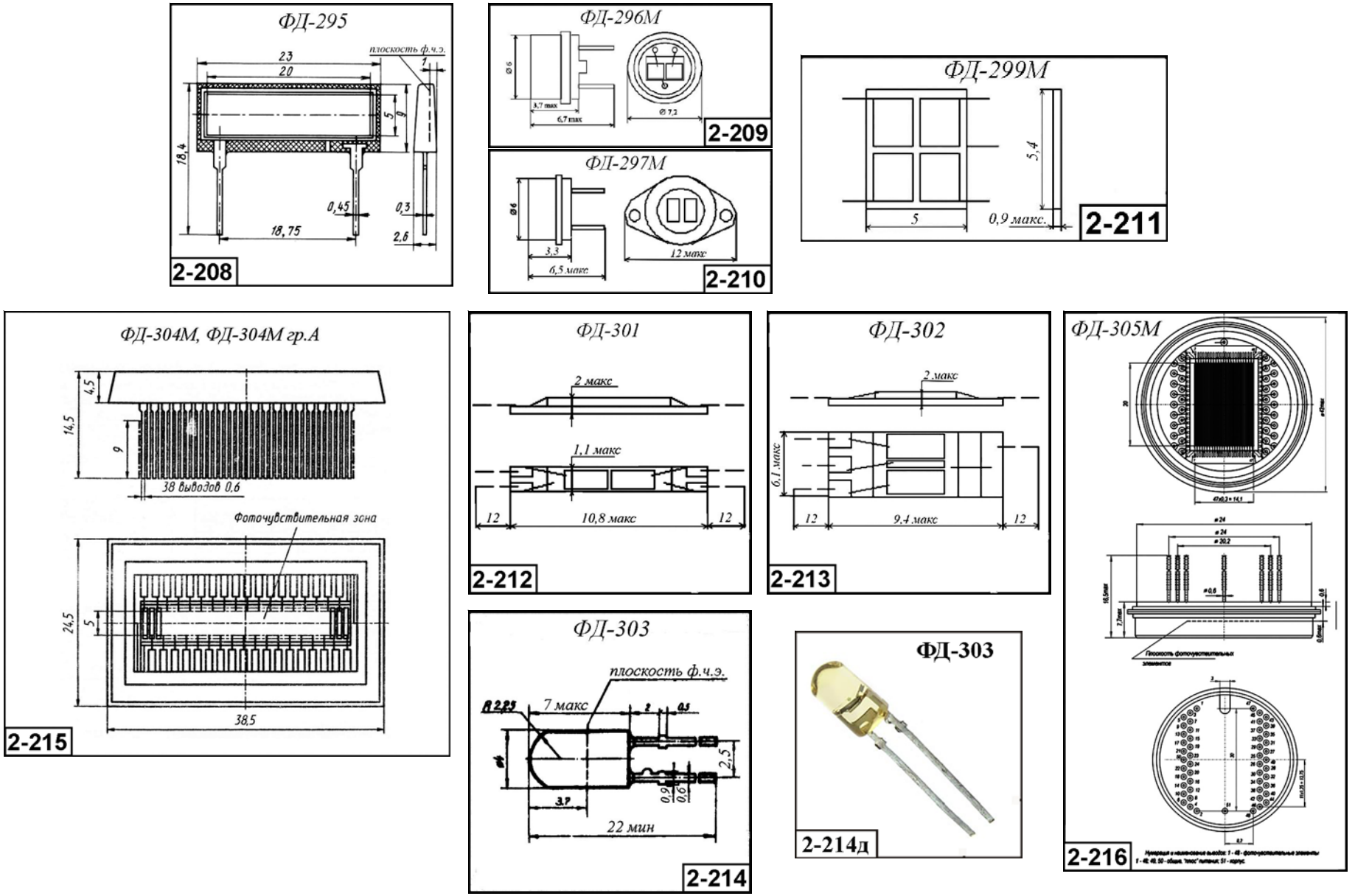


Рис.2.3.13. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.14. Кремниевые фотодиоды ФД-306М, ФД-307, ФД309, ФД310, ФД-313М, ФД-318М, ФД-319 [Δλ=0,34...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,95 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.14. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.14.

Таблица 2.3.14. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Афчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-306М	3,6 х 2,3 (1) и ∅0,8 (1)	-	0,34...0,75	0,55	2	0,001 и 0,0001	0,5	-	$1*10^{-6}$	-	-25…+55	6,2 х 5,8 х 2,2 [0,2]	2-217
ФД-307	∅7 38,4 мм^2	-	0,25…1,05	0,8	0,01	0,003	(0,06 при λ=0,3 мкм 0,27 А/Вт при λ=0,55 мкм)	-	-	-	+10…+50	16,5 х 8, 6 х 2 [1] б/к	2-218
ФД309 PIN	∅10,5 86,5 мм^2	-	0,4…0,7	0,95	27	3,5	(0,5А/Вт при λ=0,9 мкм)	-	0,05	-	-60…+70	∅23,2 х 8	2-219
ФД310	1,5 х 1,5 (2 эл.)	-	0,4…1,1	$\lambda_{раб}$ 0,75 мкм	0,01	0,15	(0,35А/Вт при λ=0,85 мкм)	-	$7,5*10^{-5}$	-	-60…+70	∅7,3 х 4,4	2-220
ФД-313М	1,5 х 1,5 (2 эл.) зазор 0,8	-	0,4…1,1	$\lambda_{раб}$ 0,75 мкм		$1x10^{-4}$	5	-	$7,5*10^{-5}$	-	+10…+50	7 х 3,8 х 1,2 б/к	2-221
ФД-318М	∅14 (4 эл.) зазор 0,02 мм	-	0,4…1,1	0,95	120	500	(0,3А/Вт при λ=0,9 мкм, 0,189А/Вт при λ=1,06 мкм, $t_и$ - 5 мкс)	-	-	-	-60…+60	∅31 х 7,2 [21]	2-222
ФД-319	16 мм^2	-	0,575...1,1	0,8...0,95	9±0,5	0,03	(0,22 мкА/лк) 0,45 А/Вт при λ=0,63	-	-	-	-50…+60	∅11,5 х 10 [1]	2-223

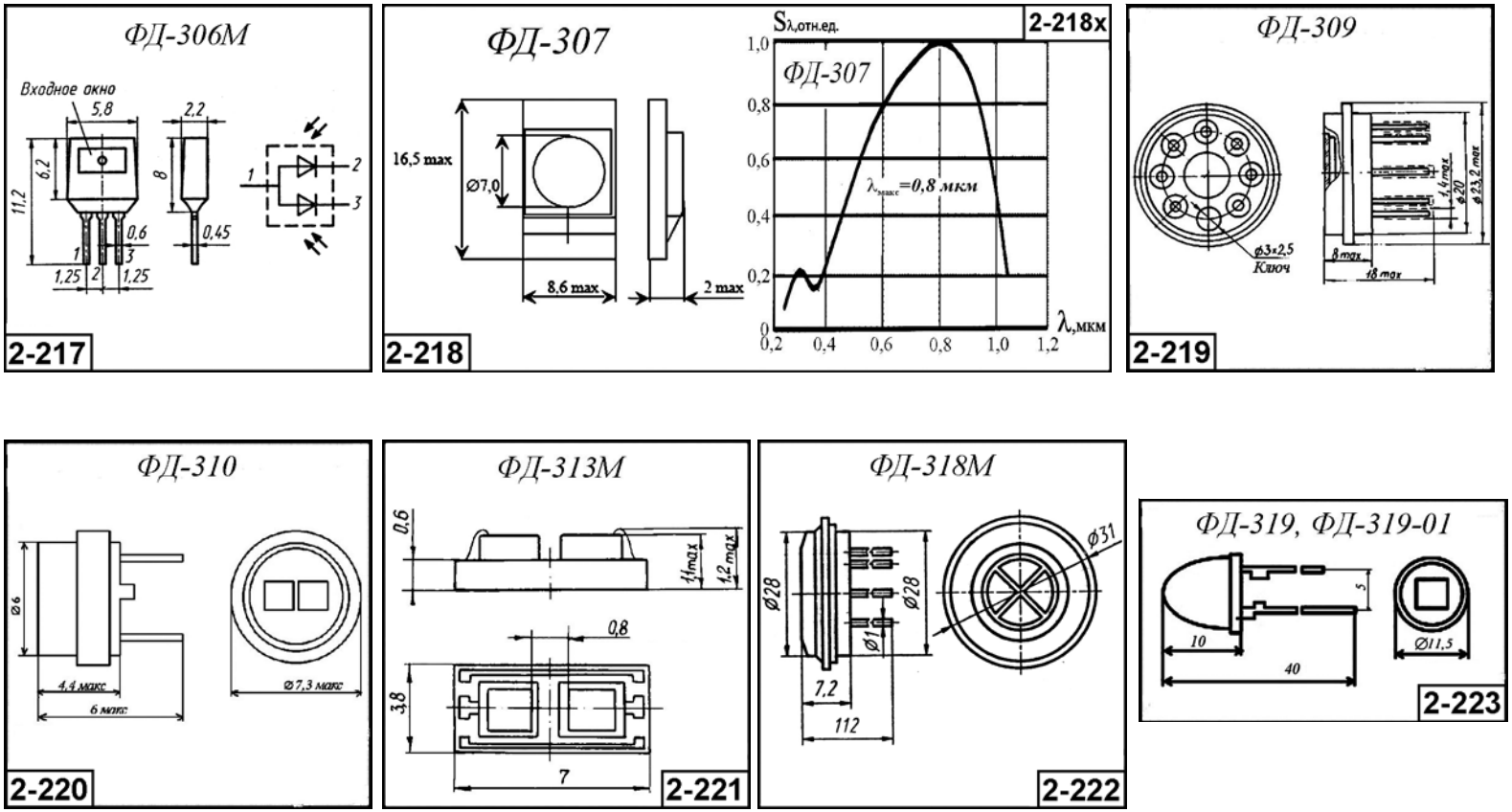


Рис.2.3.14. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.15. Кремниевые фотодиоды ФД-319-01, ФД-320, ФД-320-01, ФД-321М-01 гр.1, ФД-321М-01 гр.2 , ФД-321М-02 гр.А , ФД-321М-02 гр.Б, ФД-321М-03 [$\Delta\lambda$=0,38...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,95 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.15. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.15.

Таблица 2.3.15. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-319-01	16 мм^2	-	0,575...1,1	0,8...0,95	9±0,5	0,03	(0,13 мкА/лк) 0,45 А/Вт при λ=0,63	-		-	-50…+60	∅11,5 х 10 [1]	2-223
ФД-320	25 мм^2	-	0,4…1,1	-	12	0,05	($1,5*10^{-1}$) (0,4А/Вт при 0,95 мкм)	-	$1*10^{-6}$	-	-60…+85	11 х 11 х 9,5 [10]	2-224
ФД-320-01	25 мм^2	-	0,4…1,1	-	12	0,05	($3,5*10^{-1}$) (0,4А/Вт при 0,95 мкм)	-	$1*10^{-6}$	-	-60…+85	6,5 х 7 х 2,5 [8]	2-225
ФД-321М-01 гр.1	1,3х4 (16 эл.) зазор 0,3	-	0,38…1,1	$\lambda_Р$= 0,5…0,7 мкм	0	0,05нА (10 мВ)	(0,36А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	$3*10^{-5}$	-	-45…+55	26х 20 х 2,6 [10] б/к	2-226 2-227
ФД-321М-01 гр.2 PIN		-			10	0,01 (10В)		-		-			
ФД-321М-02 гр.А	0,4 х 4 (32 эл.) зазор 0,2	-	0,38…1,1	$\lambda_Р$= 0,5…0,7 мкм	0	0,02нА (10 мВ)	(0,36А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	$3*10^{-5}$	-	-45…+55	26х 25,6 х 3 [10] б/к	2-228
ФД-321М-02 гр.Б PIN		-			10	0,01 (10В)		-		-			
ФД-321М-03 PIN	0,6х0,4 (16 эл.) зазор 0,4	-	0,4…1,1	0,95	12	0,003 (12В)	(0,5А/Вт при λ=0,85 мкм)	-	$3*10^{-5}$	-	+10…+60	24,7 х 15,3 х 3 [10] б/к	2-229

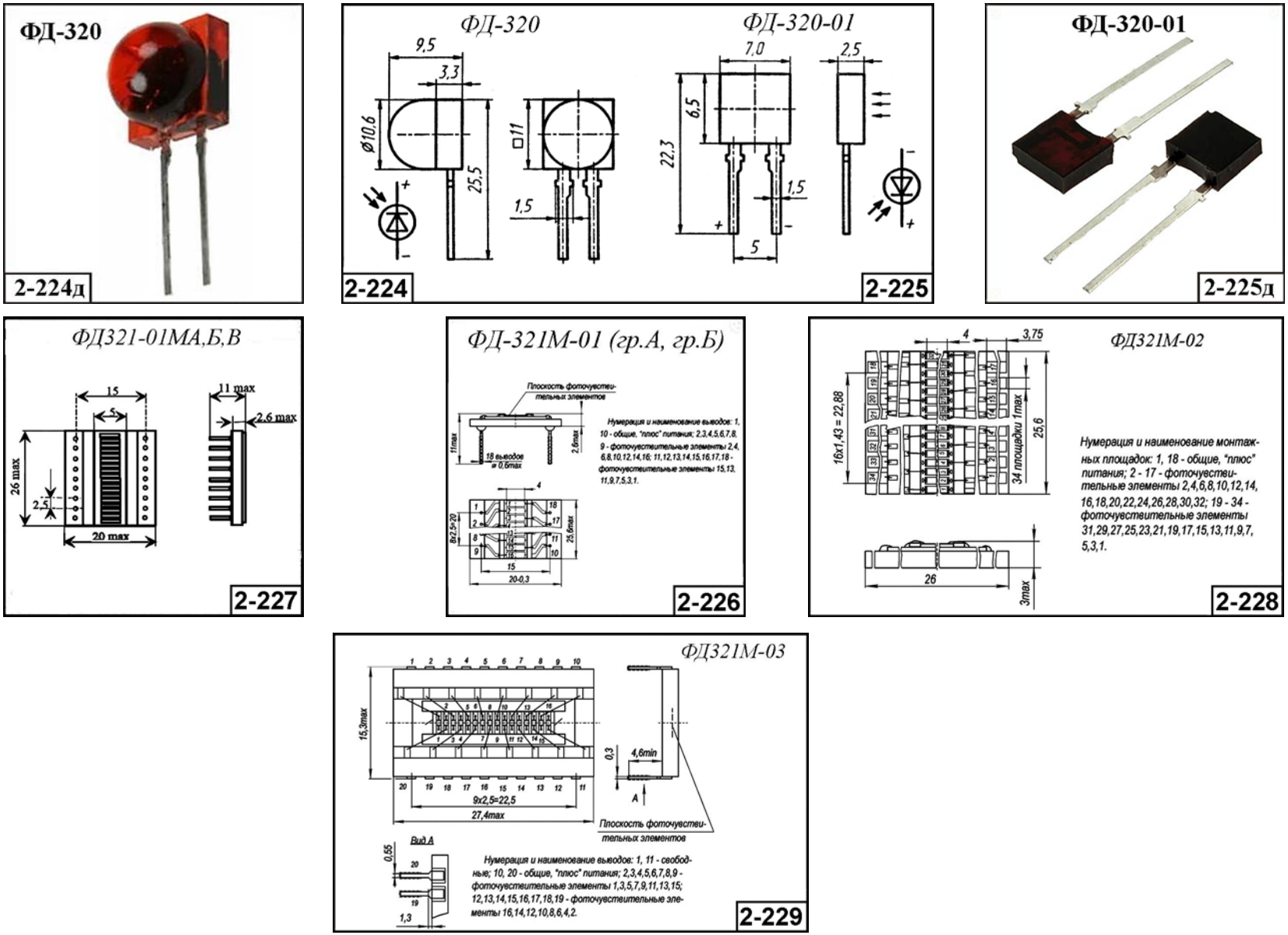


Рис.2.3.15. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.16. Кремниевые фотодиоды ФД-321М-04 Гр.1, ФД-321М-04 Гр.2 , ФД-324, ФД-325М , ФД-325М-01, ФД-325М-02, ФД-327 Гр. 1, ФД-327 Гр. 2 [$\Delta\lambda$=0,38...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,95 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.16. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.16.

Таблица 2.3.16. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-321М-04 Гр.1	1,3х2 (16 эл.) зазор 0,3	-	0,38…1,1	$\lambda_Р$= 0,5…0,7 мкм	0	0,01 нА (10 мВ)	(0,36А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	3*10^{-5}	-	-45…+55	26х20 х2,6 [10] б/к	2-230
ФД-321М-04 Гр.2 PIN		-			10	0,005 (10В)		-		-			2-230
ФД-324	∅0,5	-	0,4…1,1	0,8...0,95	5	0,005	(0,4 А/Вт)	-	1*10^{-8}	-	-60…+85	1,5х1,5х0,22 [0,5] б/к	2-231
ФД-325М PIN	0,04 мм^2 (2 эл.) и 0,08 мм^2 (6-эл.)	-	0,4…1,1	0,8...0,95	0,01	-	(0,78 А\Вт при λ=0,85 мкм)	-	1*10^{-5} и 4*10^{-6}	-	-60…+60	-	-
ФД-325М-01 PIN	0,08 мм^2 (6 эл)	-	0,4…1,1	0,8...0,95	0,01	-	(0,78 А\Вт при λ=0,85 мкм)	-	1*10^{-5} и 4*10^{-6}	-	-60…+60	-	-
ФД-325М-02 PIN	0,02 мм^2 0,18 мм^2 (6 эл.)	-	0,4…1,1	0,8...0,95	0,01	-	(0,78 А\Вт при λ=0,85 мкм)	-	5*10^{-6} и 2*10^{-6}	-	-60…+60	-	-
ФД326М	8,05мм^2		0,38...0,7	?	2	0,001 (2В)	(0,35 А\Вт при λ=0,85 мкм)	-	-	-	-	-	-
ФД326М	ø 0,8 3,5х2,3 (2)		0,38…1,1	0,8...0,95	2	0,1 1,0	0,5 мА/лм	-	-	-	-	-	-

Окончание таблицы 2.3.16. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{фчэ}$, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$λ_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, % , не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-327 Гр. 1 PIN	2,4 х 20	-	0,38…1,1	0,8...0,95	0	0,1нА (10 мВ)	(0,36 А\Вт при λ=0,63 мкм)	-	-	-	-45…+55	40 х 3,2 х 3,4 б/к	2-232
ФД-327 Гр. 2 PIN		-			10	0,025 (10В)		-	-	-			

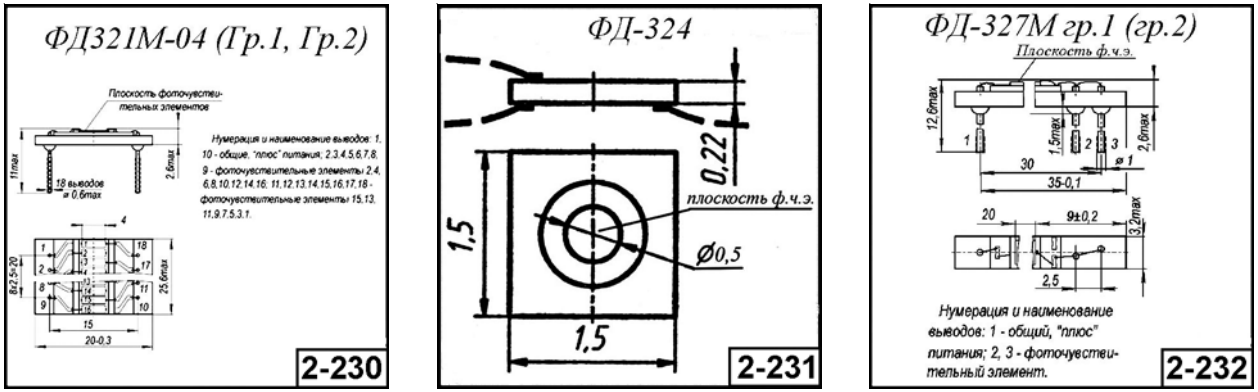


Рис.2.3.16. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.17. Кремниевые фотодиоды ФД-328, ФД-330М, ФД-331, ФД-332, ФД-337А, ФД-337Б, ФД-337В, ФД-337 Гр.2 , ФД-342 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,95 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.17. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.17.

Таблица 2.3.17. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$А_{ФЧЭ}$, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	$Ф_{П1}$, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-328	19,6 мм^2	-	0,4…1,1	0,9±0,03	12	0,1	0,12 мкА/лк (0,45А/Вт при λ=0,9 мкм)	-	-	-	-50…+60	∅11х5 [1]	2-233
ФД-330М PIN	0,17 мм^2 (8 эл.)	-	0,7…1,1	0,85	15	0,05	(0,4А/Вт при λ=0,78 мкм)	-	1*10^{-6}	-	-60…+60	б/к	-
ФД-331	3 х 3 9 мм^2	-	0,7…1,1	0,85	3,5±0,5; 13,5± 0,5	0,03	(0,65А/Вт при λ=0,85 мкм)	-	3,5*10^{-5}	-	-50…+65	∅10 х 9 [2]	2-234
ФД-332	9,61 мм^2	-	0,4…1,1	0,9±0,5	0,2	0,005	0,12 мкА/лк	-	-	-	-50…+65	∅9,5 х 5 [2]	2-236
ФД-337 А	10 х 10	-	0,4…1,1	0,8	10 или 10 мВ	0,01	(0,3А/Вт при λ=0,8 мкм)	-	1*10^{-6}	-	-25…+55	12,4 х 15,2 х 1,2 [0,5] б/к	2-235
ФД-337Б	10 х 10	-	0,4…1,1	0,8	10 или 10 мВ	0,1	(0,3А/Вт при λ=0,8 мкм)	-	1*10^{-6}	-	-25…+55	12,4 х 15,2 х 1,2 [0,5] б/к	2-235
ФД-337В	10 х 10	-	0,4…1,1	0,8	10 или 10 мВ	0,15	(0,3А/Вт при λ=0,8 мкм)	-	1*10^{-6}		-25…+55	12,4 х 15,2 х 1,2 [0,5] б/к	2-235
ФД-337 Гр.2 PIN	10 х 10	-	0,4…1,1	0,8	10	0,15	(0,3А/Вт при λ=0,8 мкм)	-	1*10^{-6}		-25…+55	12,4 х 15,2 х 1,2 [0,5] б/к	2-235
ФД-342	∅14	90	0,4…1,1	0,8...0,95	75±5	7	(0,2А/Вт при λ=1,06 мкм)	-	5 МГц		-60…+85	∅31 х 7,2	2-237

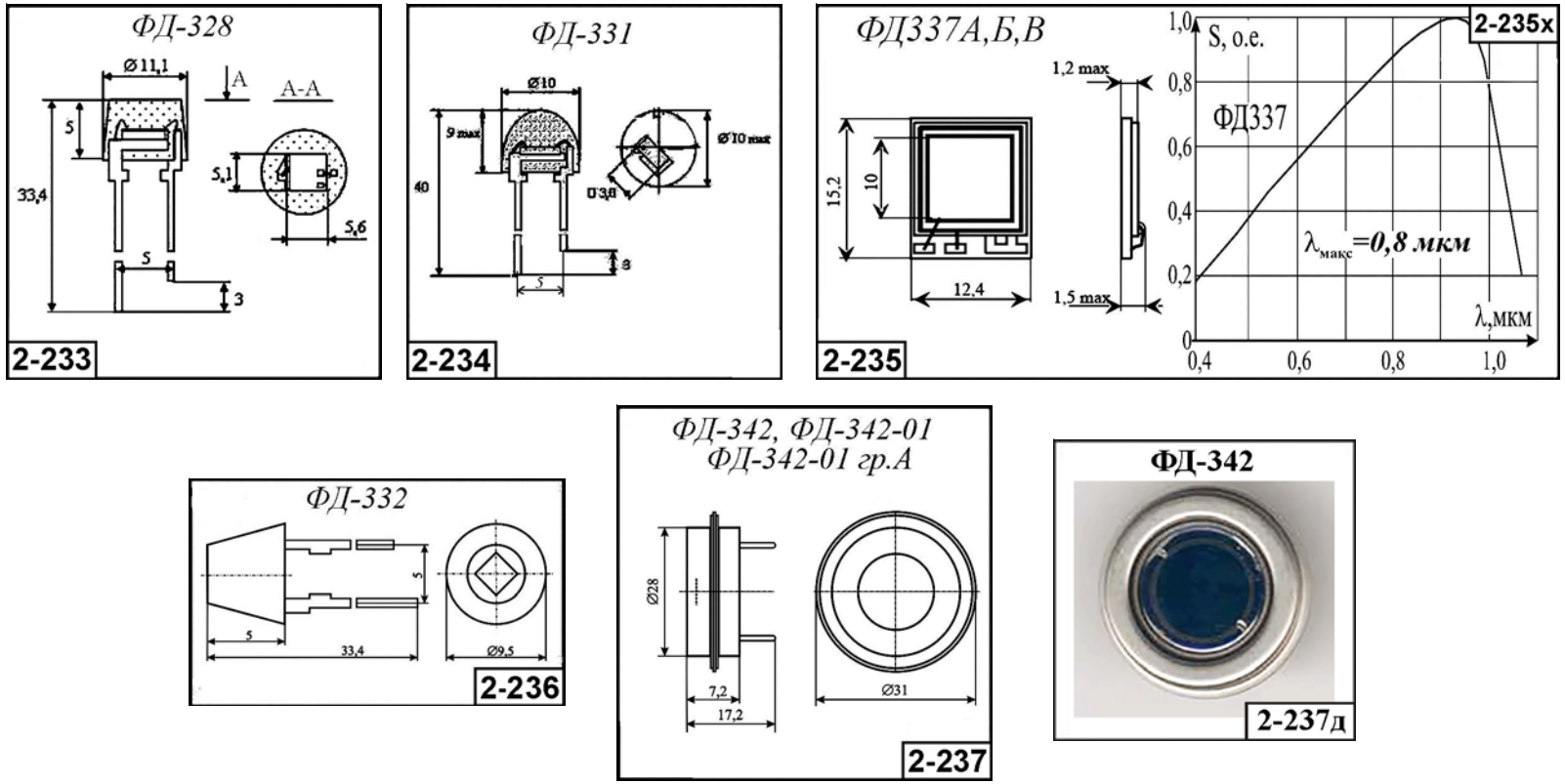


Рис.2.3.17. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.18. Кремниевые фотодиоды ФД-342-01, ФД-342-01(гр.А), ФД-344М, ФД 344, ФД 344-01, ФД 344-02, ФД-345А, ФД-345Б, ФД-371М [$\Delta\lambda$=0,4...1,2; $\lambda_{макс}$=0,66...0,95 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.18. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.18.

Таблица 2.3.18. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sинт, мА/лм, (мкА/лк), не менее	Фп1, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	Кфс, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-342-01	∅13,4	90	0,4…1,1	0,8...0,95	75±5	7	(0,2А/Вт при 1,06 мкм)	-	5 МГц		-60…+85	∅31 х 7,2	2-237
ФД-342-01(гр.А)	∅13,4	90	0,4…1,1	0,8...0,95	75±5	7	(0,2А/Вт при λ=1,06 мкм)	-	5 МГц	-	-60…+85	∅31 х 7,2	2-237
ФД-344М PIN	∅18 (4 эл.)	-	0,4…1,2	0,95 (1,06 раб)	200	2,5	(0,3А/Вт при λ=1,06 мкм, $t_и$ - 20 нс)	$U_ш$ - 50 мкВ	5*10^{-8}	-	-60…+85	∅30,6 х 7 [30]	2-239
ФД 344 PIN	∅14 (4 эл.)	-	0,4…1,2	0,95 (1,06 раб)	200	4,5	(0,3 А/Вт при λ= 1,06 мкм)	-	-	-	-60…+85	∅30,6 х 7 [30]	2-238
ФД 344-01	∅14	-	0,4…1,2	0,95 (1,06 раб)	20	7	(0,35 А/Вт при λ= 0,9 мкм)	-	-	-	-60…+85	∅30,6 х 7 [30]	2-238
ФД 344-02	∅14	-	0,4…1,2	0,95 (1,06 раб)	20	7	(0,45 А/Вт при λ= 0,9 мкм)	-	-	-	-60…+85	∅30,6 х 7 [30]	2-238
ФД-345А	0,65 мм^2	-	0,62…0,7 (уровень 0,5)	0,66	10	0,2	(0,42 А/Вт при λ=0,66 мкм)	-	2*10^{-8}	-	-60…+85	∅6 х 9 [1]	2-240
ФД-345Б	0,13 мм^2	-	0,62…0,7 (уровень 0,5)	0,66	10	0,2	(0,42 А/Вт при λ=0,66 мкм)	-	2*10^{-8}	-	-60…+85	∅6 х 9 [1]	2-240
ФД-371М	0,11х4,17х 0,37 (96 эл)	-	0,4…1,2	0,8...0,95	150	0,3	(0,3 А/Вт при λ= 0,9 мкм, ти = 20 - 100 нс)	-	-	-	-50…+50	-	2-240д

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

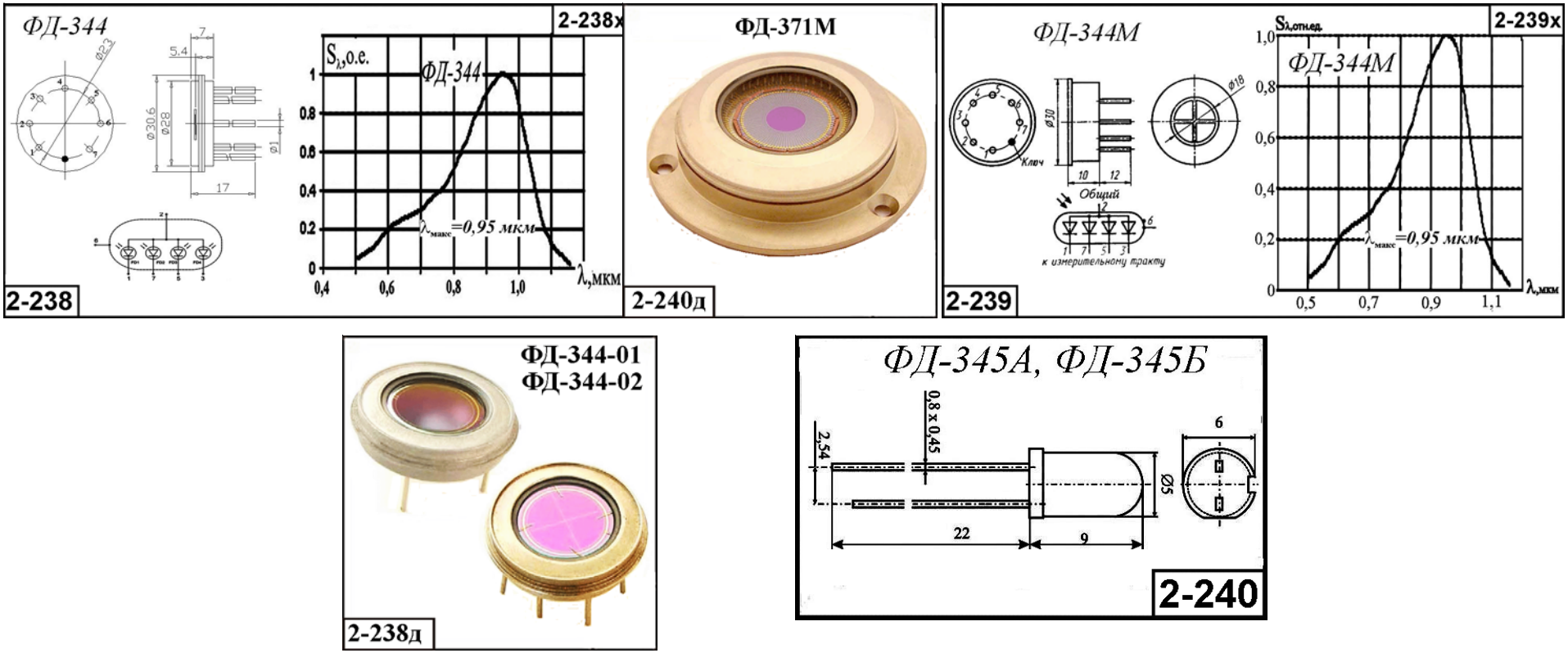


Рис.2.3.18. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.19. Кремниевые фотодиоды ФД-349М, ФД-439, ФДК-КИ-2, ФДК-М [$\Delta\lambda$=0,4...1,2; $\lambda_{макс}$=0,8...0,95 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.19. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.19.

Таблица 2.3.19. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sинт, мА/лм, (мкА/лк), не менее	Фп1, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	Кфс, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД-349М PIN	∅6 (4 эл.)	-	0,4…1,2	0,95	180	0,5	(0,25 А/Вт при λ= 1,06 мкм)	-	-	-	-60…+85	12,4x12,4x1 [1] б/к	2-241
ФД-439	1,35 x 2	-	0,4…1,1	0,8...0,92	3	0,01	7 (0,25 А/Вт при λ=0,92 мкм)	-	-	-	-60…+85	б/к	-
ФДК-КИ-2	1 x 0,08 (2эл.) зазор 0,02	-	0,6…0,9	-	5	2	(0,4А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	-	-	-40…+55	∅9,1 x 6,5 [1,5]	2-242
ФДК-М	∅1,5	-	0,6…0,9	-	5	3	(0,4А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	-	-	-40…+55	∅9,1 x 6,5 [1,5]	2-242

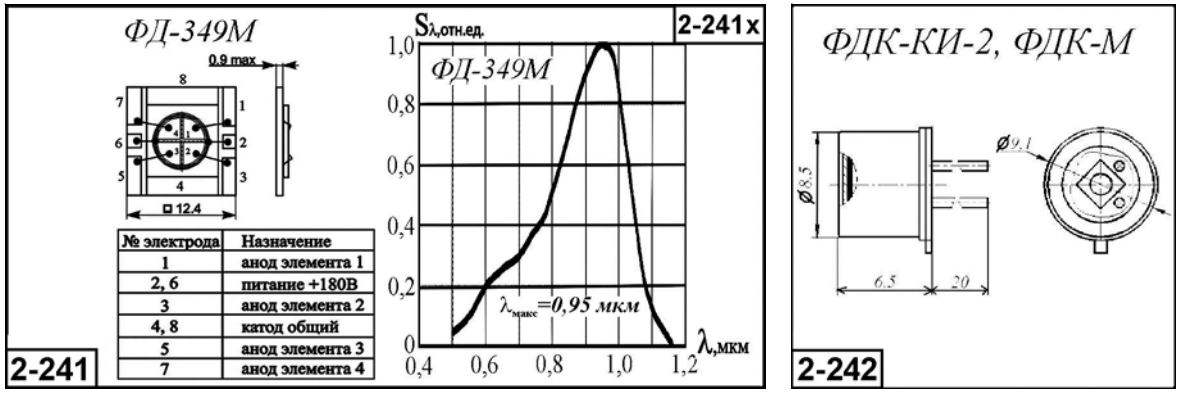


Рис.2.3.19. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.20. Кремниевые фотодиоды ФДУК 2, ФДУК 4, ФДУК 11, ФДУК 11-1, ФДУК 11С, ФДУК 12С, ФДУК 12СТ, ФДУК 200 [$\Delta\lambda$=0,27...1,1; $\lambda_{макс}$=0,83...0,96 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.20. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.20.

Таблица 2.3.20. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$А_{ФЧЭ}$, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{инт}$, мА/лм, (мкА/лк), не менее	τ, с, не более	$К_{фс}$, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФДУК 2	7 х 7	-	0,27…1,1	0,88	10	$2*10^{-7}$	(0,4 А/Вт при λ=0,88 мкм)	$1*10^{-6}$	-	20±10	∅16,5х4.3	2-243
ФДУК 4	10 х 10	-	0,27…1,1	0,9	10	$1*10^{-7}$	(0,3 А/Вт при λ=0,9 мкм)	$1*10^{-6}$	-	20±10	∅20х4.3	2-247
ФДУК 11	5 х 5	-	0,27…1,1	0,88	10	$5*10^{-8}$	(0,4 А/Вт при λ=0,88 мкм)	$1*10^{-6}$	-	20±10	∅12,5х4.3	2-244
ФДУК 11-1	5 х 5	-	0,32…1,1	0,88	10	$1,5*10^{-7}$	(0,4 А/Вт при λ=0,88 мкм)	$1*10^{-6}$	-	20±10	∅12,5х4.3	2-244
ФДУК 11С	5 х 5	-	0,27…1,1	0,9	10	$2*10^{-7}$	(0,45 А/Вт при λ=0,9 мкм)	$1*10^{-6}$	-	20±10	∅12,5х4.3	2-244
ФДУК 12С	Ø 3,5	-	0,27…1,1	0,9	10	$1*10^{-8}$ (U=10В)	(0,5 А/Вт при λ=0,9 мкм)	$1*10^{-6}$	-	20±10	∅9,1х6.3	2-245
ФДУК 12СТ	Ø 3,5	-	0,27…1,1	0,96	10	$1*10^{-8}$ (U=10В)	(0,6 А/Вт при λ=0,96 мкм)	$1*10^{-6}$	-	20±10	∅9,1х6.3	2-245
ФДУК 200	Ø20 (4 эл.)	-	0,27…1,1	0,9	10	$1*10^{-7}$	(0,3 А/Вт при λ=0,9 мкм)	$1*10^{-6}$	-	20±10	∅30х7.5	2-246

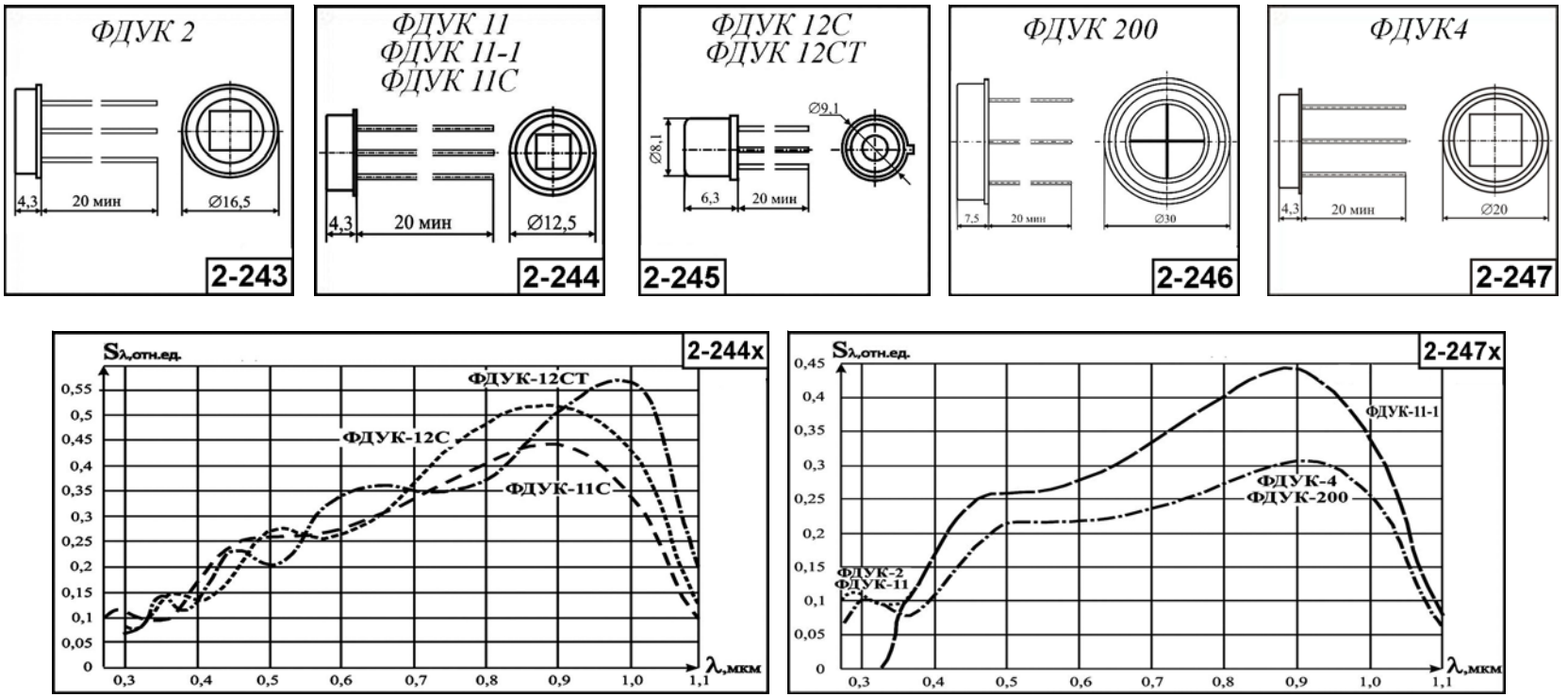


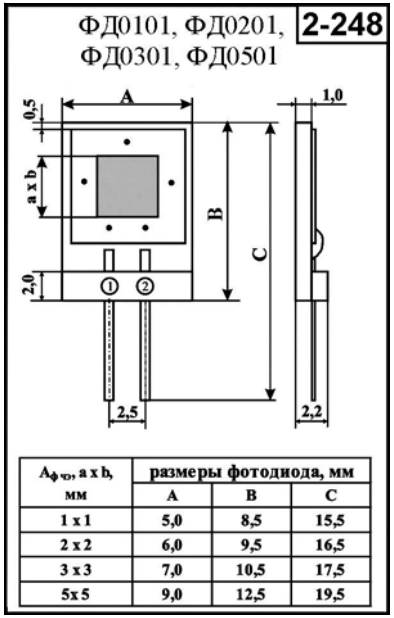
Рис.2.3.20. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.21. Кремниевые фотодиоды ФД0101, ФД0201, ФД0201К, ФД0251К, ФД0301, ФД0301К, ФД0501, ФД1001-01, ФД1001к-01, ФД1801к-01, ФД2501к-01, ФД1602, ФД1604, IWPH01-02 [$\Delta\lambda$=0,27...1,1; $\lambda_{макс}$=0,83...0,96 мкм]

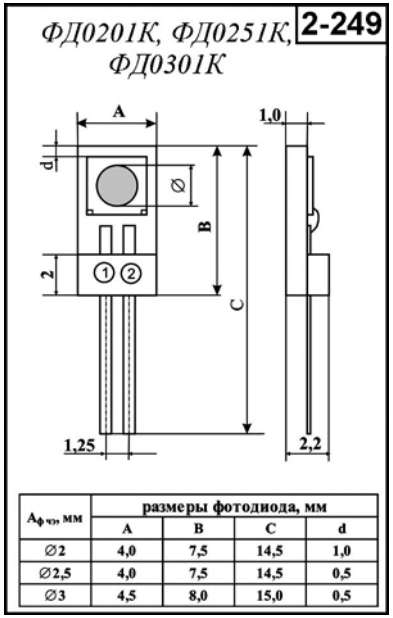
Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.21. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.21.

Таблица 2.3.21. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аф чэ, мм (кол-во элемен-тов)	2β, град. не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sинт, мА/лм, (мкА/лк), не менее	Фп1, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	Кф с, %, не более	ΔТ, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
ФД0101	1 х 1	-	0,32...1,1	0,96	0,01 - 100	0,08 нА	(0,6 А/Вт при λ=0,96)	-	1*10^{-7}	-	-50…+60	5 х 8,5 х 2,2 б/к	2-248
ФД0201	2 х 2	-	0,32...1,1	0,96	0,01 - 100	0,3 нА		-	1*10^{-7}	-	-50…+60	6 х 9,5 х 2,2 б/к	2-248
ФД0201К	∅2	-	0,32...1,1	0,96	0,01 - 100	0,25 нА		-	1*10^{-7}	-	-50…+60	4 х 7,5 х 2,2 б/к	2-249
ФД0251К	∅2,5	-	0,32...1,1	0,96	0,01 - 100	0,35 нА		-	1*10^{-7}	-	-50…+60	4 х 7,5 х 2,2 б/к	2-249
ФД0301	3 х 3	-	0,32...1,1	0,96	0,01 - 100	0,7 нА	(0,6 А/Вт при λ=0,96)	-	1*10^{-7}	-	-50…+60	7 х 10,5 х 2,2 б/к	2-248
ФД0301К	Ø 3	-	0,32...1,1	0,96	0,01 - 100	0,5 нА		-	1*10^{-7}	-	-50…+60	4,5 х 8 х 2,2 б/к	2-249
ФД0501	5 х 5	-	0,32...1,1	0,96	40…60	1 нА	(0,6 А/Вт при λ=0,96)	-	1*10^{-7}	-	-50…+60	9 х 12,5 х 2,2 б/к	2-248
ФД1001-01	10 х 10	-	0,32...1,1	0,96	40…60	4 нА	(0,6 А/Вт при λ=0,96)	-	1*10^{-7}	-	-30…+60	13,5 х 15,5 х 1,8 б/к	2-250
ФД1001к-01	∅10	-	0,32...1,1	0,96	40…60	2,5 нА		-	1*10^{-7}	-	-30…+60	13,5 х 15,5 х 1,8 б/к	2-250
ФД1801к-01	∅18	-	0,32...1,1	0,96	40…60	10 нА	(0,6 А/Вт при λ=0,96)	-	1*10^{-7}	-	-30…+60	23 х 31 х 2,5 б/к	2-252
ФД2501к-01	∅25	-	0,32...1,1	0,96	40…60	20 нА	(0,6 А/Вт при λ=0,96)	-	1*10^{-7}	-	-30…+60	30 х 38 х 2,5 б/к	2-251
ФД1602	1,175х2 (16 эл.) шаг 1,58	-	0,32...1,1	0,96	0,01… 50	5 нА (10мВ)	(0,6 А/Вт при λ=0,96, 0,35 А/Вт при λ=0,63 мкм)	-	1*10^{-4}	-	-40…+60	25,6 х 13,6 х 2,5	2-253
ФД1604	1,2х 4 (16 эл.) шаг 1,6	-	0,32...1,1	0,96		12 нА (10мВ)			2*10^{-4}				2-253
IWPH01-02	2,8 х 2,8	-	0,32...1,1	0,96	12...35	10 нА	(0,57 А/Вт при λ=0,96, 0,38 А/Вт при λ=0,66 мкм)	Фп=1*10^{-14} Вт*Гц$^{-1/2}$	-	-	-25…+85	7 х 7,6 х 2,7	2-254



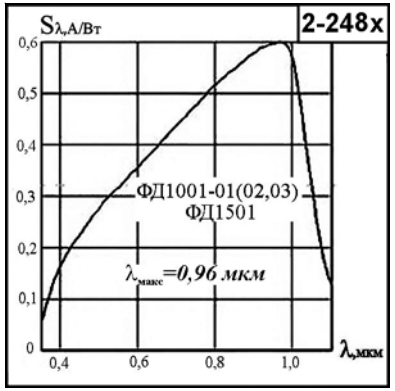
$A_{ф.ч.}$, a x b, мм	размеры фотодиода, мм		
	A	B	C
1 x 1	5,0	8,5	15,5
2 x 2	6,0	9,5	16,5
3 x 3	7,0	10,5	17,5
5x 5	9,0	12,5	19,5

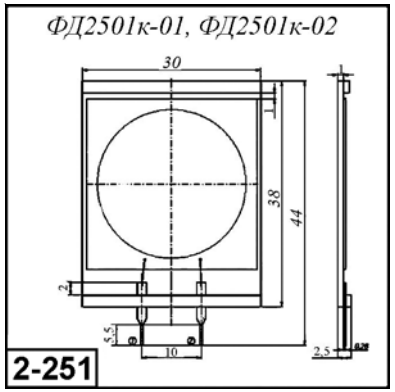


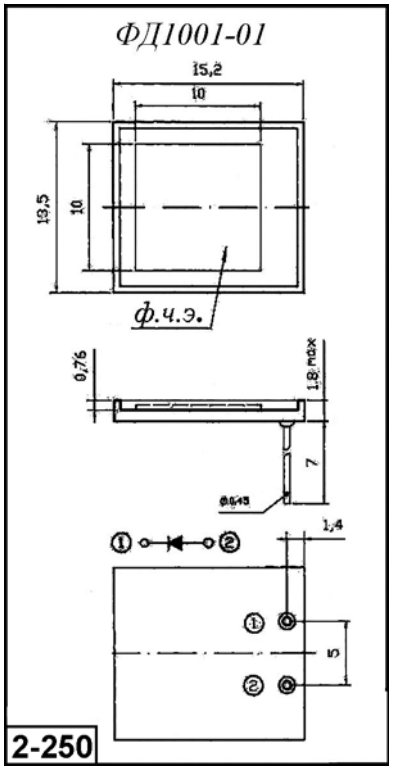
$A_{ф.ч.}$, мм	размеры фотодиода, мм			
	A	B	C	d
Ø2	4,0	7,5	14,5	1,0
Ø2,5	4,0	7,5	14,5	0,5
Ø3	4,5	8,0	15,0	0,5

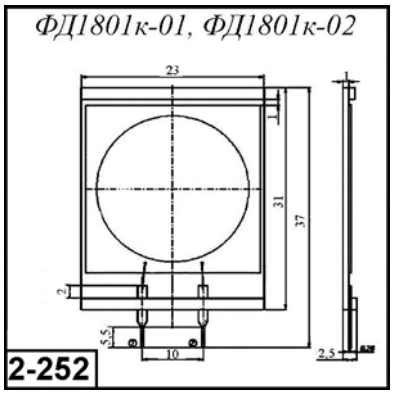


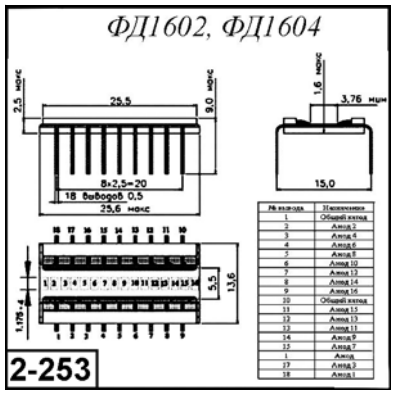
ФД1604











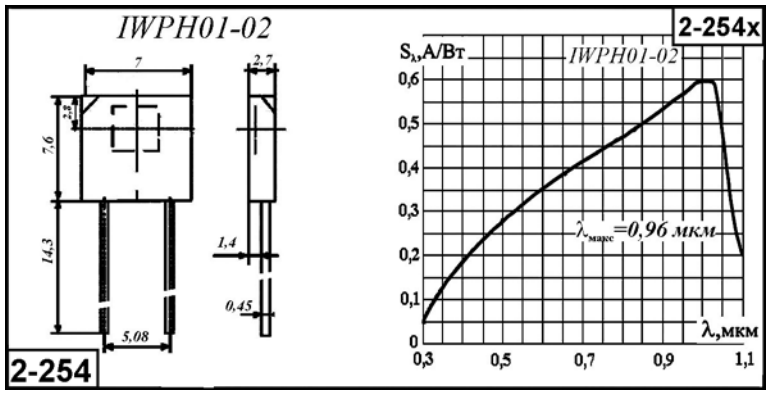


Рис.2.3.21. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.22. Кремниевые фотодиоды КДФ101А, КДФ103А, КДФ105А, КДФ110А, КДФ111А, КДФ111Б, КДФ111А1, КДФ111Б1, КДФ111В, КДФ111Б1, КДФ111В [$\Delta\lambda$=0,22...1,1; $\lambda_{макс}$=0,81...0,9 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.22. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.22.

Таблица 2.3.22. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм	2β, град. не менее	Δλ, [λмакс], мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sλ, В/Вт, [Iф, мкА], не менее				τ, с, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис.
						λ=0,365 мкм	λ=0,66 мкм	λ=0,78 мкм	λ=0,83 мкм				
КДФ101А	3,2 х 4	-	0,7…1,1	10	0,03	[$I_ф$=20 мкА при Е=0,5 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]				3,5*10^{-7}	-60…+70	5,5 х 5 х 3,5 [0,25]	2-255
КДФ103А	10,24 мм^2	90	0,7…1,1 [0,9]	10	0,01	(0,25 А/Вт λ=0,9 мкм)				1*10^{-8}	-45…+85	8,5 х 7,1 х 3 [0,5]	2-256
КДФ105А	33 мм^2	-	0,22…1,06 [0,81]	0	-	(0,32А/Вт □λ□0,8 мкм, 0,065А/Вт λ=0,254 мкм)				1*10^{-7}	-60…+50	∅16,5 х 4,5 [3,5]	2-257
КДФ110А	-	-	0,4…1,1 [0,85]	5	0,1	(0,5А/Вт λ= 0,93 мкм, 0,3 А/Вт λ=0,66 мкм) [Iф=35 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ□0,87 мкм]				2,5*10^{-7}	-10…+55	6,3 х 5,3 х 2,4 [0,13]	2-258
КДФ111А	3 х 3	60	0,76…0,96 [0,85]	2,5 ...5	0,1	[$I_ф$=5 мкА при Е=100 мВт/см^2, λ=0,85 мкм]				1*10^{-8}	-25…+55	∅6,6 х 7,1 или ∅4 х 6[0,5]	2-259
КДФ111Б	3 х 3	60	0,76…0,96 [0,85]	2,5 ...5	0,1	[$I_ф$=7 мкА при Е=100 мВт/см^2, λ=0,85 мкм]				1*10^{-8}	-60…+85	∅6,6 х 7,1 или ∅4 х 6[0,5]	2-259
КДФ111А1	3 х 3	80	[0,85]	5	0,1	(0,3 А/Вт при Е=0,1 мВт/см^2, λ=0,85 мкм)				1*10^{-8}	-25…+55	∅6,6 х 7,1 [0,5]	2-259
КДФ111Б1			[0,85]	5	0,1	(0,5 А/Вт при Е=0,1 мВт/см^2, λ=0,85 мкм)				1*10^{-8}	-25…+55	∅6,6 х 7,1 [0,5]	2-259
КДФ111В	3 х 3	60	0,76…0,96 [0,85]	2,5 ...5	0,1	[$I_ф$=9 мкА при Е=100 мВт/см^2, λ=0,85 мкм]				1*10^{-8}	-60…+85	∅6,6 х 7,1 или ∅4 х 6[0,5]	2-259

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

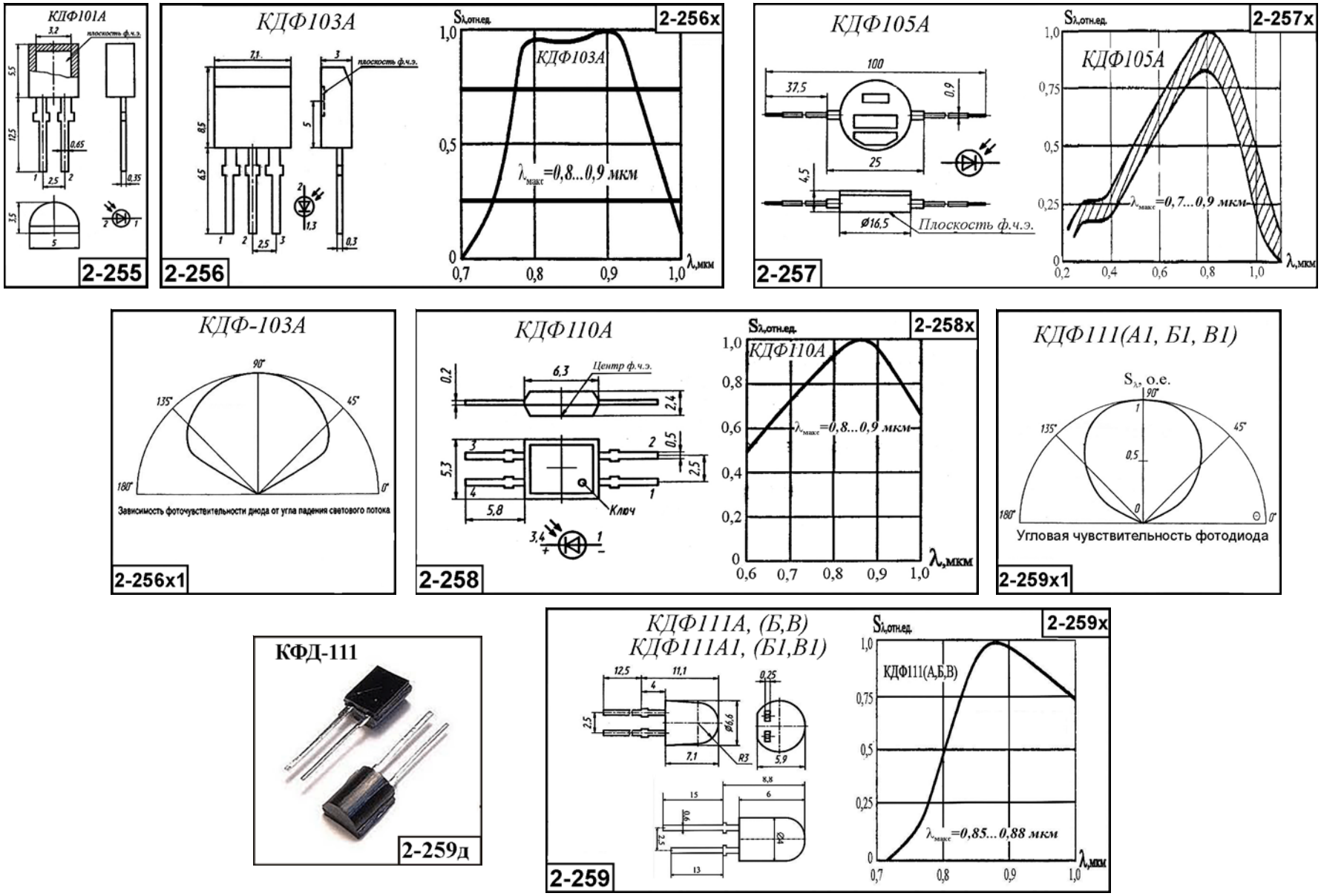


Рис.2.3.22. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.23. Кремниевые фотодиоды КДФ111А2, КДФ111Б2, КДФ111В2, КДФ111Г2, КДФ111А3, КДФ111Б3, КДФ111В3, КДФ111А4, КДФ111А5, КДФ112А [$\Delta\lambda$=0,42...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.23. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.23.

Таблица 2.3.23. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$А_{ФЧЭ}$, мм	2β, град. не менее	Δλ, [$\lambda_{макс}$], мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	S_λ, В/Вт, [$I_Ф$, мкА], не менее				τ, с, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис.
						λ=0,365 мкм	λ=0,66 мкм	λ=0,78 мкм	λ=0,83 мкм				
КДФ111А2	-	-	[0,85]	5	1	(0,3 А/Вт при Е=0,1 мВт/см^2, λ=0,85 мкм)				$5*10^{-7}$	-25…+55	∅6 х 9	2-260
КДФ111Б2	-	-	[0,85]	5	1	(0,5 А/Вт при Е=0,1 мВт/см^2, λ=0,85 мкм)				$5*10^{-7}$	-25…+55	∅6 х 9	2-260
КДФ111В2	-	-	[0,85]	5	1	(0,3 А/Вт при Е=0,1 мВт/см^2, λ=0,85 мкм)				$5*10^{-7}$	-25…+55	∅6 х 9	2-260
КДФ111Г2	-	-	[0,85]	5	1	(0,6 А/Вт при Е=0,1 мВт/см^2, λ=0,85 мкм)				$5*10^{-7}$	-25…+55	∅6 х 9	2-260
КДФ111А3	-	-	[0,85]	5	1	(0,3 А/Вт при Е=0,1 мВт/см^2, λ=0,85 мкм)				$5*10^{-7}$	-25…+55	∅4 х 6	2-261
КДФ111Б3	-	-	[0,85]	5	1	(0,5 А/Вт при Е=0,1 мВт/см^2, λ=0,85 мкм)				$5*10^{-7}$	-25…+55	∅4 х 6	2-261
КДФ111В3	-	-	[0,85]	5	1	(0,6 А/Вт при Е=0,1 мВт/см^2, λ=0,85 мкм)				$5*10^{-7}$	-25…+55	∅4 х 6	2-261
КДФ111А4	-	-	[0,85]	5	1	(0,1 А/Вт при Е=0,1 мВт/см^2, λ=0,85 мкм)				$5*10^{-7}$	-25…+55	∅3 х 4,6	2-262
КДФ111А5	-	-	[0,85]	5	0,1	(0,1 А/Вт при Е=0,1 мВт/см^2, λ=0,85 мкм)				$5*10^{-7}$	-25…+55	4,5 х 4,8 х 2,6	2-264
КДФ112А	3 х 3	90	0,42…0,75	2,5	0,01	(0,05А/Вт при λ 0,47 мкм, 0,15А/Вт при λ 0,555 мкм, 0,2А/Вт при λ=0,68 мкм)				$5*10^{-7}$	-20…+55	8,5 х 7,1 х 3 [0,5]	2-263

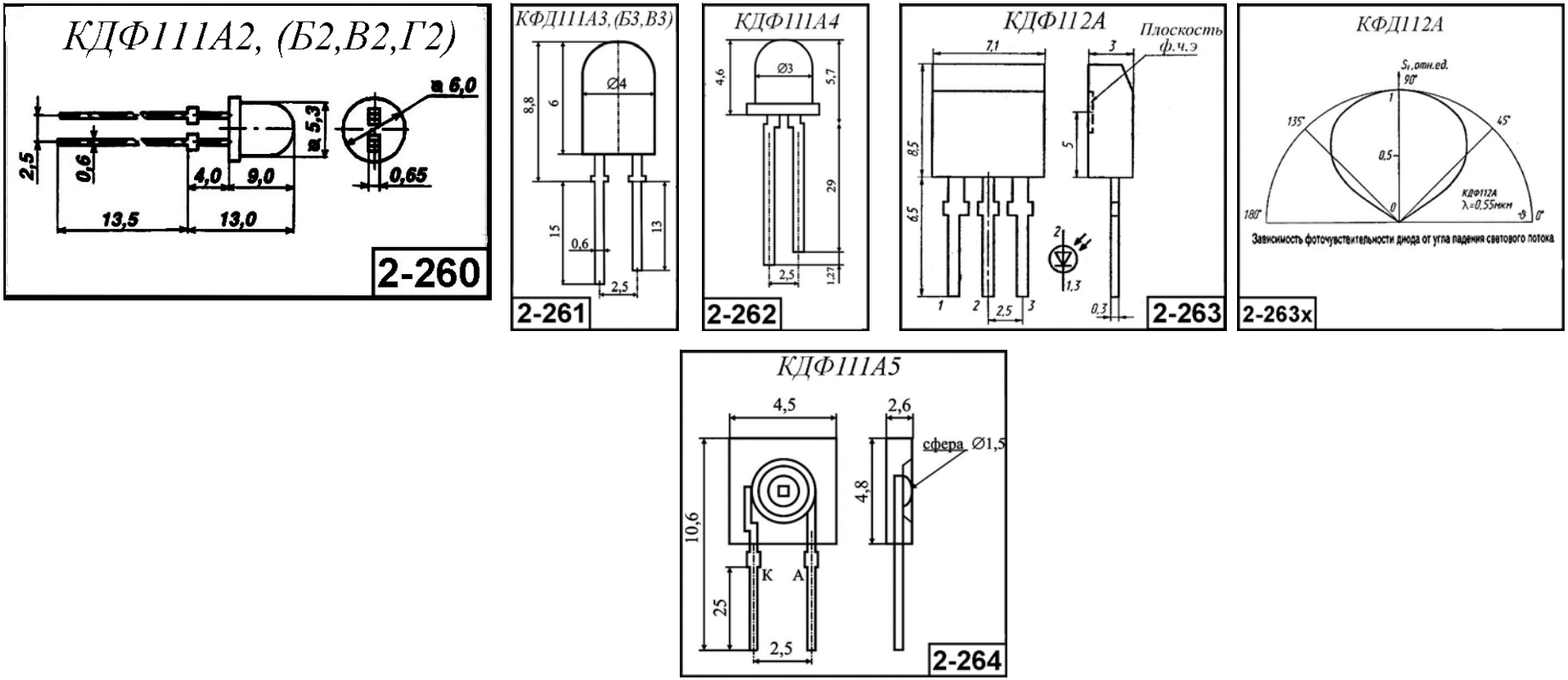


Рис.2.3.23. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.24. Кремниевые фотодиоды КДФ113А1-2, КДФ113А1-3, КДФ113А2-2, КДФ113А2-3, КДФ113А3-2, КДФ113А3-3, КДФ113А4-2, КДФ113А4-3, КДФ113А5-2 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,87 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.24. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.24.

Таблица 2.3.24. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}C

Тип прибора	Аφчэ, мм	2β, град. не менее	Δλ, [$\lambda_{макс}$], мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	S_λ, В/Вт, [$I_Ф$, мкА], не менее				$D^*_{\lambda max}$, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*$ см, не менее	τ, с, не более	ΔT, ^{0}C	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
						λ=0,365 мкм	λ=0,66 мкм	λ=0,78 мкм	λ=0,83 мкм					
КДФ113А1-2	0,5 мм^2 эфф.	100	0,4..1 [0,87]	10 (15)	0,001	0,18	0,2	0,3	0,52	$2,2*10^{13}$	$1,1*10^{-8}$	-60…+85	∅5,6 x 4,7	2-265
КДФ113А1-3	0,5 мм^2 эфф.	100	0,4..1 [0,87]	10 (15)	0,001	0,18	0,2	0,3	0,52	$2,2*10^{13}$	$1,1*10^{-8}$	-60…+85	∅5,6 x 4,7	2-267
КДФ113А2-2	2,75 мм^2 эфф.	65	0,4..1,1 [0,87]	10 (15)	0,001	0,18	0,2	0,3	0,52	$5*10^{13}$	$1,1*10^{-8}$	-60…+85	∅6,2 x 5,5	2-266
КДФ113А2-3	2,75 мм^2 эфф.	65	0,4..1,1 [0,87]	10 (15)	0,001	0,18	0,2	0,3	0,52	$5*10^{13}$	$1,1*10^{-8}$	-60…+85	∅6,2 x 5,5	2-268
КДФ113А3-2	2,75 мм^2 эфф.	65	0,7…1 [0,87]	10 (15)	0,001	-	-	-	0,5	$5*10^{13}$	$1,1*10^{-8}$	-60…+85	∅6,2 x 5,5	2-269
КДФ113А3-3	2,75 мм^2 эфф.	65	0,7…1 [0,87]	10 (15)	0,001	-	-	-	0,5	$5*10^{13}$	$1,1*10^{-8}$	-60…+85	∅6,2 x 5,5	2-270
КДФ113А4-2	0,5 мм^2 эфф.	100	0,7…1,1 [0,87]	10 (15)	0,001	-	-	-	0,5	$2*10^{13}$	$1,1*10^{-8}$	-60…+85	∅5,6 x 4,7	2-271
КДФ113А4-3	0,5 мм^2 эфф.	100	0,7…1,1 [0,87]	10 (15)	0,001	-	-	-	0,5	$2*10^{13}$	$1,1*10^{-8}$	-60…+85	∅5,6 x 4,7	2-272
КДФ113А5-2	3,25 мм^2 эфф.	25	0,4..1,1 [0,87]	10 (15)	0,001	0,18	0,2	0,3	0,52	$5,2*10^{13}$	$1,1*10^{-8}$	-60…+85	∅5,6 x 6,7	2-273

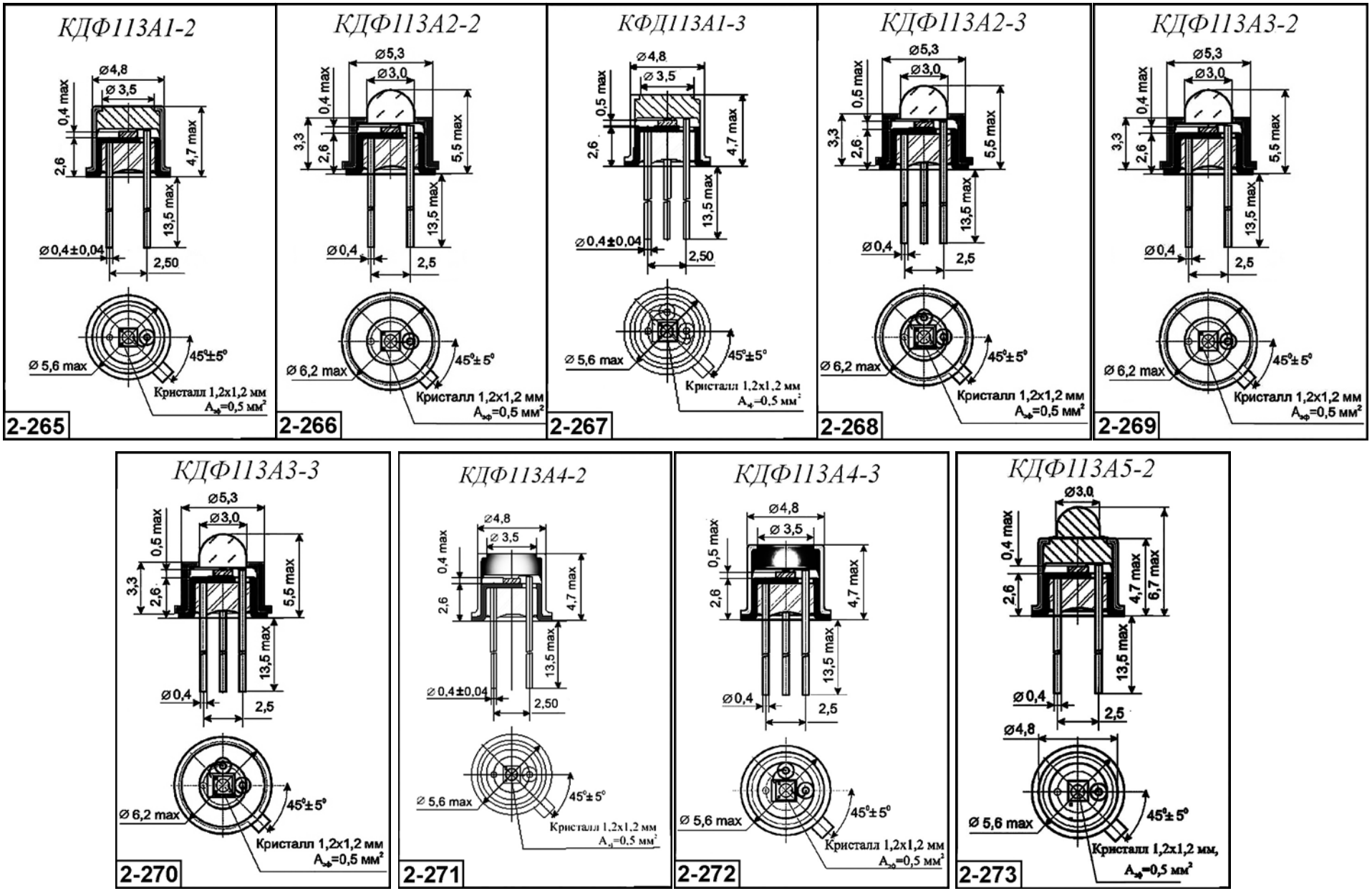


Рис.2.3.24. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.25. Кремниевые фотодиоды КДФ113А5-3, КДФ113А6-3, КДФ113А7-2, КДФ113А8-2, КДФ115-А, КДФ115А, КДФ115А1, КДФ115-А3, КДФ115-А5 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{[\phi]}$=0,85...0,87 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.25. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.25.

Таблица 2.3.25. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм	2β, град. не менее	Δλ, [$\lambda_{макс}$], мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	S_λ, В/Вт, [$I_Ф$, мкА], не менее				D*$_{\lambda max}$, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$* см, не менее	τ, с, не более	ΔТ, ^{0}С	Габарит-ные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
						λ=0,365 мкм	λ=0,66 мкм	λ=0,78 мкм	λ=0,83 мкм					
КДФ113А5-3	3,25 мм^2 эфф.	25	0,4..1,1 [0,87]	10 (15)	0,001	0,18	0,2	0,3	0,52	5,2*10^{13}	1,1*10^{-8}	-60…+85	∅5,6 х 6,7	2-274
КДФ113А6-3	3,0 мм^2 эфф)	25	0,7…1,1 [0,87]	10 (15)	0,001	-	-	-	0,5	5*10^{13}	1,1*10^{-8}	-60…+85	∅5,6 х 6,7	2-276
КДФ113А7-2	3,25 мм^2 эфф.	35	0,4..1,1 [0,87]	10 (15)	0,001	0,18	0,2	0,3	0,52	3*10^{13}	1,2*10^{-8}	-60…+85	∅5,6 х 4,7	2-277
КДФ113А8-2	3,25 мм^2 эфф.	35	0,7…1,1 [0,87]	10 (15)	0,001	-	-	-	0,5	2*10^{13}	1,2*10^{-8}	-60…+85	∅5,6 х 4,7	2-278
КДФ115-А	∅3 линза	10	0,55…1 [0,85]	5	0,01	0,03 (0,03 мА/лк)				-	5*10^{-7}	-60…+70	∅3,5 х 5,3 черный [0,24]	2-279
КДФ115А	∅5 линза	10	0,55…1 [0,85]	5	0,01	0,03 (0,03 мА/лк)				-	5*10^{-7}	-60…+70	∅6 х 9 черный [0,4]	2-281
КДФ115А1	∅3 линза	-	0,55…1 [0,85]	5	1	(0,03 мА/лк)				-	5*10^{-7}	-60…+70	∅3,1 х 4,5 [0,3]	2-282
КДФ115-А3	-	125	0,7…1 [0,85]	5	0,1	0,03 (0,03 мА/лк)				-	5*10^{-7}	-60…+70	8 х 5 х 2,5 черный [0,4]	2-283
КДФ115-А5	-	85	0,7…1 [0,85]	5	0,1	0,03 (0,09 мА/лк)				-	5*10^{-7}	-60…+70	8 х 5 х 2,5 черный [0,4]	2-284

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

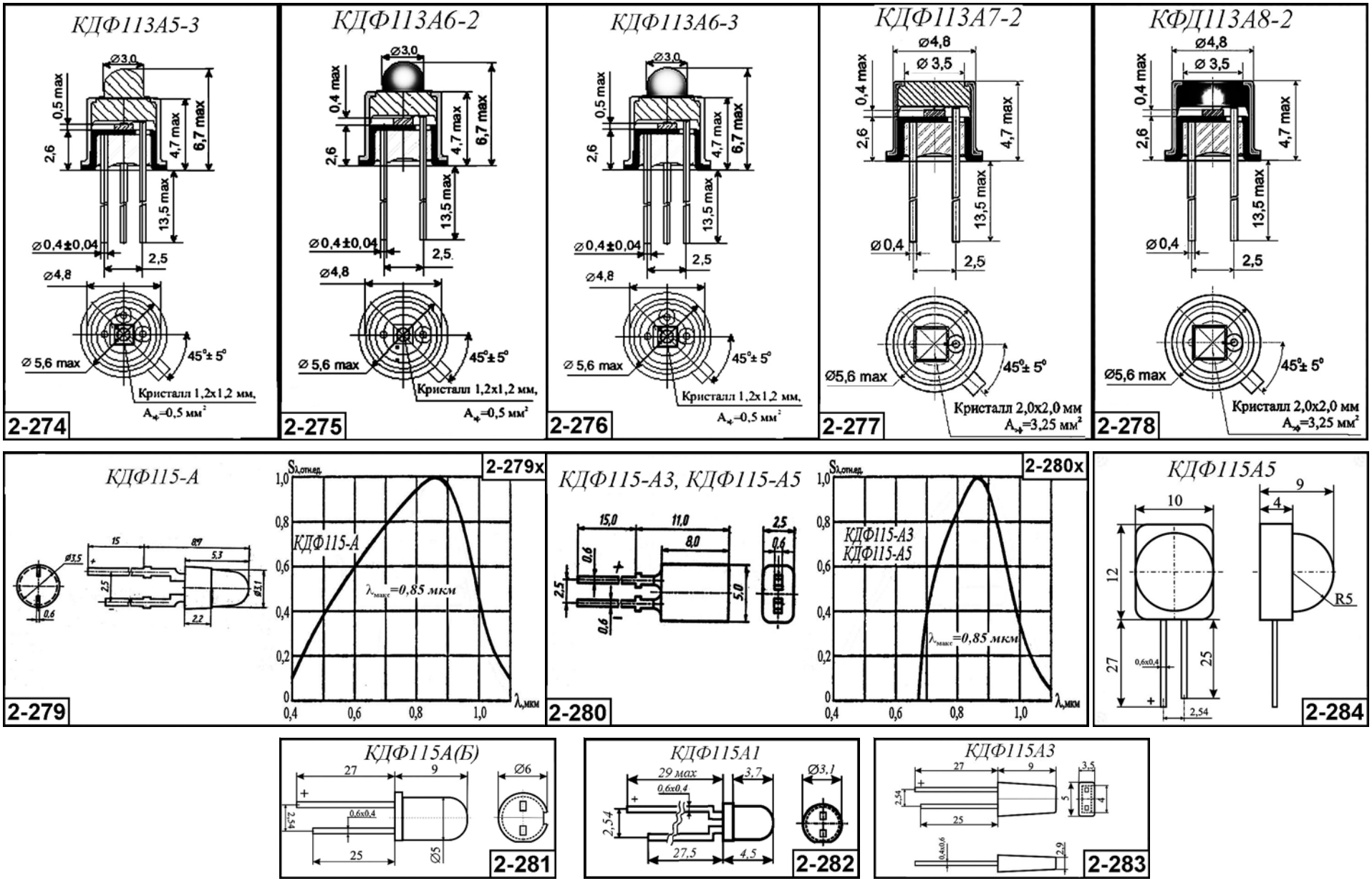


Рис.2.3.25. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.25д. Кремниевые фотодиоды КДФ113А9-2, КДФ113А9-3, КДФ113А10-2, КДФ113А10-3 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1 и 0,7...1,7; $\lambda_{макс}$=0,87 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.25д. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.25д.

Таблица 2.3.25д. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{фчэ}$, мм	2β, град.	Δλ, [$\lambda_{макс}$], мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	S_λ, В/Вт, [$I_Ф$, мкА], не менее				D*$_{\lambda max}$, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$* см, не менее	τ, с, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис
						λ=0,522 мкм	λ=0,589 мкм	λ=0,68 мкм	λ=0,55 мкм					
КДФ113А9-2	1,51 мм^2 эфф .(линза ∅3 мм)	35	0,4..1,1 [0,87]	10 (15)	0,5 (1,0)	0,18	0,2	0,3	0,55	4 x 10^{13}	1,2*10^{-8}	-60…+85	∅5,6 x 6,5	2-278д
КДФ113А9-3														2-278д1
КДФ113А10-2			0,7..1,1 [0,87]			—	—	—	0,55					2-279д
КДФ113А10-3														2-279д1

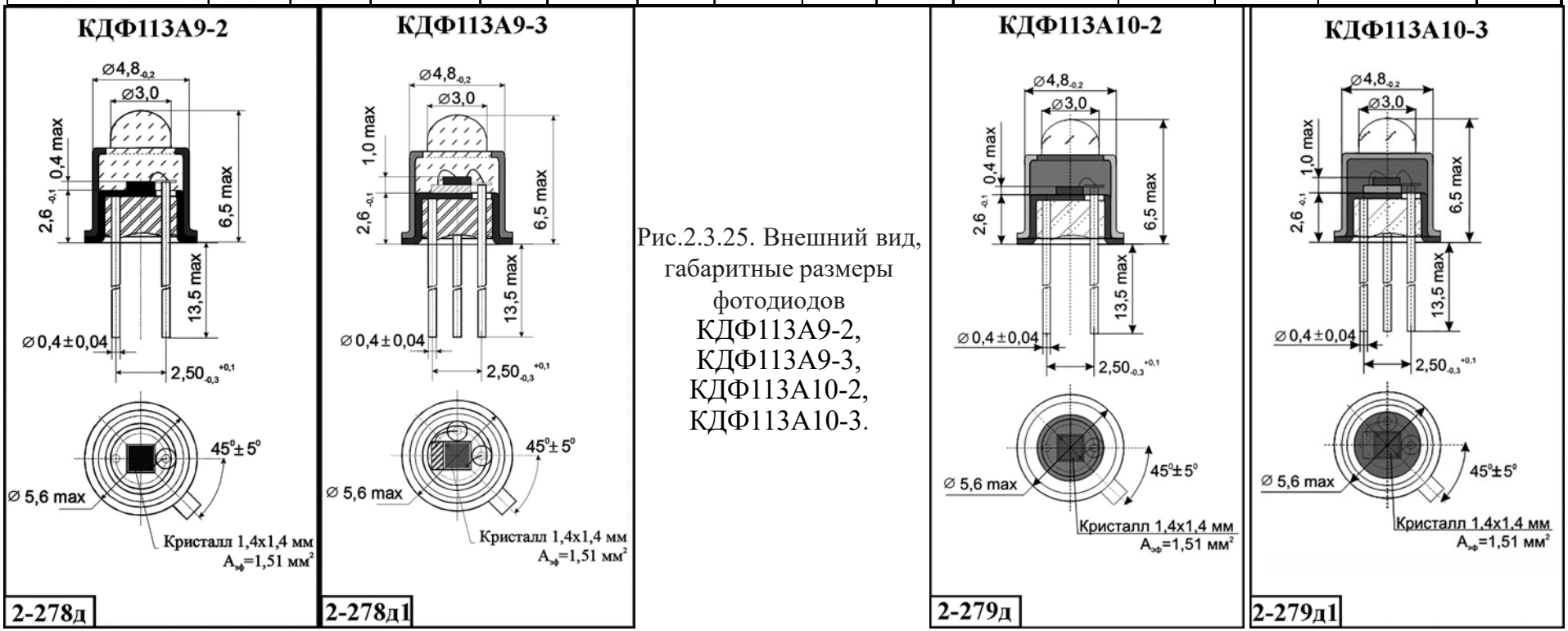


Рис.2.3.25. Внешний вид, габаритные размеры фотодиодов КДФ113А9-2, КДФ113А9-3, КДФ113А10-2, КДФ113А10-3.

2.3.1.26. Кремниевые фотодиоды КДФ115А5, КДФ115Б , КДФ117А1, КДФ117А1-2, КДФ117А1-3, КДФ117А2, КДФ117А2-2, КДФ117А2-3, КДФ117А3, КДФ117А3-2, КДФ117А3-3, КДФ117А4, КДФ117А4-2, КДФ117А5, КДФ117А2-2, КДФ117А2-3, КДФ117А3, КДФ117А3-2, КДФ117А3-3, КДФ117А4, КДФ117А4-2, КДФ117А5, КДФ117А5-2, КДФ118А, КДФ118Б, КДФ117А5-2, КДФ118А, КДФ118Б [$\Delta\lambda$=0,32...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85...0,94 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.26. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.26.

Таблица 2.3.26. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аффэ, мм	2β, град. не менее	Δλ, [$\lambda_{макс}$], мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	S_λ, В/Вт, [$I_Ф$, мкА], не менее				D*$_{\lambda max}$, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$* см , не менее	τ, с , не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
						λ=0,365 мкм	λ=0,66 мкм	λ=0,78 мкм	λ=0,83 мкм					
КДФ115А5	R5 линза	85	0,7…1 [0,85]	5	0,1	0,03 (0,09 мА/лк)				-	$5*10^{-7}$	-60…+70	10 х 12 х 9 черный [0,4]	2-284
КДФ115Б	∅5 линза		0,55…1 [0,85]	5	1	(0,06 мА/лк)				-	$5*10^{-7}$	-60…+70	∅6 х 9 черный [0,4]	2-281
КДФ117А1 КДФ117А1-2	10 мм^2 (эфф)	90	0,3…1,1 [0,89]	15	0,03	0,17	0,4	0,48	0,5	$1,3*10^{13}$	$1,2*10^{-8}$	-60…+85	∅9,2 х 4,3	2-285
КДФ117А1-3	10 мм^2 (эфф)	90	0,3…1,1 [0,89]	15	0,03	0,17	0,4	0,48	0,5	$1,3*10^{13}$	$1,2*10^{-8}$	-60…+85	∅9,2 х 4,3	2-286
КДФ117А2 КДФ117А2-2	10 мм^2 (эфф)	90	0,32…1,1 [0,89]	10	0,03	0,12	0,38	0,48	0,5	$1,3*10^{13}$	$1,3*10^{-8}$	-60…+85	∅9,2 х 4,5	2-287
КДФ117А2-3	10 мм^2 (эфф)	90	0,32…1,1 [0,89]	15	0,03	0,12	0,38	0,48	0,5	$1,3*10^{13}$	$1,3*10^{-8}$	-60…+85	∅9,2 х 4,5	2-288
КДФ117А3 КДФ117А3-2	10 мм^2 (эфф)	90	0,7…1,1 [0,89]	10	0,03	-	-	0,4	0,5	$1,3*10^{13}$	$1,3*10^{-8}$	-60…+85	∅9,2 х 4,5	2-289
КДФ117А3-3	10 мм^2 (эфф)	90	0,7…1,1 [0,89]	15	0,03	-	-	0,4	0,5	$1,3*10^{13}$	$1,3*10^{-8}$	-60…+85	∅9,2 х 4,5	2-290
КДФ117А4 КДФ117А4-2	40 мм^2 (эфф)	85	0,32…1,1 [0,89]	10	0,03	0,17	0,4	-	-	$2,6*10^{13}$	$1,3*10^{-8}$	-20…+85	∅11,5 х 8,5	2-291
КДФ117А5 КДФ117А5-2	40 мм^2 (эфф)	85	0,7…1,1 [0,89]	15	0,03	-	-	0,4	0,5	$2,6*10^{13}$	$1,3*10^{-8}$	-20…+85	∅11,5 х 8,5	2-292

Окончание таблицы 2.3.26. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Афчэ, мм	2β, град. не менее	Δλ, [λмакс], мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sλ, В/Вт, [Iф, мкА], не менее				D*λмах, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$* см , не менее	τ, с , не более	ΔT, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
						λ=0,365 мкм	λ=0,66 мкм	λ=0,78 мкм	λ=0,83 мкм					
КДФ118А	-	120	0,71…1,12 [0,94]	10	0,1	[Iф>100 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]				-	1*10^{-7}	-60…+55	12 х 9 х 4,5 [0,8]	2-293
КДФ118Б	-	120	0,71…1,12 [0,87… 0,96]	10	0,1	[Iф>120 мкА при Е=1 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]				-	3*10^{-7}	-60…+55	12 х 9 х 4,5 [0,8]	2-293

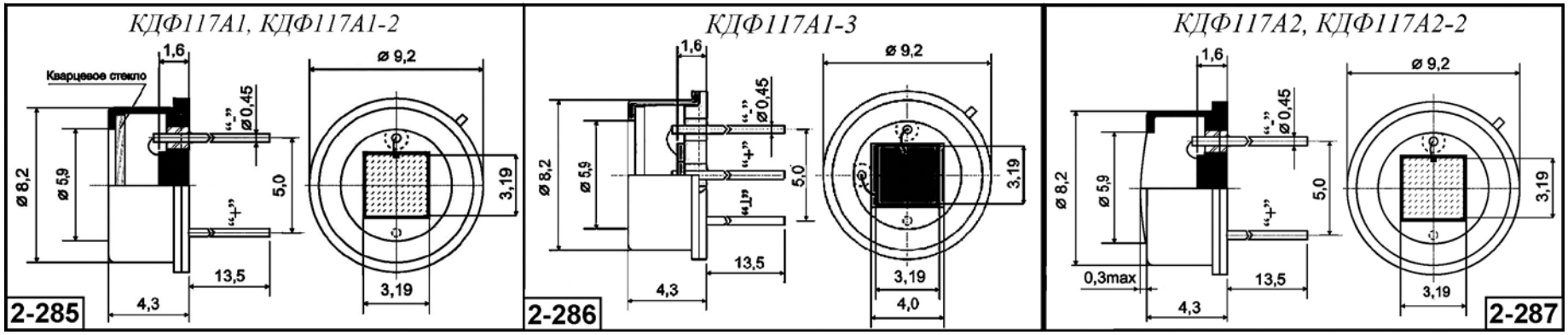


Рис.2.3.26а. Внешний вид и габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

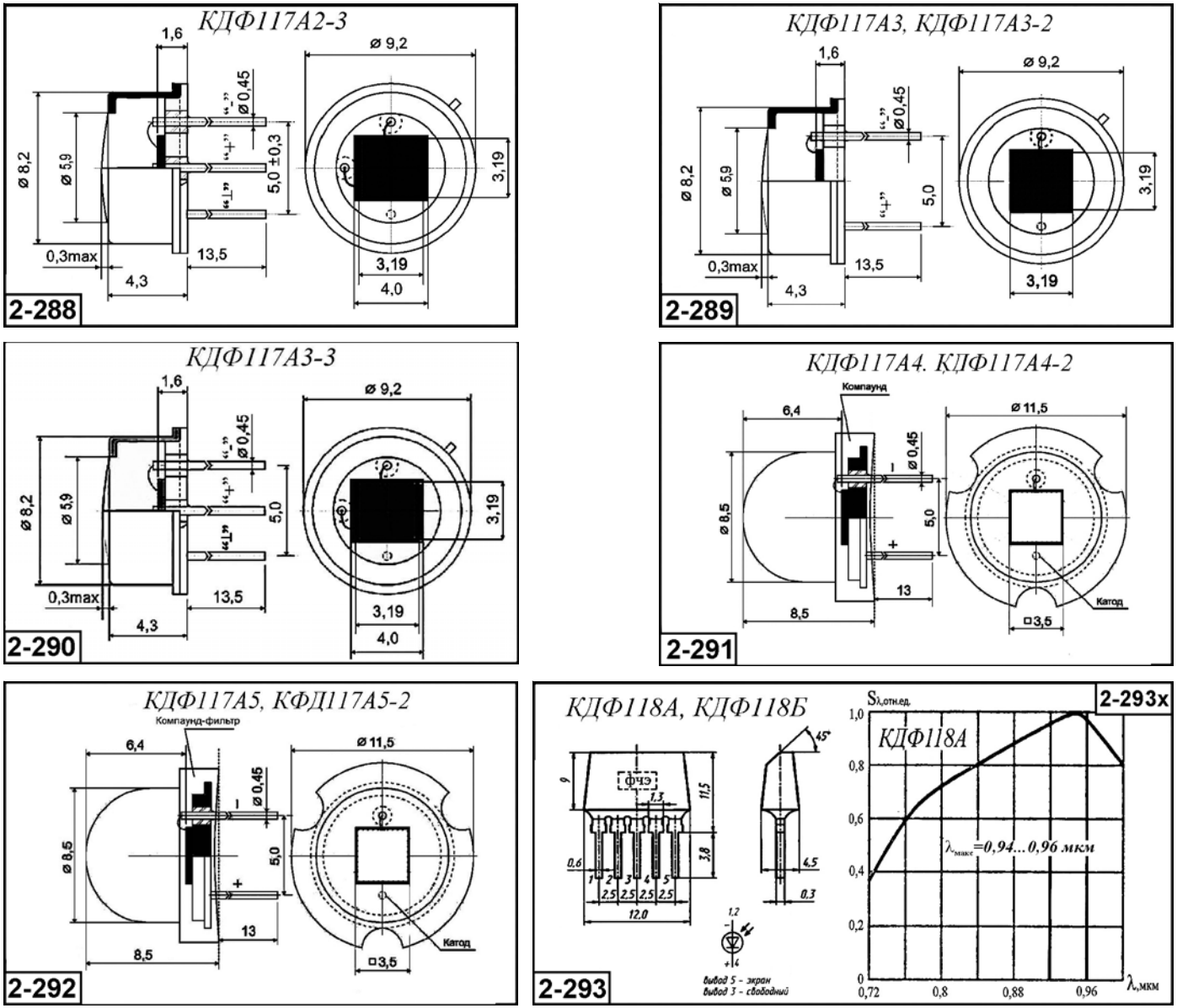


Рис.2.3.26б. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фотодиодов.

2.3.1.27. Кремниевые фотодиоды КДФ-6х6-ТО8-1, КДФ-6х6-ТО8-2, КДФ-6х6-ТО8-3, КДФ-6х6-ТО8-4, КДФ-6х6-ТО8-5, КДФ-12х12-ТОХ-2КДФ-6х6-ТО8-5, КДФ-12х12-ТОХ-2 [$\Delta\lambda$=0,3...1,1; $\lambda_{макс}$=0,89 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.27. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.27.

Таблица 2.3.27. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм	2β, град. не менее	Δλ, [$\lambda_{макс}$], мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	S_λ, В/Вт, [$I_Ф$, мкА], не менее				$D^*_{\lambda max}$, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*$ см , не менее	τ, с , не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис
						λ=0,365 мкм	λ=0,66 мкм	λ=0,78 мкм	λ=0,83 мкм					
КДФ-6х6-ТО8-1	30 мм^2	90	0,3…1,1 [0,89]	15	0,05	0,17	0,4	0,48	0,5	$4*10^{13}$	$1,8*10^{-8}$	-60…+85	∅12,75 х 7,3	2-294
КДФ-6х6-ТО8-2	30 мм^2	110	0,32…1,1 [0,89]	15	0,05	0,12	0,38	0,48	0,5	$3*10^{13}$	$1,8*10^{-8}$	-60…+85	∅12,75 х 3,2	2-295
КДФ-6х6-ТО8-3	30 мм^2	110	0,7…1,1 [0,89]	15	0,05	-	-	0,4	0,5	$2*10^{13}$	$1,8*10^{-8}$	-60…+85	∅12,75 х 3,1	2-296
КДФ-6х6-ТО8-4	30 мм^2	40	0,32…1,1 [0,89]	15	0,05	0,17	0,4	0,48	0,5	$5*10^{13}$	$1,8*10^{-8}$	-60…+85	∅19 х 13,5	2-297
КДФ-6х6-ТО8-5	30 мм^2	40	0,7…1,1 [0,89]	15	0,05	-	-	0,4	0,5	$4*10^{13}$	$1,8*10^{-8}$	-60…+85	∅19 х 13,5	2-298
КДФ-12х12-ТОХ-2	110 мм^2	90	0,32…1,1 [0,89]	15	0,02	0,17	0,4	0,48	0,5	$5*10^{13}$	$1,8*10^{-8}$	-60…+85	∅20 х 6,5	2-299

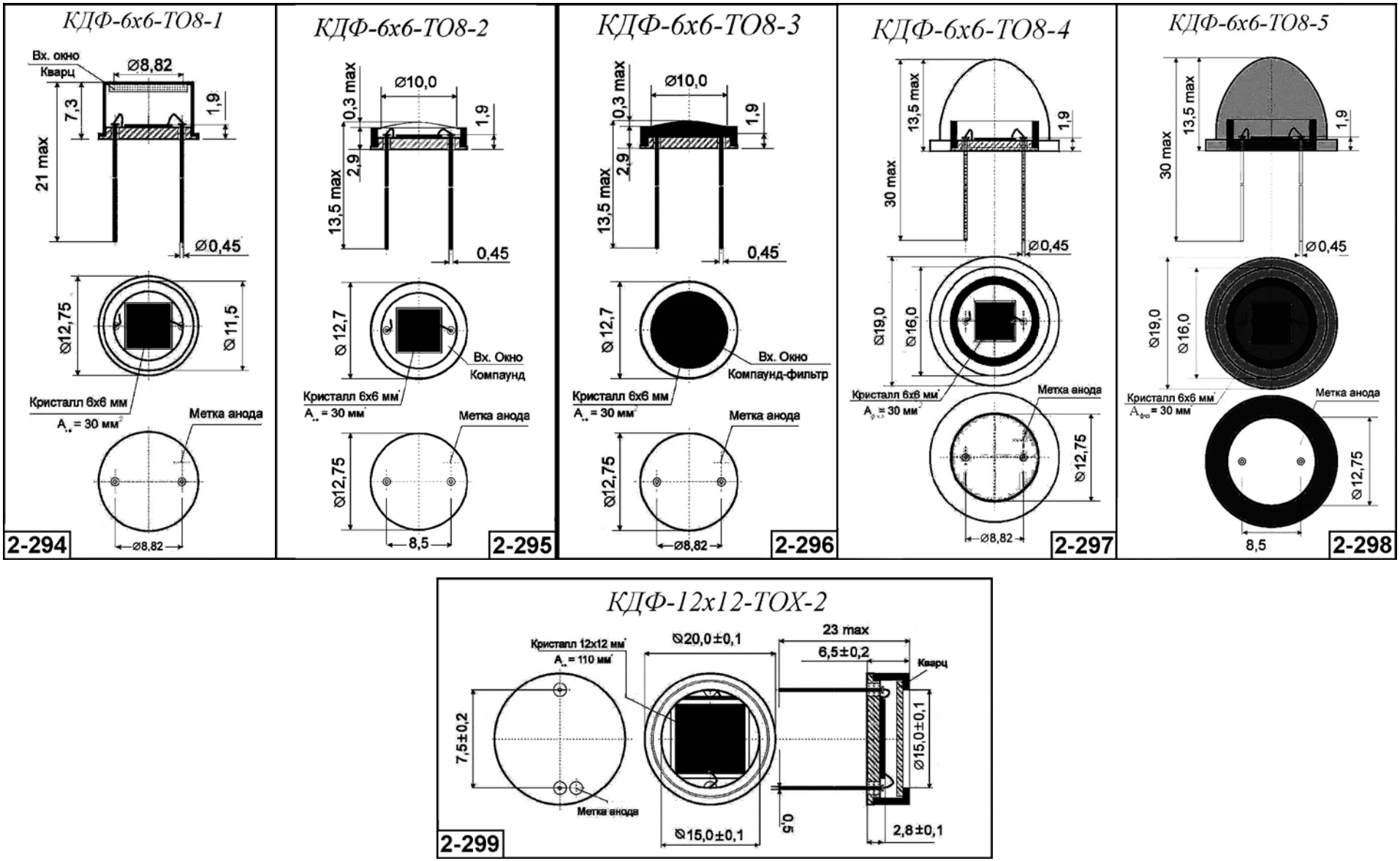


Рис. 2.3.27. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.28. Кремниевые фотодиоды СФД1-3535-02, СФД1-3535-03, СФД1-3535-04, СФД1-3535-05, СФД1-3535-06 [Δλ=0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,89 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.28. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.28..

Таблица 2.3.28. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}C

Тип прибора	Аφчэ, мм	2β, град. не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	S_λ, В/Вт, [$I_Ф$, мкА], не менее				D*$_{\lambda max}$, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$* см , не менее	τ, с , не более	ΔT, ^{0}C	Габаритные размеры, мм, [масса, г], не более	№ рис.
							λ=0,365 мкм	λ=0,66 мкм	λ=0,78 мкм	λ=0,83 мкм					
СФД1-3535-02	3,19х3,19	120	0,7…1,1	0,89	10	0,03	-	-	0,48	0,5	$1,3*10^{13}$	$1,3*10^{-8}$	-20…+85	5 x 10 x 1.4	2-300
СФД1-3535-03	3,19х3,19	120	0,35…1,1	0,89	15	0,03	0,12	0,38	0,48	0,5	$1,3*10^{13}$	$1,3*10^{-8}$	-20…+85	6 x 8 x 1.5	3-301
СФД1-3535-04	3,19х3,19	120	0,7…1,1	0,89	15	0,03	-	-	0,4	0,5	$1,3*10^{13}$	$1,3*10^{-8}$	-20…+85	6 x 8 x 1.5	3-302
СФД1-3535-05	3,19х3,19	110	0,35…1,1	0,89	15	0,03	0,12	0,38	0,48	0,5	$1,3*10^{13}$	$1,3*10^{-8}$	-20…+85	6 x 8 x 4	2-303
СФД1-3535-06	3,19х3,19	110	0,7…1,1	0,89	15	0,03	-	-	0,4	0,5	$1,3*10^{13}$	$1,3*10^{-8}$	-20…+85	6 x 8 x 4	2-304

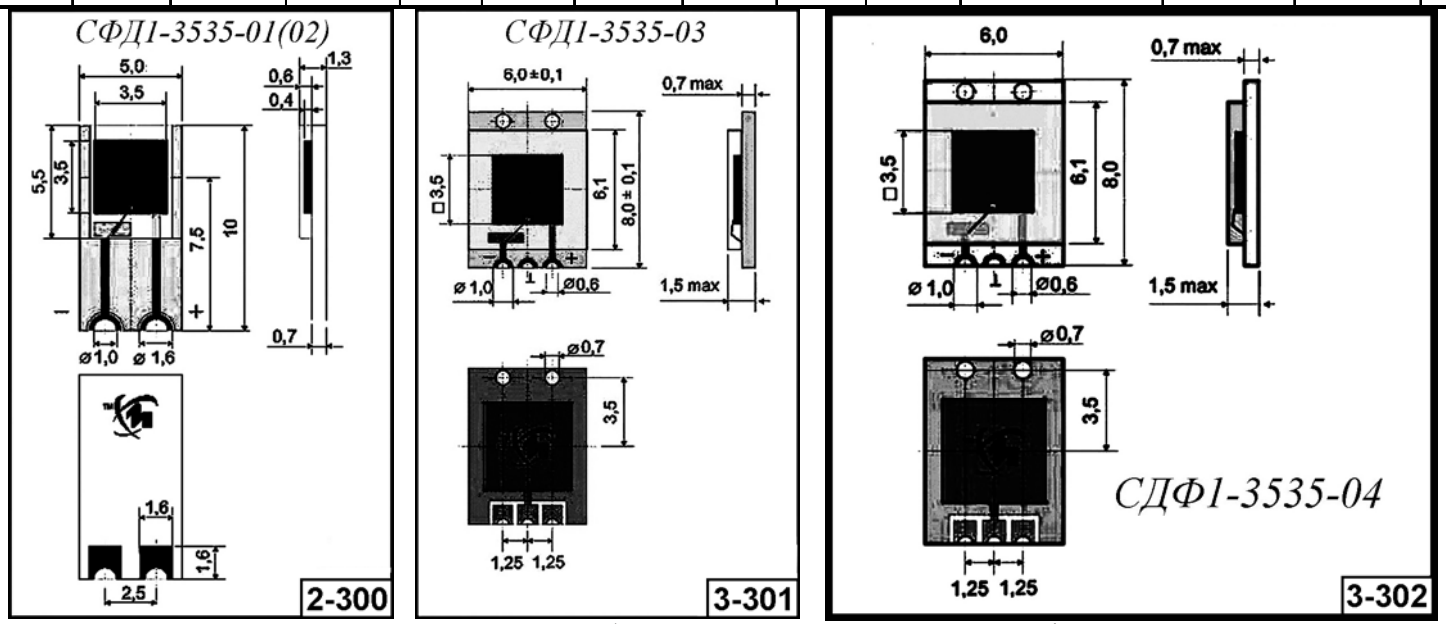


Рис.2.3.28а. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

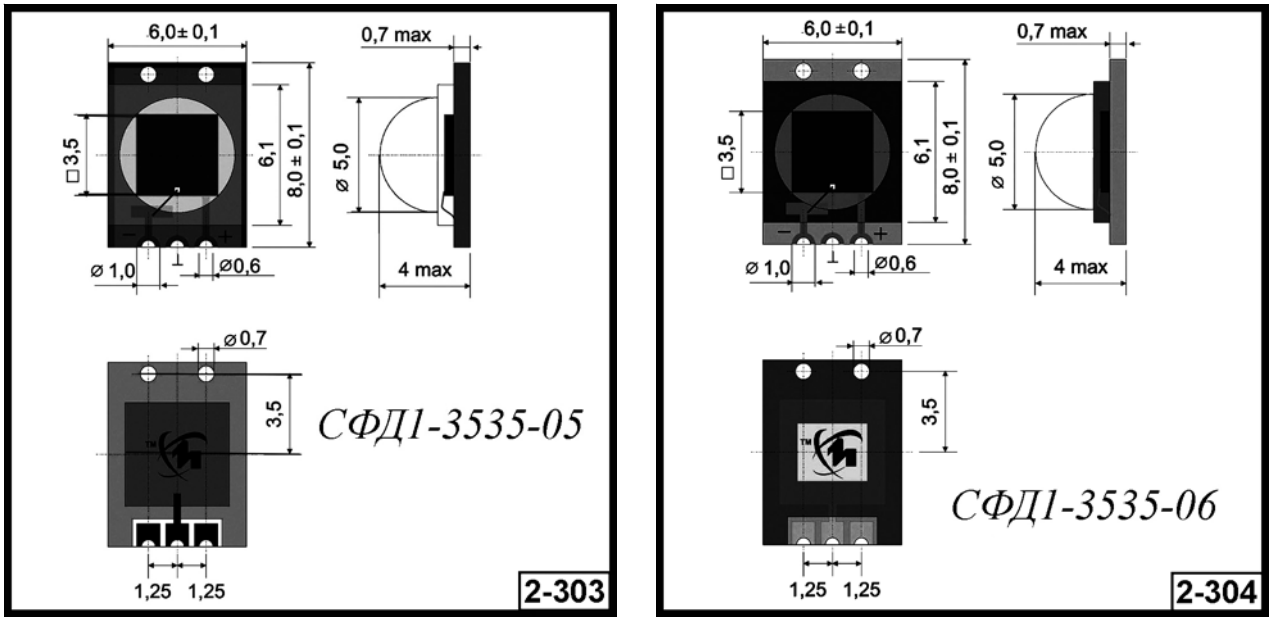


Рис.2.3.28б. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.29. Кремниевые фотодиоды КДФМ2-02, КДФМ4-02, КДФМ4-03, СДФ4-01, СДФ4-02, СДФ4-03, СДФ4-04 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,89 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.29. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.29..

Таблица 2.3.29. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}C

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра						
	КДФМ2-02	КДФМ4-02	КДФМ4-03	СДФ4-01	СДФ4-02	СДФ4-03	СДФ4-04
Размер фоточувствительного элемента, мм	1,2 x 3	1,7 x 1,7	1,7 x 1,7	1,7 x 1,7	1,7 x 1,7	1,8 x 1,8	1,8 x 1,8
Рабочий спектральный диапазон, $\Delta\lambda$, мкм	0,4 – 1,1	0,4 – 1,1	0,4 – 1,1	0,4 – 1,1	0,7 – 1,1	0,4 – 1,1	0,4 – 1,1
Максимум спектральной характеристики, $\lambda_{макс}$, мкм	-	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Плоский угол зрения, град	-	120	90	90	120	120	120
Площадь фоточувствительного элемента, мм^2	3,5	2,75	2,75	2,75	2,75	3,2	3,2
Число элементов	2	4	4	4	4	4	4
Межэлементный зазор, мм	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
Размер чипа, мм	2,8 x 3,2	3,8 x 3,8	3,8 x 3,8	3,8 x 3,8	3,8 x 3,8	2,0 x 2,0	2,0 x 2,0
Рабочее напряжение питания, В	5…10	5…10	5…10	5…10	5…10	5…10	5…10
Фототок при U=5В, E=0,5 мВт/см^2, мкА	9…12	7…9	7…9	7…10	4,5 ...7	7 …8	7…9
Разброс значений фототока, %	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Монохроматическая чувствительность, А/Вт:							
при λ=365 нм	-	0,12	0,12	0,12	-	0,12	-
при λ=660 нм	-	0,38	0,38	0,38	-	0,38	-
при λ=780 нм	-	0,48	0,48	0,48 (	0,48	0,48	0,4
при λ=830 нм	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Темновой ток, при $U_П$=10В типичный (макс), нА	1(<10)	1(<10)	1(<10)	1(<10)	1(<10)	1(<10)	1(<10)
Емкость элемента, при F=1 МГц, $U_п$=0, пф	<55	<55	<45	<45	<45	<55	<55
Время нарастания (спада) при Uп=15В, $R_Н$=50 Ом, нс	-	25	25	25	25	25	12 (12,5)
Габаритные размеры, мм, не более	∅9,2 x 4,3	7,4 x 7,8 x 2	∅9,2 x 4,3	6 x 8 x 1,4	6 x 8 x 1,4	6 x 8 x 1,4	6 x 8 x 1,4
Диапазон рабочих температур, ^{o}C	-60…+85	-20…+100	-60…+85	-20…+85	-20…+85	-20…+85	-20…+85
№ рисунка	2-305	2-306	2-307	2-308	2-309	2-310	2-311

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

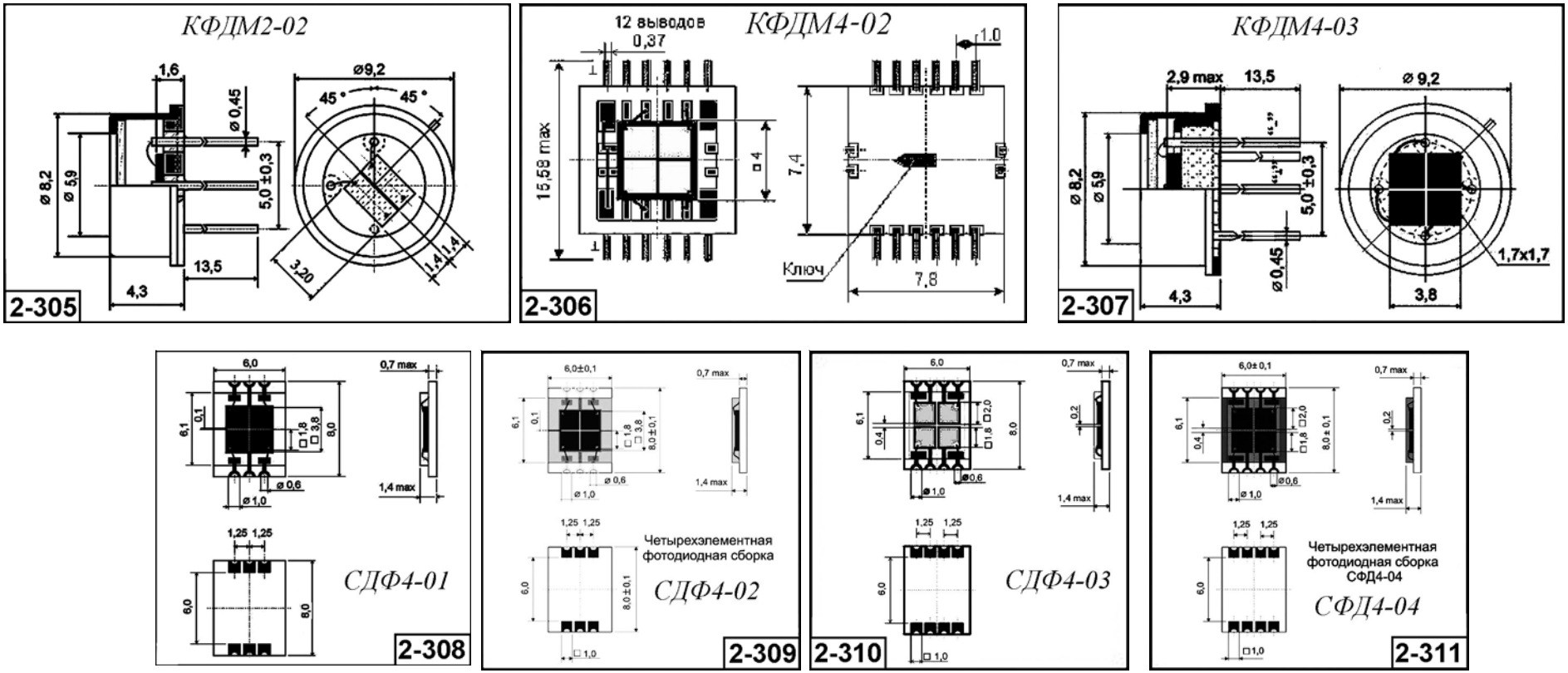


Рис.2.3.29. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.30. Кремниевые фотодиоды СДФ4-05, СДФ4-07, СДФ4-08, СДФ4-09, СДФ12-02, СДФ16-01 [$\Delta\lambda$=0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,89 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.30. Внешний вид и габаритные размеры приведены- на рис. 2.3.30.

Таблица 2.3.30. Основные параметры кремниевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}C

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра					
	СДФ4-05	СДФ4-07	СДФ4-08	СДФ4-09	СДФ12-02	СДФ16-01
Размер фоточувствительного элемента, мм	2,2 x 0,9	0,19 x 2,0	0,19 x 2,0	-	-	-
Рабочий спектральный диапазон, $\Delta\lambda$, мкм	0,4 – 1,1	0,35 – 1,1	0,7 – 1,1	0,4 – 1,1	0,7 – 1,1	0,35 – 1,1
Максимум спектральной характеристики, $\lambda_{макс}$, мкм	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Плоский угол зрения, град	120	120	120	120		120
Площадь фоточувствительного элемента, мм^2	1,6	3,5	0,38	1,57	3,5	1,57
Число элементов	4	4	20	16	12	16
Межэлементный зазор, мм	0,4	0,4	0,01	0,27		0,27
Размер чипа, мм	2,4 x 1,1	4,4 x 3,2	4,4 x 3,2	2,3 x 1,05	1,4 x 3,2	2,3 x 1,05
Рабочее напряжение питания, В	5…10	5…10	5…10	5…10	5…10	5…10
Фототок при U=5В, E=0,5 мВт/см^2, мкА	7…10	9,5…10	5…5,5	3,5…4	8…11,5	3,5…4
Разброс значений фототока, %	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Монохроматическая чувствительность, А/Вт:						
при λ=365 нм	0,12	-	-	-	-	-
при λ=660 нм	0,38	-	-	-	-	-
при λ==780 нм	0,48	-	-	-	-	-
при λ=830 нм	0,5	-	-	-	-	-
Темновой ток, при $U_П$=10В типичный (макс), нА	1(<5)	1(<5)	1(<5)	1(<5)	1(<10)	1(<5)
Емкость элемента, при F=1 МГц, $U_п$=0, пф	<25	<55	<40	<25	<55	<25
Время нарастания (спада) при $U_П$=15В, $R_Н$=50 Ом, нс	10 (11)	-	-	-	-	-
Габаритные размеры, мм, не более	6 x 8 x 1,4	10,5 x 25 x 2	6 x 8 x 1,4	-	6 x 21 x 1,4	12 x 25 x 2
Диапазон рабочих температур, ^{o}C	-20…+85	-20…+85	-20…+85	-20…+85	-20…+85	-20…+85
№ рисунка	2-312	2-313	2-314	-	2-315	2-316

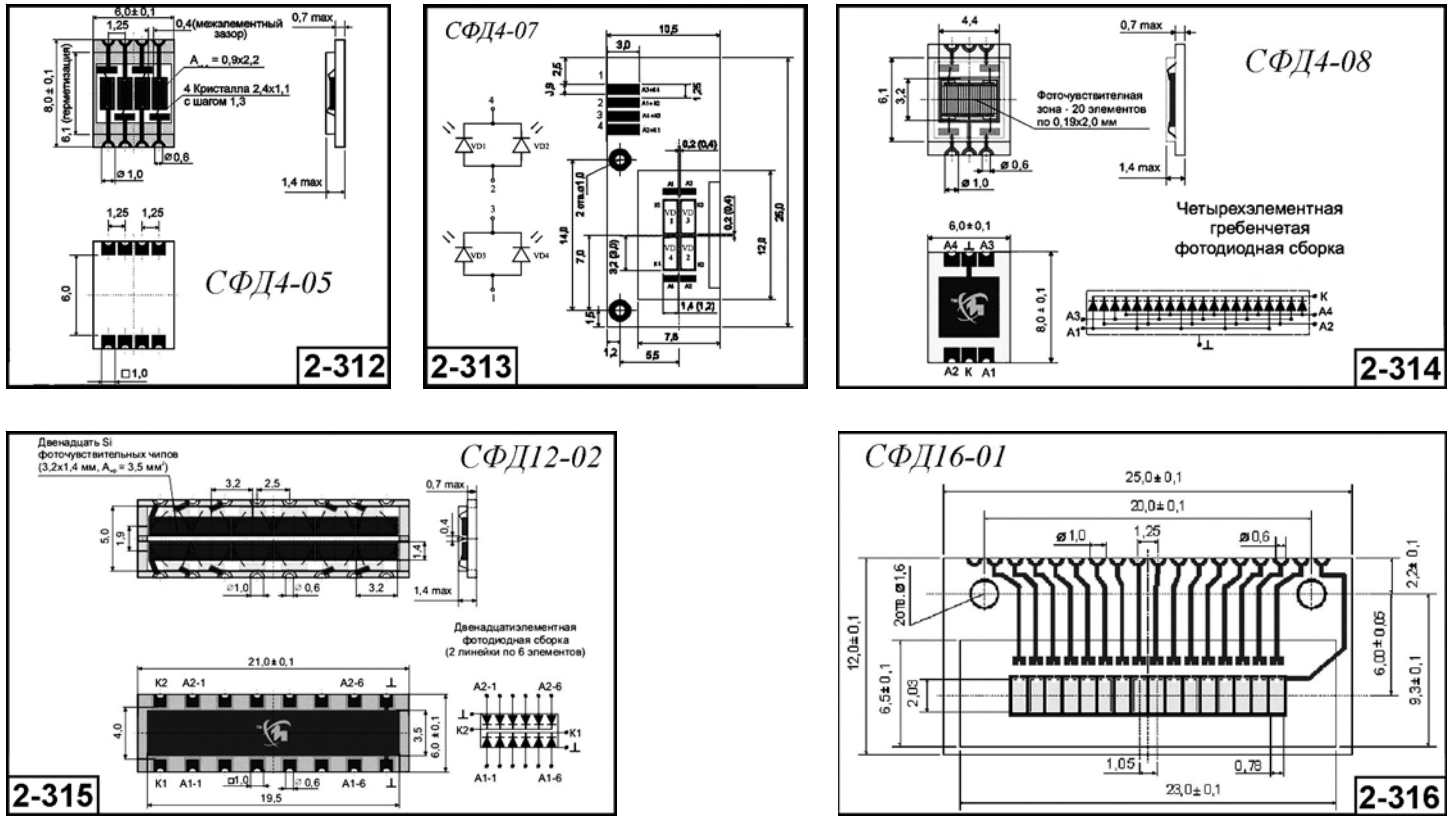


Рис.2.3.30. Внешний вид, габаритные размеры кремниевых фотодиодов.

2.3.1.30д. Кремниевый фотоприемник APDS [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,89 мкм]

Фотоприемник APDS, оснащенный кремниевым фотодиодом ФД-24К или ФД-7К, размещен в оригинальном корпусе.

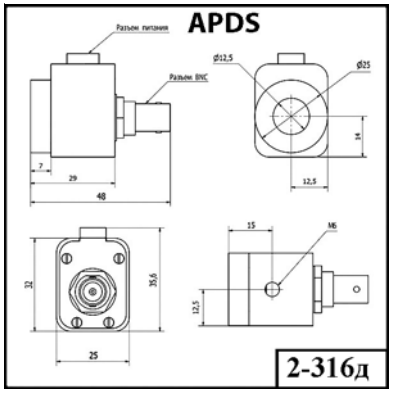
Предназначен для измерения средней мощности излучения в видимой и ближней инфракрасной областях спектра.

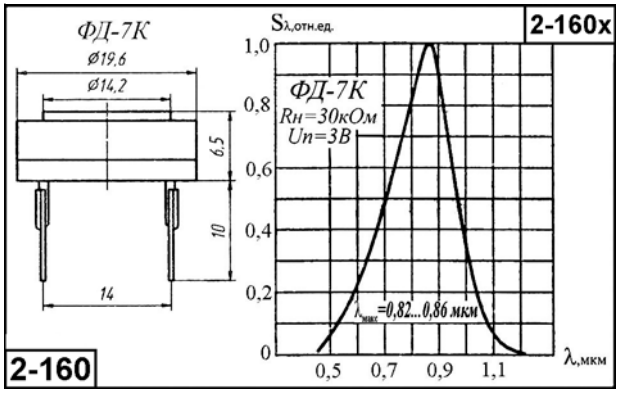
Крепление фотоприемника осуществляется либо на установочный стержень с резьбой М6, либо зажимом в оправу диаметром 25 мм. Основные параметры фотоприемника приведены в таблице 2.3.30д. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис. 2.3.30д.

Таблица 2.3.30д. Основные параметры фотоприемника APDS при температуре 20±5^{0}C

Наименование параметра. Единица измерения.	**Норма параметра**
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4 -1,1
Максимум спектральной зарактеристики, мм	0,82 - 0,86
Площадь фоточувствительной площадки, мм^2	78,5
Постоянная времени, мкс	10
Интегральная токовая чувствительность, А/лм	6 * 10^{-3}
Напряжение питания, В	12
Габаритные размеры, мм	48 x 25 x 35.6
Тип выходного разъема	BNC
№ рисунка	2-316д







а) б) в)

Рис.2.3.30д. Внешний вид (а) , габаритные размеры (б) и относительная спектральная характеристика (в). кремниевого фотоприемника APDS.

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

2.3.1.30д1. Кремниевые фотодиоды 2ОФ137А, 2ОФ137Б, 2ОФ137В, 2ОФ137Г [$\Delta\lambda$=0,6...1,1; $\lambda_{макс}$=0,94 мкм]

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.30д1, внешний вид, габаритные размеры - на рис. 2.3.30д1.

Таблица 2.3.30д1. Основные параметры фотодиодов 2ОФ137А, 2ОФ137Б, 2ОФ137В, 2ОФ137Г

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/ Норма параметра								Условия измерений, Т, °С
	2ОФ137А		2ОФ137Б		2ОФ137В		2ОФ137Г		
	не менее	не более	не менее	не более	не менее	не более	не менее	не более	
Размеры фоточукствительного элемента, мм	0,85 x 0,85				0,6 x 0,6				
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,6…1,1								
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,94 ± 0,02								
Плоский угол зрения, градусов	20	-	36	-	36	-	20	-	20
Фототок, мкА	1,5	-	0,75	-	0,38	-	0,19	-	20, 85
	1,2	-	0,6	-	0,3	-	0,15	-	-60
Темновой ток, мкА	-	0,03	-	0,03	-	0,03	-	0,03	20, -60
	-	1,0	-	1,0	-	1,0	-	1,0	85
Емкость фотодиода, не более, пФ	10								20
Обратное напряжение смещения, В	не более 20								
Максимально допустимое обратное напряжение смещения при времени воздействия не более 3 мин, В	30								
Максимально допустимая рассеиваемая мощность фотодиода, Вт	0,35								
Габаритные размеры корпуса без выводов, мм, [№ рис.]	∅5 x 9 [2-316д1]				∅3 x 5 [2-316д2]				

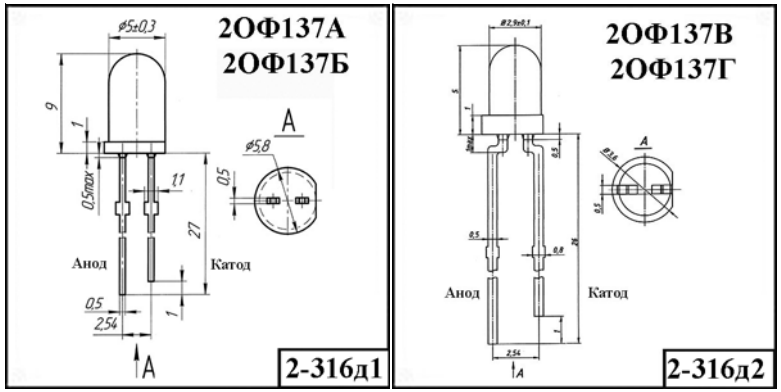


Рис.2.3.30д1. Внешний вид и габаритные размеры фотодиодов 2ОФ137А, 2ОФ137Б, 2ОФ137В, 2ОФ137Г

2.3.1.31. Двухспектральные фотодиоды ФДПК-1, ФДПК-2 и ФД-2Ц [Δλ=0,3...1,1; $\lambda_{макс}$=0,65 и 0,5 мкм] и [Δλ=0,4...1,8; $\lambda_{макс}$=0,85 и 1,5 мкм]

Фотоприемники ФДПК-1 и ФДПК-2 представля.т собой два фотодиода, расположенных на одной оптической оси и имеющих параллельные выходы.от фоточувствительного элемента. Корпус металлостеклянный, герметичный.

Фотоприемник ФД-2Ц "двухцветный", Реализован на основе двух фоточувствительных элементов из кремния и германия. Входное окно плпское из стекла. Корпус металлостеклянный, герметичный.

Фотопримники используются в двухканальных системах, принимающих излучение от объекта наблюдения в различных спектральных диапазонах, датчиках пожарной охраны и высокотемпературных радиометрах и т.д..

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.31, внешний вид, габаритные размеры и ОСХ - на рис. 2.3.31.

Таблица 2.3.31 .Основные параметры фотодиодов ФДПК-1, ФДПК-2 и ФД-2Ц при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	ФДПК-1		ФДПК-2		ФД-2Ц	
	Верхний диод	Нижний диод	Верхний диод	Нижний диод	Первый канал	Второй канал
Площадь активной области, мм^2	4	7,1	7,1	7,1	0,2	0,2
Размер активной области, мм	2 x 2	Ø3	Ø3	Ø3	∅0,5	∅0,5
Материал чувствительного элемента	кремний	кремний	кремний	кремний	кремний	германий
Спектральный диапазон, мкм	0,3...1,1	0,85...1,1	0,3...1,1	0,95...1,1	0,4...1,1	1,1...1,8
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,65	1,05	0,92	1,05	0,85	1,5
Интегральная чувствительность, S_I, мА/лм	-	-	-	-	4 ...6	5 ...7
Спектральная чувствительность, $S_□$, (λ=0,65 мкм), А/Вт	0,33	0	0,3	0	-	-
Спектральная чувствительность, $S_□$, (λ=0,9 мкм), А/Вт	0,13	0,002	0,46	0	-	-
Спектральная чувствительность, $S_□$, (λ=1,04 мкм), А/Вт	0,03	0,07	0,37	0,08	-	-
Емкость, пф, не более	250	150	600	600	50	50
Напряжение питания, В	-	-	-	-	200	30
Темновой ток, нА, не более	100	100	100	100	0,001	5 - 10 мА
Диапазор рабочих температур, °С	-	-	-	-	-60…+60	
Габаритные размеры (без выводов), мм	∅16 x 4.5				∅9 x 4,5	
Масса, г, не более					1,0	
№ рисунка	2-317				2-318	

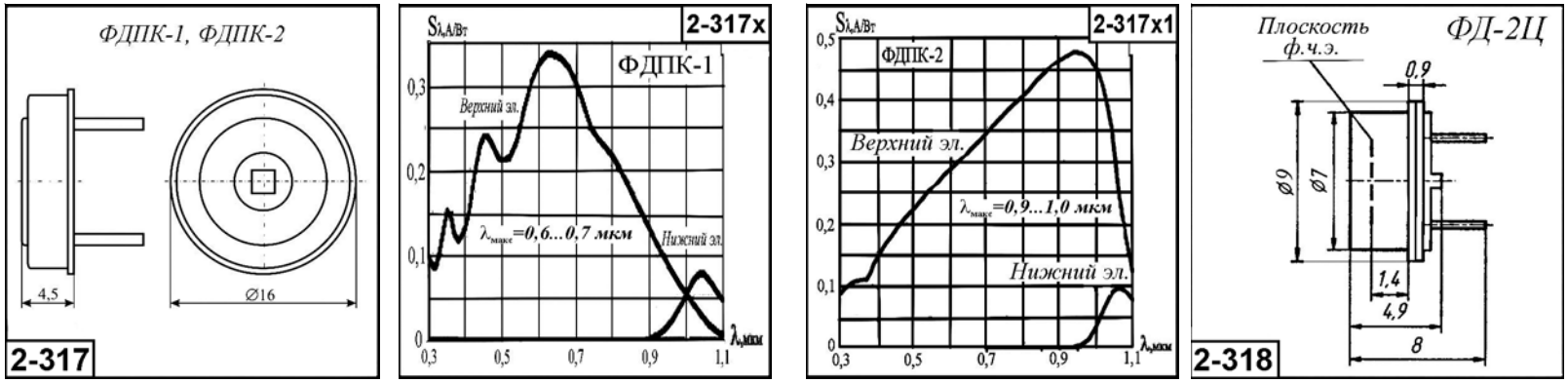


Рис. 2.3.31. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики фотодиодов ФДПК-1, ФДПК-2 и ФД-2Ц

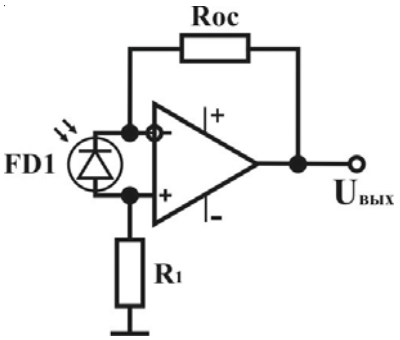
2.3.1.32д. Негеметизированные кремниевые PIN-фотодиоды ФД «Альфа 3», ФД «Гранит», ФД «Квант», ФД «Порог», ФД «Порог 2»

Таблица 2.3.31д. Основные параметры негерметизированных кремниевых PIN-фотодиодов

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм (кол-во элементов)	$\Delta\lambda$, мкм	λ макс, мкм	U_P, В	I_T, мкА, не более	S_λ А/Вт, не менее	ΔT, °С	Габаритные размеры, мм, не более
ФД “Альфа 3”	20 x 2,6	0,4…1,1	0,8	10	0,1	0,4	20±10	б/к
ФД “Гранит”	0,27 x 2 (36 эл.) или 0,6 x 1,2 (36 эл.)	0,25…1,1	0,8	0,01	5×10^{-6} (5В)	0,18 (λ=0,4 мкм)	20±10	б/к
ФД “Квант”	100^2	0,2…1,05	0,8	0,01	4	0,1	20±10	б/к
ФД “Порог”	10 x 10	0,4…1,1	0,8	10	0,001	0,3 (λ=0,63 мкм)	20±10	б/к
ФД “Порог 2”	20 x 20	0,4…1,1	0,8	10	0,01	0,3 (λ=0,63 мкм)	20±10	б/к

2.3.1. Кремниевые фотодиоды

При выборе режима работы фотодиода руководсвуются конкретными условиями работы ФД с учетом его энергетической характеристики. На рис. 2.31д. приведена типичная энергетическая (нагрузочная) характеристика кремниевого фотодиода, которая представляет два основных режима работы прибора: **фотодиодный и фотовольтаический.**



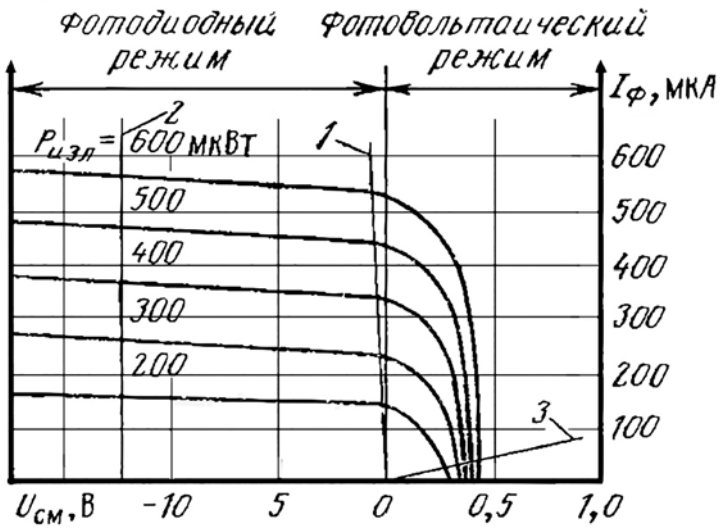
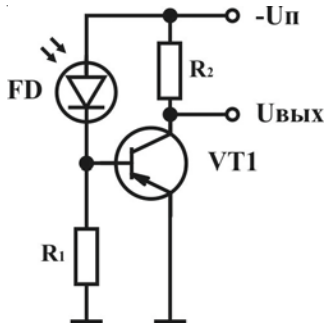
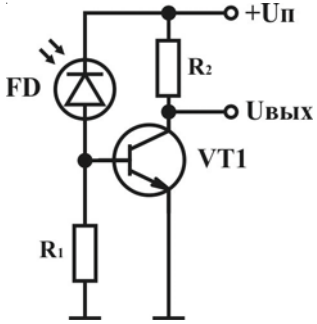
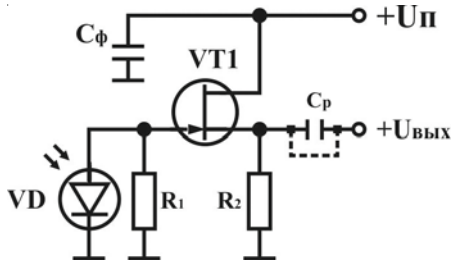


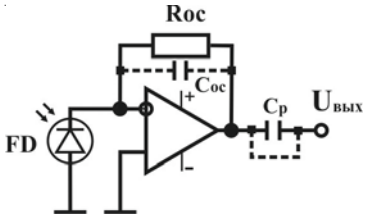
Рис. 2.31д. Энергетичесие храктеристики кремниевого фотодиода:

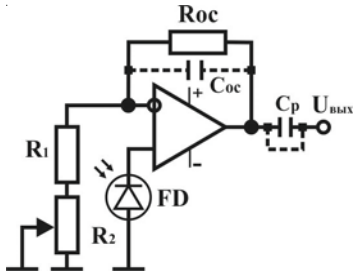
1— нагрузочная характеристика несмещенного фотодиода при почти нулевом сопротивлении нагрузки; ***2***—то же при смещении на фотодиоде —13 В и почти нулевом сопротивлении нагрузки; ***3*** — то же несмещенного фотодиода при большом сопротивлении нагрузки. (где $I_ф$ — фототок; $U_{см}$ — напряжение смещения фотодиода, $P_{изл}$ - поток излучения, падающий на ф.ч.э.).











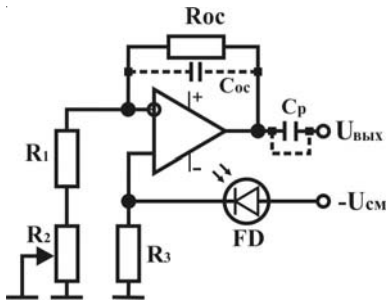


Рис.2.31д1.Типовые характеристики включения фотодиода:

Глава 2.3.2. Кремниевые фототранзисторы

Кремниевые фототранзисторы предназначены для применения в качестве приемников и датчиков инфракрасного излучения в составе оптико-электронной аппаратуры, систем фотоэлектрической автоматики и бесконтактного измерения температуры, вычислительной и измерительной техники, программно-управляемого оборудования и приборов, работающих в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,1 мкм.

Фототранзисторы (ФТ) , в отличие от фотодиодов содержат два p-n перехода, за счет чего достигается дополнительное усиление фотосигнала.

Кремниевые фототранзисторы имеют более высокую интегральную чувствительность, чем фотодиоды и больший темновой ток , но значительно меньшую граничную частоту. Кроме того, у них выше уровень шумов и сильнее зависимость темнового тока от температуры.

Кремниевые фототранзисторы, как правило, не имеют отдельного вывода базы.

Выпускаются в герметичных металлостеклянных или пластмассовых корпусах. Плюсовой вывод фототранзистора маркируется точкой на корпусе или цветной меткой на проволочном выводе. При отсутствии меток плюсовым является длинный вывод или двойной вывод фототранзистора.

Гарантированный ресурс работы кремниевых фототранзисторов, в зависимости от типа, составляет от 1000 до 10000 часов.

Основные параметры кремниевых фототранзисторов приведены в табл. 2.3.32а ....2.3.32в. Внешний вид и габаритные размеры фототранзисторов приведены на рис.2.3.32 ... 2.3.34.

Принятые обозначения и сокращения в главе 2.3.2:

$\mathbf{A_{ФЧЭ}}$ – размер (мм) или площадь фоточувствительной площадки, мм^2 ; $\mathbf{\Delta\lambda}$ – область спектральной чувствительности, мкм; $\mathbf{\lambda_{макс}}$ – максимум спектральной характеристики, мкм; $\mathbf{U_{К\text{-}Э}}$ – рабочее напряжение (коллектор-эмиттер), В; $\mathbf{I_T}$ – темновой ток, мкА; $I_ф$ – фототок или ток сигнала, А; $\mathbf{\tau}$ - постоянная времени по спаду или нарастанию фототока, с $\mathbf{\Delta T}$ - диапазон рабочих температур, ^oC; $\mathbf{S_{инт}}$ – интегральная токовая чувствительность, мкА/лк или А/лм

2.3.2.1. Фототранзисторы КОФ-224А, КОФ-224Б, КТФ102А, КТФ102А, КТФ102А1, КТФ102АМ, КТФ102А4, КТФ102ASp [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85...0,95 мкм]

Основные параметры фототранзисторов приведены в табл. 2.3.32а. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика (ОСХ) приведены на рис. 2.3.32.

Таблица 2.3.32а. Основные параметры кремниевых фототранзисторов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Афчэ, мм	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uк-э, В, не более	Iт, мкА, не более	Sинт мкА/лк, не менее	Sинт А/лм не менее	Iф, мкА, не менее	τ, с, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.], не более	№ рис.
КОФ-224А	1,5х4 (эфф.)	0,4…1,1	0,95	5	1	0,7	-	-	$8*10^{-7}$	-60…+55	4,5 х 4 х 2 [0,8]	2-320
КОФ-224Б	1,5х4 (эфф.)	0,4…1,1	0,95	5	0,1	0,7	-	-	$2*10^{-7}$	-60…+55	4,5 х 4 х 2 [0,8]	2-320
КТФ102А	0,64 мм^2	0,73…1,05	0,87	5	1	-	-	950 [при Е=0,5 мВт/см^2]; 200 [при Е=0,1 мВт/см2, λ=0,85 мкм]	$5*10^{-7}$	-10…+55	4,5 х 4,5 х 4,2 [0,2]	2-321
КТФ102А	5 мм^2 (эфф.)		0,85	5	1	-	-	200 [при Е=60 мВт/см^2, λ=0,85 мкм]	$5*10^{-7}$	-25…+55	4,2 х 4,8 х 5,9 [0,2]	2-321
КТФ102А1	1 мм^2 (эфф.)		0,85	5	1	-	-	200 мкА [при Е=60 мВт/см^2, λ=0,85 мкм]	$5*10^{-7}$	-25…+55	2,2 х 2,2 х 2,8 [0,2]	2-322
КТФ102АМ	0,64 мм^2	0,73…1,05	0,87	5	1	-	-	950 [при Е=0,5 мВт/см^2]; 200 [при Е=0,1 мВт/см2, λ=0,85 мкм]	$5*10^{-7}$	-10…+55	2,2 х 2,2 х 2,8 [0,2]	2-325
КТФ102А4	3,5 мм^2 (эфф.)		0,85	5	1	-	-	100 [при Е=60 мВт/см^2, λ=0,85 мкм]	$5*10^{-7}$	-25…+55	4,5 х 4,8 х 2,6 [0,2]	2-323
КТФ102А Sp	0,64 мм^2	0,73…1,05	0,87	5	1	-	-	950 мкА [при Е=0,5 мВт/см^2]; 200 [Е=0,1 мВт/см2, λ=0,85 мкм]	$5*10^{-7}$	-10…+55	∅5,3 х 7,1 [0,2]	2-326

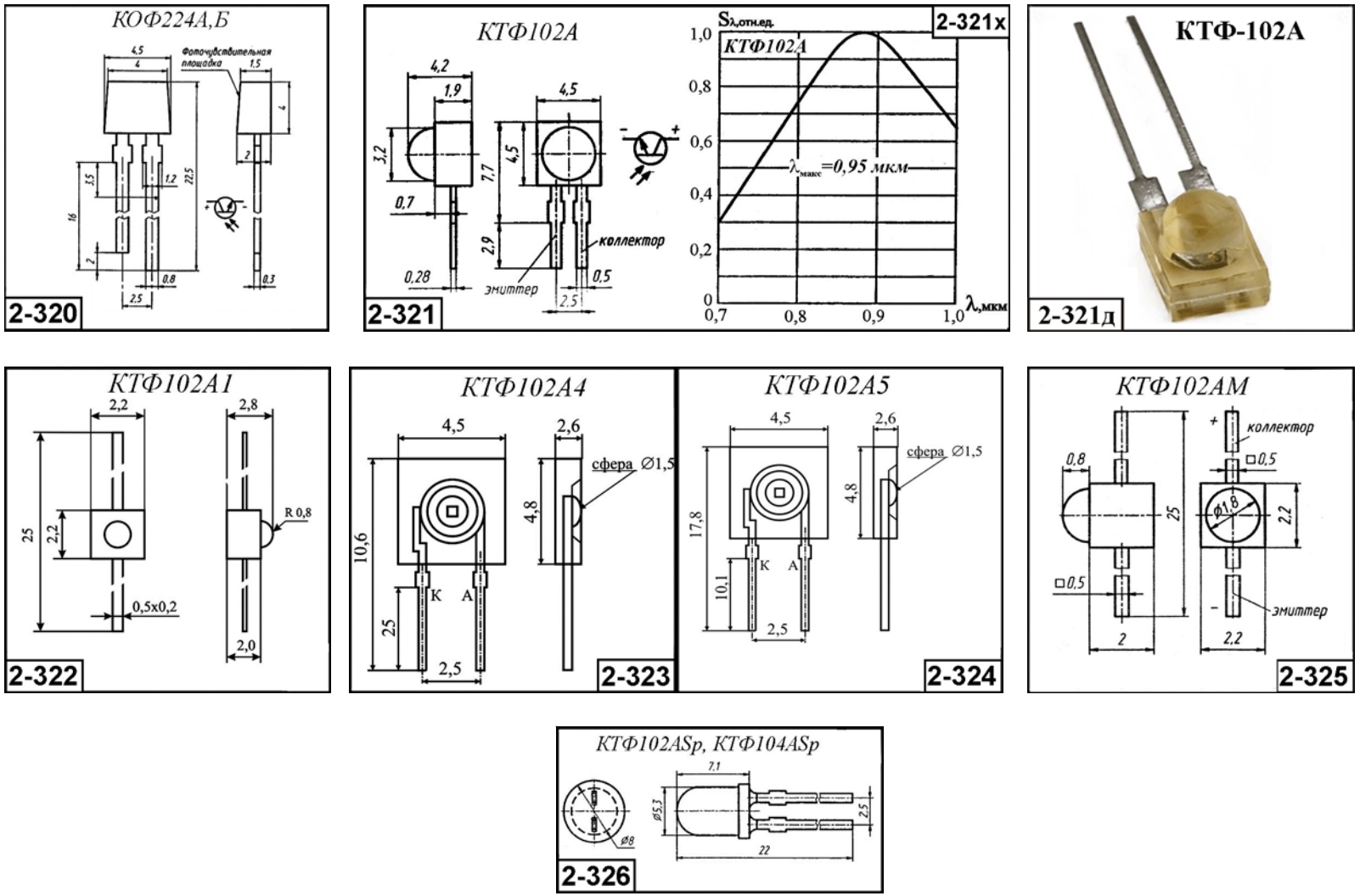


Рис 2.3.32. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики кремниевых фототранзисторов.

2.3.2.2. Фототранзисторы КТФ104А, КТФ104Б, КТФ104В, КТФ104А Sp, КТФ102А5, КТФ108А, КТФ109А, У208А, У208Б, У208В [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85...1,08 мкм]

Основные параметры фототранзисторов приведены в табл. 2.3.32б. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.33.

Таблица 2.3.32б. Основные параметры кремниевых фототранзисторов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Афчэ, мм	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uк-э, В, не более	Iт, мкА, не более	Sиинт мкА/лк, не менее	Sиинт А/лм не менее	Iф, мкА, не менее	τ, с, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.], не более	№ рис.
КТФ104Б	16 мм^2 (эфф.)	0,4…1,1	0,85	8,5	5	-	-	100 [при Е=7 лк,λ=0,85 мкм]	5*10^{-7}	-25…+55	4,2 x 4,8 x 4,2 [0,2]	2-327
КТФ104В	16 мм^2 (эфф.)	0,4…1,1	0,85	8,5	5	-	-	50 [при Е=7 лк, λ=0,85 мкм]	5*10^{-7}	-25…+55	4,2 x 4,8 x 4,2 [0,2]	2-327
КТФ104А Sp	44 мм^2 (эфф.)	0,4…1,1	0,85	8,5	1	-	-	150 [при Е=7 лк,λ=0,85 мкм]	5*10^{-7}	-10…+55	∅5,3 x 7,1 [0,2]	2-326
КТФ102А5	3,5 мм^2 (эфф.)	0,4…1,1	0,85	5	0,001	-	-	200 [при Е=60 мВт/см^2, λ=0,85 мкм]	5*10^{-7}	-25…+55	4,5 x 4,8 x 2,6 [0,2]	2-324
КТФ108А	1 мм^2 (эфф.)	0,76…0,96	0,8…0,9	10	0,025	-	-	400 [при Е=20 мВт/см^2, λ=0,85 мкм]	-	-10…+70	4,4 x 3,5 x 3,5 [1]	2-328
КТФ109А	2,5 x 3 (эфф.)	0,4…1,1	1,08	5	0,5	-	-	80 [при Е=0,3 мВт/см^2,λ=0,85 мкм] (S_{88}= 0,25А/Вт при λ=0,83 мкм)	1*10^{-7}	-60…+55	4 x 2,5 x 5,6 [0,15]	2-329
У208А	∅5,3 (эфф.)	0,8…1,1	0,87	5…15	0,01	-	-	500 [при Е=0,5 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	2*10^{-8}	-60…+70	∅5,3 x 9 [1]	2-330
У208Б	∅5,3 (эфф.)	0,8…1,1	0,87	5…15	0,01	-	-	1000 [при Е=0,5 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	2*10^{-8}	-60…+70	∅5,3 x 9 [1]	2-330
У208В	∅5,3 (эфф.)	0,8…1,1	0,87	5…15	0,01	-	-	2000 [при Е=0,5 мВт/см^2, λ=0,87 мкм]	2*10^{-8}	-60…+70	∅5,3 x 9 [1]	2-330

Примечание: Угол обзора для фототранзисторов У-208(А,Б,В) составляет 30 град. Для остальных приборов - в документации не указывается.

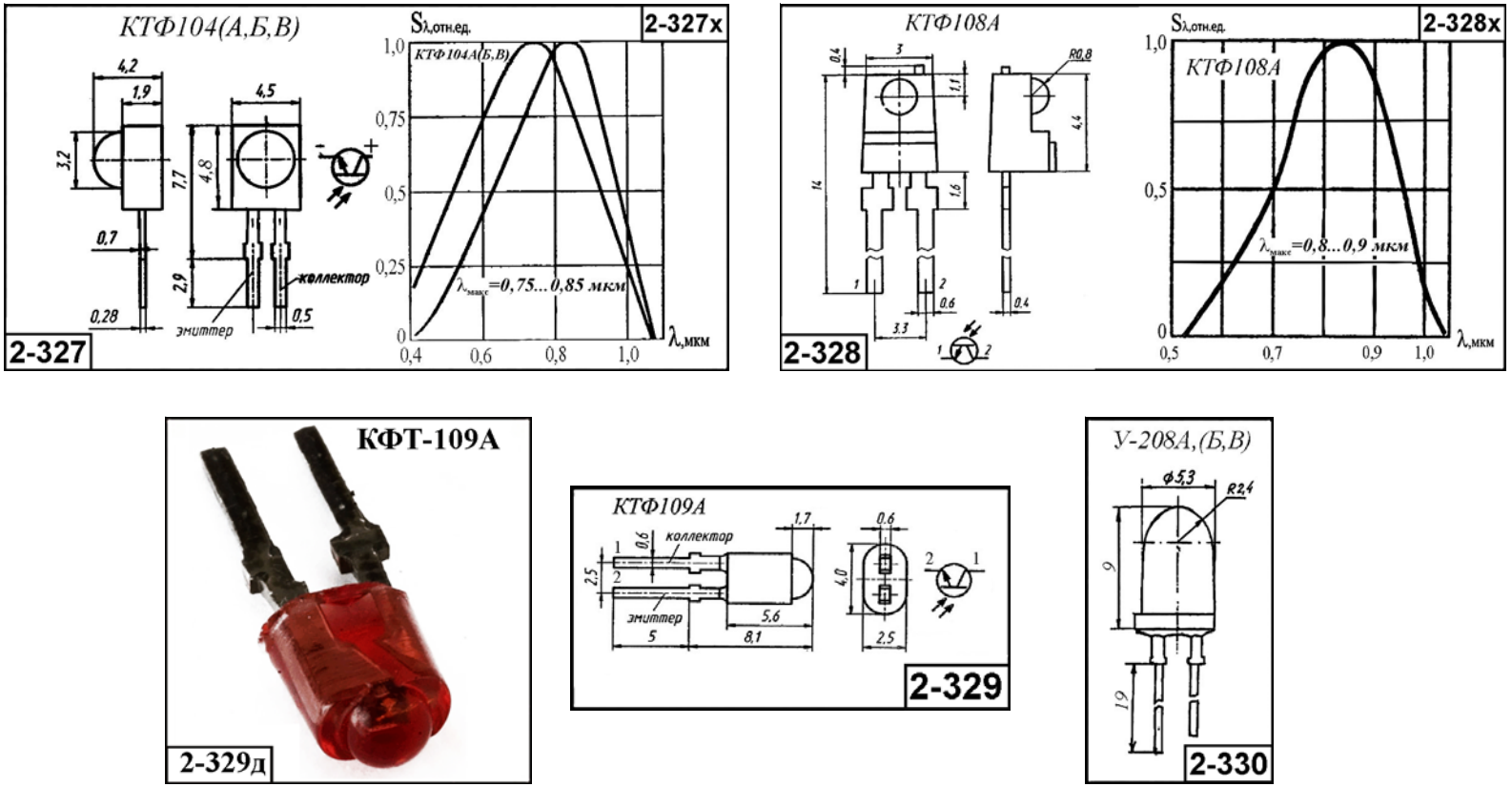


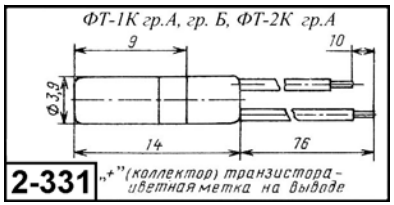
Рис. 2.3.33. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика кремниевых фототранзисторов.

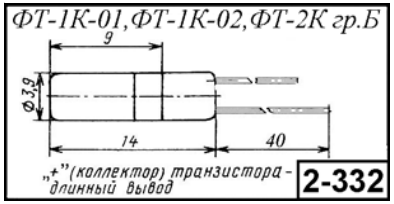
2.3.2.3. Фототранзисторы ФТ-1К гр.1, ФТ-1К гр.2, ФТ-1К-01, ФТ-1К-02, ФТ-2К гр.А, ФТ-2К гр.Б, ФТ-7Б, ФТ-7Б-01, ФТ-8Б [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85...0,95 мкм]

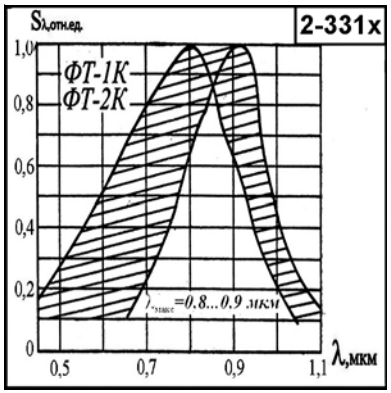
Основные параметры фототранзисторов приведены в табл. 2.3.32в. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведены на рис. 2.3.34.

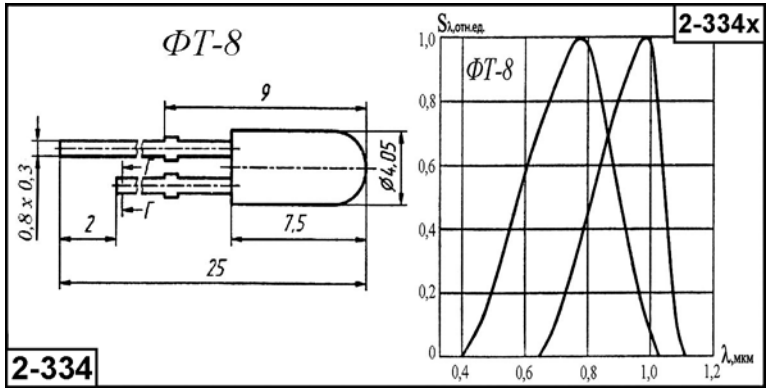
Таблица 2.3.32в. Основные параметры кремниевых фототранзисторов при температуре 20±5^{0}С.

Тип прибора	$А_{ФЧЭ}$, мм	$\Delta\lambda$, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_{К-Э}$, В, не более	$I_Т$, мкА, не более	$S_{uинт}$ мкА/лк, не менее	$S_{uинт}$ А/лм не менее	$I_ф$, мкА, не менее	τ, с, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.], не более	№ рис.
ФТ-1К гр.А	∅0,8	0,5…1,1	0,85	5	3	0,4	-	-	$8*10^{-5}$	-60…+75	∅3,9 x 14 [0,9]	2-331
ФТ-1К гр.Б	∅0,8	0,5…1,1	0,85	5	1	0,2	-	-	$8*10^{-5}$	-60…+75	∅3,9 x 14 [0,9]	2-331
ФТ-1К-02	∅0,8	0,5…1,1	0,85	5	0,2	2	-	-	$8*10^{-5}$	-60…+75	∅3,9 x 14 [0,9]	2-232
ФТ-2К гр.А	∅1,8	0,5…1,1	0,85	5	3	0,4	-	-	$8*10^{-5}$	-60…+75	∅3,9 x 14 [0,9]	2-331
ФТ-2К гр.Б	∅1,8	0,5…1,1	0,85	5	1	0,2	-	-	$8*10^{-5}$	-60…+75	∅3,9 x 14 [0,9]	2-232
ФТ-7Б	∅1,1	0,4…1,1	0,85	20	0,005	-	0,4	200 [при Е=1000 лк]	$1,5*10^{-6}$	-15…+45	∅4x 5 [0,5]	2-333
ФТ-7Б-01	∅1,1	0,4…1,1	0,85	20	0,005	-	0,35	2000 [при Е=1000 лк]	$1,5*10^{-6}$	-15…+45	∅4x 5 [0,5]	2-333
ФТ-8Б	∅0,5	0,5…1,1	0,9-0,95	5	0,1	2	-	-	$2*10^{-5}$	-60…+75	∅4,05 x 7,5 [0,9]	2-334









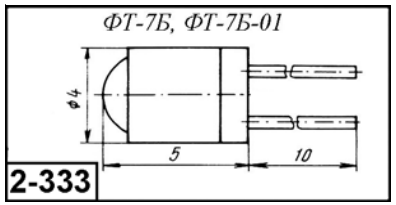


Рис. 2.3.34. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика кремниевых фототранзисторов.

Глава 2.3.3. Фотоприемные устройства на основе кремниевых фотодиодов

Глава 2.3.3.1.Фотоприемные устройства для регистрации медленно изменяющихся сигналов

2.3.3.1.1. Фотоприемные устройства ФУО-125, ФУО-131А, ФУО-131Б, ФУО-132, ФУО-138А, ФУО-138Б [$\Delta\lambda$=0,37...1,1; $\lambda_{макс}$=0,5...0,93 мкм]

Фотоприемные устройства ФУО-125, ФУО-131А, ФУО-131Б, ФУО-132, ФУО-138А, ФУО-138Б предназначены для регистрации медленно изменяющихся сигналов в диапазоне 0,4...1 мкм. В состав ФПУ входят: кремниевый фотодиод и предварительный усилитель.ФПУ размещаются в планарных металлостеклянных корпусах, оснащенных светофильтром.

Краткая характеристика и области применения устройства приведены в табл. 2.2.33. Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.3.34. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис.2.3.35 и 2.3.35а.

Таблица 2.3.33. Краткая характеристика и области применения ФУО-125, ФУО-131А, ФУО-131Б, ФУО-132, ФУО-138А, ФУО-138Б

Тип ФПУ	Область применения. Краткая характеристика
ФУО-125	Измерение низких уровней освещенности. ФПУ одноканальное, высокочувствительное, усиление медленно изменяющихся сигналов, термостабилизация, линейный выход. Светофильтр СЗС-22. Герметичный металостеклянный 3-х выводной корпус,
ФУО-131А, ФУО-131Б	Устройства фотоэкспонометрии. ФПУ - одноканальное, высокочувствительное, усиление медленно изменяющихся сигналов, термокомпенсация, цепь внешней балансировки, инвертирующий и неинвертирующий выход. Герметичный стандартный 14-ти выводной корпус (401.14-4.04, 14), светофильтр СЗС-22 (ФУО-131А)
ФУО-132	Устройства фотоэкспонометрии. ФПУ - одноканальное, высокочувствительное, усиление медленно изменяющихся сигналов, цепь внешней балансировки, инвертирующий и неинвертирующий выход. Герметичный стандартный 14-ти выводной корпус (401.14-4.04, 14), светофильтр СЗС-22.
ФУО-138А, ФУО-138Б	Устройства фотоэкспонометрии. ФПУ - одноканальное, высокочувствительное, усиление медленно изменяющихся сигналов, 2 цепи внешней балансировки, логарифмический выход. Герметичный стандартный 16-ти выводной корпус (4112.16-1 или 4112.16-1.02). Светофильтр СЗС-22 (ФУО-138А).

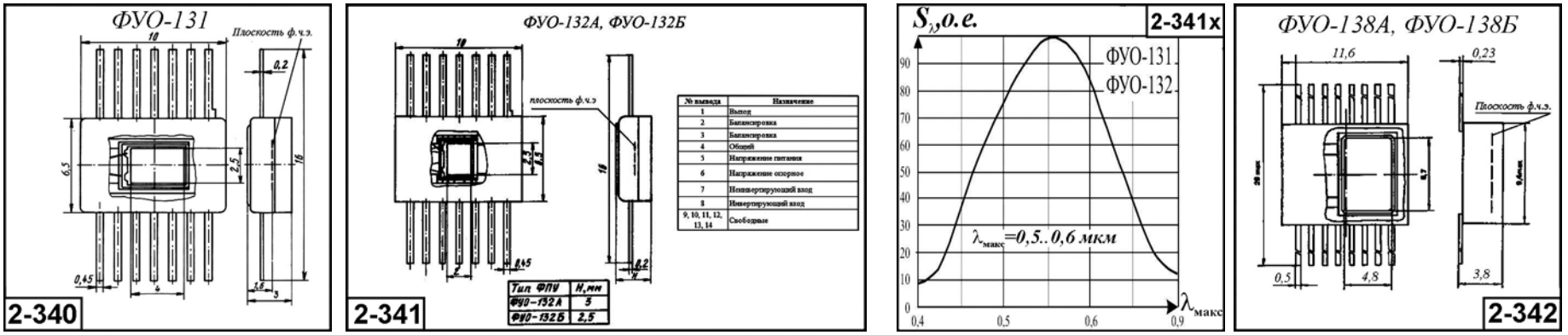


Рис. 2.3.35. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ ФПУ ФУО-125, ФУО-131А, ФУО-131Б, ФУО-132, ФУО-138А, ФУО-138Б

Таблица 2.3.34. Основные параметры ФПУ ФУО-125, ФУО-131А, ФУО-131Б, ФУО-132, ФУО-138А, ФУО-138Б при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/ Норма параметра				
	ФУО-125	**ФУО-131**	**ФУО-132**	**ФУО-138А**	**ФУО-138Б**
Размеры фоточувствительного элемента, мм	16 мм^2	10 мм^2	5 мм^2	30 мм^2	30 мм^2
Плоский угол зрения, град, не менее	120	-	-		
Размер входного окна, мм	∅3,18	2,5 х 4	2,5 х 2	4,8 х 6,7	4,8 х 6,7
Коротковолновая граница спектральной чувствительности, мкм	0,4…0,48	0,37…0,44	0,37…0,44	0,45	0,45
Длинноволновая граница спектральной чувствительности, мкм	0,65…0,7	0,67…0,8	0,67…0,8	0,67…0,8	1,05…1,1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,53…0,57	0,5…0,6	0,5…0,6	0,5…0,6	0,73…0,93
Спектральный коэффициент перехода от источника излучения типа «А» и «В»	-	-	1…1,3	1…1,3	-
Диапазон рабочих освещенностей, лк	10^{-2}…10^4	10^{-4}…10^3	10^{-3}…10^3	10^{-3}…10^3	10^{-3}…10^3
Нелинейность энергетической характеристики напряжения фотосигнала в диапазоне (не более):					
0,01 - 0,1 лк, %	10	30	30	15…30 мВ	15…30 мВ
0,1 - 1000 лк, %		15	15		
Крутизна энергетической характеристики, мВ/ступень	50…100	17…20	17…20	-	-
Температурный коэффициент напряжения фотосигнала, % / ^{o}С, не более	1 мВ/град	1,0 (0,3 мВ/град)	1,0 (1,2…2,0 мВ/град)	-	-
Время нарастания/спада выходного сигнала, (Е = 10 лк), с, не более	0,02/0,01	0,1/0,00015	0,1/0,00015	0,00065/0,00015	0,00065/0,00015
Напряжение фотосигнала при освещенности 1 лк , В	-	0,88…0,98	0,88…0,98	-	-
Напряжение питания , В	4…5,6	4…6	4…6	-	-
Ток потребления, мА, не более	5	3,5	3,5	7	7
Диапазон рабочих температур, ^{o}С	-20…+45	-20…+45	-20…+45	-20…+50	-25…+50
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	∅9,5 х 4,4	9,4 х 11,6 х 3,8	9,4 х 11,6 х 3,8	9,4 х 11,6 х 3,8	9,4 х 11,6 х 3,8
Масса, г	2	0,6	0,4	1	
№ рисунка	2-343	2-340	2-341	2-342	

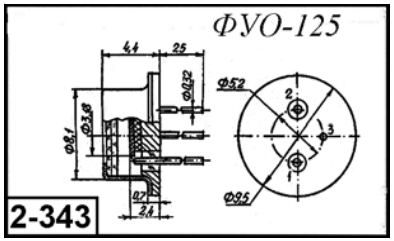


Рис. 2.3.35а. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ ФУО-125.

2.3.3.1.2. Фотоприемное устройство "Заход" [$\Delta\lambda$=0,45...0,75; $\lambda_{макс}$=0,55 мкм]

Фотоприемное устройство "Заход" предназначалось для использования в экспонометрической технике при регистрации медленно изменяющихся сигналов в диапазоне 0,45...0,75 мкм. В состав ФПУ входят: кремниевый фотодиод и предварительный усилитель.ФПУ размещается в стандартном металлокерамическом корпусе, оснащенном светофильтром из стекла СЗС-22. Материал окна - пластмасса.

Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.3.35, внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.37.

Табл. 2.3.35. Основные параметры ФПУ "Заход" при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Размеры фоточувствительного элемента, мм	30 мм^2
Размер входного окна, мм	6,7 x 4,6
Область спектральной чувствительности, мкм	0,45…0,75
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,55
Диапазон рабочих освещенностей, лк	$1*10^{-3}$…$1*10^{3}$
Параллельный сдвиг выходных характеристик, ступ.	
при Е=$1*10^{-3}$ лк	1,5
при Е=$3*10^{-3}$ лк	1,0
при Е> $1*10^{-2}$ лк	0,5
Время нарастания выходного сигнала, с, не более	0,02
Время спада выходного сигнала, с, не более	0,01
Напряжение питания , В, (ток потребления, мА)	4…6 (8)
Диапазон рабочих температур, ^{o}С	-20…+50
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	9,4 x 11,6 x 3,8
Масса, г	1
№ рисунка	2-344

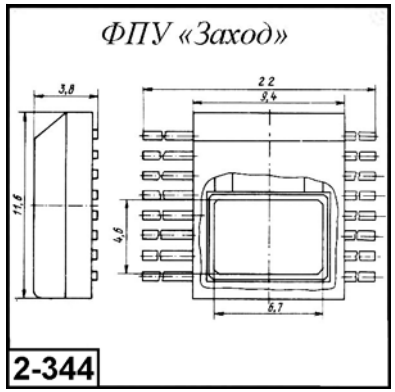


Рис. 2.3.36. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ "Заход"

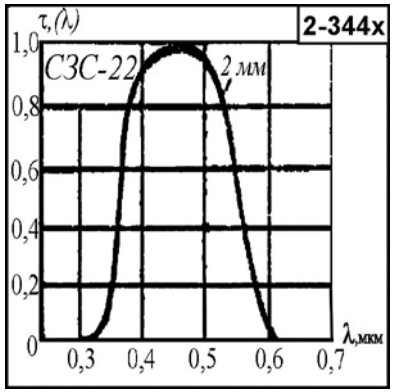


Рис. 2.3.36а. Спектральная характеристика светофильтра из стекла СЗС-22.

2.3.3.1.3. Фотоприемные устройства ФУО-127, ФУО-134, ФУО-135, ФУО-139, ФУО-148, ФУО-148-01 [Δλ=0,37...1,1мкм]

Фотоприемные устройства ФУО-127, ФУО-134, ФУО-135, ФУО-139, ФУО-148, ФУО-148-01 предназначены для использования в экспонометрической технике. Краткая характеристика и области применения ФПУ приведены в табл.2.3.36, а некоторые параметры в табл. и 2.3.37

Таблица 2.3.36. Краткая характеристика и области применения ФУО-127, ФУО-134, ФУО-135, ФУО-139, ФУО-148, ФУО-148-01

Тип ФПУ	Область применения. Краткая характеристика
ФУО-127	Датчик медленно изменяющейся мощности ИК-излучения. ФПУ - одноканальное, высокочувствительное, усиление медленно изменяющихся сигналов, линейный выход. Нестандартный герметичный 6-ти выводной корпус.
ФУО-134	Датчик медленно изменяющейся мощности ИК-излучения. ФПУ – одноканальное, высокочувствительное, усиление медленно изменяющихся сигналов, 2 цепи балансировки, цепь установки начального уровня, линейный выход. Герметичный нестандартный 12-ти выводной корпус.
ФУО-135	Датчик медленно изменяющейся мощности ИК-излучения. ФПУ - одноканальное, высокочувствительное, усиление медленно изменяющихся сигналов, трансимпедансный усилитель, линейный выход. Герметичный нестандартный 6-ти выводной корпус.
ФУО-139	Устройства фотоэкспонометрии. ФПУ - одноканальное, высокочувствительное, усиление медленно изменяющихся сигналов, термокомпенсация, цепь внешней балансировки, инвертирующий и неинвертирующий выход. Герметичный стандартный 14-ти выводной корпус. Светофильтр СЗС-22.
ФУО-148, ФУО-148-01	Устройства фотоэкспонометрии.ФПУ - одноканальное, высокочувствительное, усиление медленно изменяющихся сигналов, выход термозависимого опорного напряжения, цепь внешней балансировки, линейный и логарифмический выходы. Герметичный стандартный 14-ти выводной корпус (401.14-4.04 или 401.14-4.01). Светофильтр СЗС-22.

Таблица 2.3.37. Некоторые параметры фотоприемных устройств ФУО-127, ФУО-134, ФУО-135, ФУО-139, ФУО-148, ФУО-148-01

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра					
	ФУО-127	**ФУО-134**	**ФУО-135**	**ФУО-139**	**ФУО-148**	**ФУО-148-01**
Размеры фоточувствительного элемента, мм	∅2,3	∅5,98	∅10	2,5x2	2,5x2	2,5x2
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4...1.1	0,4...1.1	0,4...1.1	0,37...1,1	0,37 - 0,8	0,37 - 0,8
Напряжение питания , В	± 15,0	± 15,0	± 15,0			
Ток потребления, мА, не более	10	10	10			
Диапазон рабочих температур, °С	-20…+45	-20…+45	-20…+45	-20…+45	-20…+45	-20…+45
Тип корпуса. Габаритные размеры без выводов, мм, не более	Нестандартный герметичный 6-ти выводной корпус.	Нестандартный герметичный 12-ти выводной корпус.	Нестандартный герметичный 6-ти выводной корпус.	9,4 x 11,6 x 3,8 (светофильтр СЗС-22)	9,4 x 11,6 x 3,8 (светофильтр СЗС-22)	9,4 x 11,6 x 3,8 (светофильтр СЗС-22)
Масса, г	2	-	2	1	1	1

2.3.3.1.3д. Фоточувствительная микросхема КА1808ВВ3

Фоточувствительная БИС КА1808ВВ3 предназначена для построения автоматизтрованных устройств отределения экспозиции. Структурная схема прибора приведена на рис. 2.3.36д, а основные параметры - в табл. 2.3.36д.

В состав микросхемы КА1808ВВ3 входят: две фотодиодных матрицы VDM1, VDM2; компаратор уровней освещенности CMP, устанавливающий максимум сигнала при идентичности освещенности VDMl, VDM2; блок коррекции напряжения DKU; блок согласования DW, объединяющий четыре выхода CMP и представляющий собой дифференциальный усилитель с отрицательной обратной связью; блок сравнения DS, осуществляющий запоминание амплитуды выходного сигнала в момент идентичности уровней освещенности.

БИС КА1808ВВ3 размещается в металло-стеклянном 16-ти выводном корпусе (См. Рис. 2.3.36д3)

На рис. 2.3.36д1. приведены цоколевка и таблица назначения выводов, на рис. 2.3.36д2. приведена схема включения КА1808ВВ3 в схему фотокамеры.

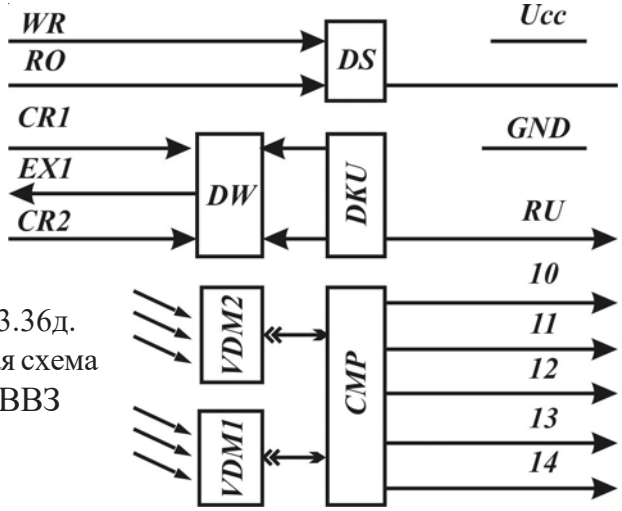


Рис. 2.3.36д. Структурная схема КА1808ВВ3



Рис. 2.3.36д3. Внешний вид схемы КА1808ВВ3

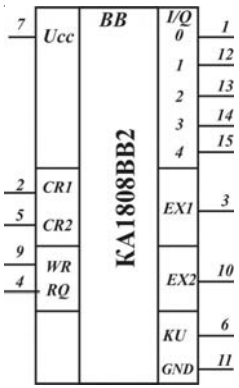


Рис. 2.3.36д1.

Таблица 2.3.36д. Основные параметры КА1808ВВ3.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Рабочий спектральный диапазон, мкм	~0,4…0,8
Рабочий диапазон освещенности, лм	от 10^{-1} до 10^{4}
Напряжение питания, В	6
Выходное напряжение высокого уровня В	>3
Выходное напряжение низкого уровня В	<0,4
Ток потребления, мА	20

№ вывода	Назначение
1	Выход блока сравнения уровней освещенности
2	Вход блока согласования
3	Выход блока согласования
4	Вход блока сравнения
5	Вход блока согласования
6	Выход "контроль напряжения блока коррекции"
7	Питание
9	Вход блока сравнения
10	Выход блока сравнения
11	Общий
12…15	Выводы схем сравнения уровней освещенности
8, 16	Свободные

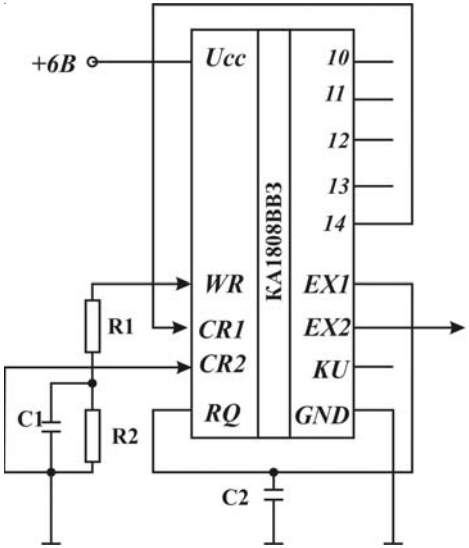


Рис. 2.3.36д2. Схема включения БИС КА1808ВВ3 в схему фотокамеры

Один из выходов I (4 - 0), помеченный точкой, по которому электрические параметры не соответствуют ТУ, не подключается ко входу CR1, остальные четыре объединяются. При отсутствии точки ко входу CR1 подключаются любые четыре выхода из пяти.

Номиналы элементов обращения выбираются: R1 = 0,5…1 кОм, R2 = 5…10 кОм, C1 = 0,5…5,0 мкФ, C2= 10 пФ.

Микросхема обрабатывает световой сигнал, лежащий в диапазоне освещенности от 10^{-1} до 10^{4} лм. Сигнал управления снимается с выхода EX2.

Глава 2.3.3.2. Фотоприемные устройства для регистрации импульсного лазерного излучения

2.3.3.2.1. Фотоприемные устройства ФУО-119, ФУО-119-01, ФУО119-02.01 [$\Delta\lambda$=0,6...1,1; $\lambda_{раб}$=1,06 мкм]

Фотоприемные устройства ФУО-119, ФУО-119-01, ФУО-119-02.01 для регистрации импульсного лазерного излучения в диапазоне 0,6...1,1 мкм.

В состав ФПУ входят: кремниевый лавинный фотодиод, предварительный усилитель с элементами автоматической регулировки усиления, схема поддержания рабочей точки (ФУО-119, ФУО-119-01), элемент системы термостабилизации (ФУО-119-02.01), пороговое устройство (выходные ТТЛ – уровни), стабилизатор низковольтного питания, фильтры питающих напряжений.

Основные параметры ФПУ ФУО-119, ФУО-119-01, ФУО-119-02.01 приведены в табл. 2.3.38, а внешний вид на рис. 2.3.38

Таблица 2.3.38. Основные параметры ФПУ типа ФУО-119, ФУО-119-01, ФУО119-02.01 при температуре 20±5^{0}C

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра		
	ФУО-119	ФУО-119-01	ФУО-119-02.01
Область спектральной чувствительности, мкм	0,6…1,1		
Рабочая длина волны, мкм	1,06		
Диаметр фоточувствительного элемента, мм	0,5		
Рабочая длительность импульса, нс	10		
Пороговая чувствительность к импульсному излучению (t=10 нс, при отношении Vc/Vш=1), Дж, не более	$6*10^{-16}$		
Тип выходного сигнала	цифровой (ТТЛ)		
Напряжение питания, В:			
электронного тракта	12		
фотодиода	-500		
Диапазон рабочих температур, ^{o}C	-40…+50	-50…+50	-60…+60
Габаритные размеры, мм, не более	45 x 35 x 16		
Масса, г, не более	60		



Внешний вид ФПУ ФУО119

Рис 2.3.37. Вид ФПУ ФУО-119 со стороны входного окна.

2.3.3.2.2. Фотоприемное устройство УФУР01 (ФУЛ113) [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм]

Восьмиканальное фотоприемное устройство УФУР01 (ФУЛ113) предназначено для регистрации импульсного излучения в диапазоне 0,6...1 мкм в условиях фоновой засветки.

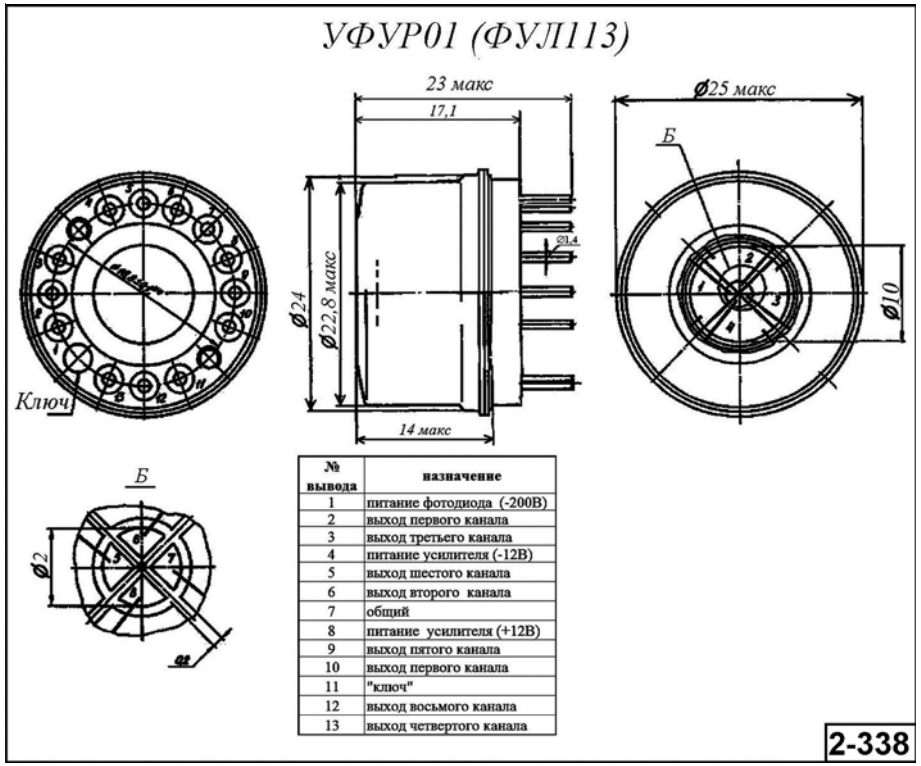
В состав ФПУ входят: 8-ми элементный Si p-i-n фотодиод с квадрантным расположением ф.ч.э., 8 предварительных усилителей и ключевая схема ВАРУ. Фоточувствительный элемент фотодиода представляет собой две концентрические окружности с диаметром 2,0 мм и 10 мм, разделенные на четыре одинаковых сектора, ширина зазора между секторами 200 мкм. ФПУ размещено в нестандартном герметичном металлостеклянном корпусе .Основные параметры ФПУ УФУР01 (ФУЛ113) приведены в табл. 2.3.39. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.38.

Применение: Системы ориентации, лазерной локации и дальнометрии.

Таблица 2.3.39. Основные параметры УФУР01 (ФУЛ113) при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Тип фотоприемника	Si радиально-секторный PIN фотодиод
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4…1,1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,8…0,9
Диаметр фоточувствительной зоны, мм	2,0 и 10,0
Количество фоточувствительных элементов	8
Площадь фоточувствительных элементов, мм^2	0,58 и 17,74
Межэлементный зазор между ФЧЭ, мм	0,2
Длительность входного импульса по уровню 0,5, нс	20±2
Длительность выходного импульса по уровню 0,5, нс	300
Тип выходного сигнала	аналоговый
Напряжение питания, В	
усилителя	±12
фотодиода	200±10
Ток потребления усилителя, мА, не более	5
Ток потребления фотодиода, мА, не более	0,5
Диапазон рабочих температур, °С	-40…+50
Габаритные размеры, мм	∅25 х 23
№ рисунка	2-344

Рис. 2.3.38. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ УФУР-01 (ФУЛ113)



2.3.3.2.3. Фотоприемные устройства ФУР124М, ФУР124М-01, ФУР124М-02, ФУР127 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм]

Восьми канальные фотоприемные устройства ФУР124М, ФУР124М-01, ФУР124М-02 и ФУР127 предназначены для регистрации импульсного лазерного излучения в диапазоне 0,6...1,1 мкм в условиях фоновой засветки. В состав ФПУ входят: 8-ми элементный Si p-i-n фотодиод с квадрантным расположением ф.ч.э., 8 предварительных усилителей и ключевая схема ВАРУ. Фоточувствительный элемент фотодиода представляет собой две концентрические окружности с диаметром 2,0 мм и 10,0 мм, разделенные на четыре одинаковых сектора. Ширина зазора между секторами 200 мкм. ФПУ размещено в нестандартном герметичном металло-стеклянном корпусе, аналогичном, приведенном на рис. 2.3.38. Основные параметры ФПУ УФУР01 (ФУЛ113) приведены в табл. 2.3.40, а внешний вид на рис. 2.3.39.

Применение: Системы ориентации, лазерной локации и дальнометрии.

Таблица 2.3.40. Основные параметры ФПУ типа ФУР124М, ФУР124М-01, ФУР124М-02, ФУР127 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра	
	наружние ФЧЭ	внутренние ФЧЭ
Количество элементов	4	4
Область спектральной чувствительности, мкм	0,6 - 1,1	
Рабочая длина волны, мкм	1,06	
Диаметр ФЧЭ, мм	10	2
Монгохроматическая вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	$1{,}0\cdot10^{4}$	
Разброс вольтовой монохроматической импульсной чувствительности между площадками, %, не более	15	
Пороговая чувствительности к импульсному излучению ($t_{имп}$=20 нс, при отношении Vc/Vш=1), Вт, не более	$1{,}0\cdot10^{-7}$	$0{,}6\cdot10^{-7}$
Динамический диапазон выходных сигналов от уровня шума, дБ, не менее	57	70
Динамический диапазон в режиме "ослаблено"	57	100
Тип выходного сигнала	аналоговый	
Напряжение питания электронного тракта, В	±12	
Напряжение питания фотодиода, В	-200 ±10	
Диапазон рабочих температур, °С	-40…+50	
Габаритные размеры, мм	∅24 x 20 и ∅25 x 17 (ФУР127)	
Масса, г, не более	30	



Внешний вид ФПУ ФУР124 и ФУР127

Рис 2.3.39. Внешний вид ФПУ ФУР124М и ФУР127.

2.3.3.2.4. Фотоприемное устройство «Сектор-2В» [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм]

Четырехканальное фотоприемное устройство “Сектор 2В” предназначено для регистрации импульсного лазерного излучения в диапазоне 0,6...1,1 мкм в условиях фоновой засветки.

В состав ФПУ входят: 4-х элементный кремниевый p-i-n фотодиод с квадрантным расположением ф.ч.э., 4 предварительных усилителя и ключевая схема ВАРУ. Фоточувствительный элемент фотодиода представляет собой концентрическую окружность , разделенную на четыре одинаковых сектора. ФПУ размещено в нестандартном герметичном металло-стеклянном корпусе. .Основные параметры ФПУ “Сектор В” приведены в табл. 2.3.41, а внешний вид и габаритные размеры на рис. 2.3.40.

Применение Системы ориентации, лазерной локации и дальнометрии.

Таблица 2.3.41. Основные параметры ФПУ “Сектор 2В” при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4…1,1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,8…0,9
Диаметр фоточувствительной зоны, мм	6,0
Количество фоточувствительных элементов	4
Межэлементный зазор между ФЧЭ, мм	0,1
Порог чувствительности , Вт, не более	$1*10^{-7}$
Порог чувствительностина фоне (мощность «фон/ФЧЭ» - не более $5x10^{-7}$ Вт), Вт, не менее	$1,8*10^{-7}$
Вольтовая чувствительность , В/Вт, не менее	$1*10^{4}$
Параметры выходного импульса:	
полярность	отрицательная
длительность по уровню 0,5, мкс	1…3
длительность переднего фронта, нс, не более	100
Коэффициент ступенчатого снижения чувствительности, %	10…25
Разброс между каналами, %, не более	4
Напряжение питания, В	усилит. ±12 , фотодиод (-180)
Ток потребления , мА, не более	усилит. 3,5, фотодиод (1,0)
Диапазон рабочих температур, °С	-40…+40
Габаритные размеры, мм	∅16,5 x 23
№ рисунка	2-345

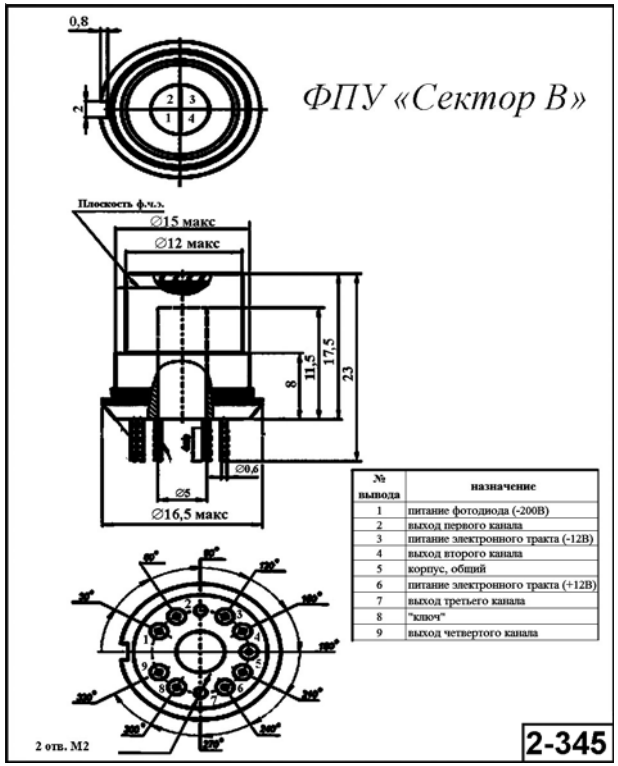


Рис. 2.3.40. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ “Сектор 2В”.

2.3.3.2.5. Фотоприемные устройства ФПУ-23, ФПУ-24Н, ФПУ-111 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм]

Четырех канальные фотоприемные устройства ФПУ-23 и ФПУ-24Н (ФПУ-111) предназначены для регистрации импульсного лазерного излучения в диапазоне 0,6...1,1 мкм в условиях фоновой засветки.

В состав ФПУ-23 входят: одноэлементный кремниевый p-i-n фотодиод, схема усиления и обработки сигнала, и ВИП.

В состав ФПУ-24Н входят: 4-х элементный Si p-i-n фотодиод с квадрантным расположением ф.ч.э., 4 предварительных усилителя и ключевая схема ВАРУ.

Фотоприемные устройства размещены в нестандартных металлостеклянных корпусах.

Основные параметры ФПУ-23 и ФПУ-24Н приведены в табл. 2.3.42, а внешний вид и габаритные размеры на рис. 2.3.41 и 2.3.42.

Применение Системы ориентации, лазерной локации и дальнометрии.

Таблица 2.3.42. Основные параметры ФПУ-23 и ФПУ-24Н при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра	
	ФПУ-23	ФПУ-24Н (ФПУ-111)
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,9…1,064	0,4…1,1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,8…0,9	0,8…0,9
Диаметр фоточувствительной зоны, мм	н/д	5
Количество фоточувствительных элементов	1	4
Длительность импульса засветки, нс	10 (λ=1,06 мкм)	20
Порог чувствительности , Вт, не более	$5*10^{-9}$	$1*10^{-7}$
Динамический диапазон по мощности, дБ	80	43
Амплитуда импульсов на выходе при засветке импульсным излучением, В, не менее (R_H=300 Ом)	2,4 (P=$3,7x10^{-9}$ Вт)	-
Временной сдвиг выходного электрического импульса, нс	6	-
Напряжение питания, В	усилит. ±6,3; фотодиод (-150…390)	усилит. 12 ; фотодиод (-55)
Ток потребления , мА, не более	усилит. ±:30; фотодиод (0,1)	усилит. 20; фотодиод (0,25)
Диапазон рабочих температур, °С	-50…+55	-60…+85
Габаритные размеры, мм, не более	60 x 33 x 12	∅34 x 15
Масса, г, не более	30	30
№ рисунка	2-346	2-347

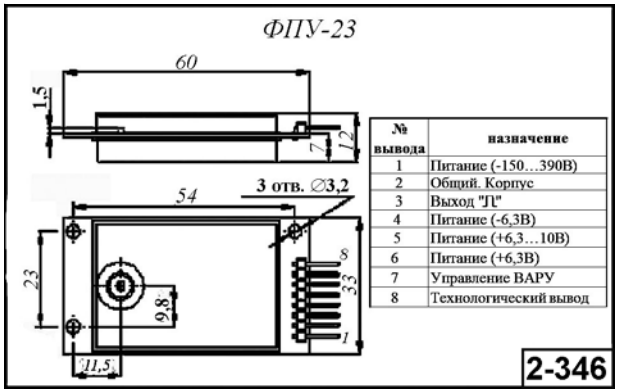


Рис.2.3.41. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-23.

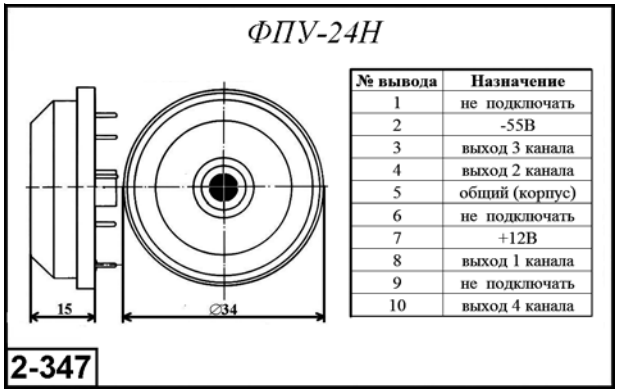


Рис.2.3.42. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-24Н.

2.3.3.2.6. Фотоприемные устройства УФУО02, УФУР-04, УФУР4, ФОН-2, ФУЛ-116, ФУЛ-117, ФУЛ-118, ФУЛ-119, ФУО-113, ФУО-136, ФУР136М, ФУО-146, ФУО-156 [Δλ=0,4...1,1 мкм]

Фотоприемные устройства предназначены для регистрации импульсного лазерного излучения в диапазоне 0,4...1,1 мкм. Краткая характеристика и области применения ФПУ приведены в табл.2.3.43, а некоторые параметры в табл. 2.3.44.

Таблица 2.3.43. Краткая характеристика и области применения УФУО02, УФУР-04, УФУР4, ФОН-2, ФУЛ-116, ФУЛ-117, ФУЛ-118, ФУЛ-119, ФУО-113, ФУО-136, ФУР136М, ФУО-146, ФУО-156.

Тип ФПУ	Область применения. Краткая характеристика
УФУО02	Одноканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. Термостабилизация ФД, ВАРУ, один предусилитель, линейный выход. Нестандартный 8-ми выводной герметичный металлостеклянный корпус.
УФУР-04	Четырехканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. ВАРУ, 4 ключа , 4 предусилителя и 4 линейных выхода. Нестандартный 13-и выводной герметичный металлостеклянный корпус.
УФУР4	Восьмиканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. ВАРУ, 4 ключа центральных каналов, 8 предусилителей и 8 линейных выходов. Нестандартный 13-ти выводной герметичный металлостеклянный корпус.
ФОН-2	Одноканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. Термостабилизация ФД, ВАРУ, один предусилитель, линейный выход. Нестандартный 8-ми выводной герметичный металлостеклянный корпус.
ФУЛ-116	Четырехканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. 4 - двухступенчатых ВАРУ, 4 ключа , 4 предусилителя, 4 линейных выхода. Нестандартный 24-ти выводной герметичный металлостеклянный корпус.
ФУЛ-117	Пятиканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. 5 - ВАРУ, 5 предусилителей, 5 линейных выходов. Нестандартный 15-ти выводной герметичный металлостеклянный корпус.
ФУЛ-118	Четырехканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. По два дифференциально включенных фотодиода. Плоский угол зрения 180^{o}. 4 предусилителя, 4 биполярных импульсных выхода. Нестандартный 10-ти выводной герметичный металлостеклянный корпус.
ФУЛ-119	Четырехканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. Широкая полоса пропускания, самотестирование, синхронный детектор, 4 предусилителя, 4 линейных выхода.
ФУО-113	Одноканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. Три каскада ВАРУ, один предусилитель, линейный выход. Нестандартный 10-ти выводной герметичный металлостеклянный корпус.
ФУО-136	Одноканальное ФПУ для измерения мощности импульсного лазерного излучения. Один предусилитель, линейный выход. Нестандартный 4-х выводной герметичный металлостеклянный корпус.
ФУР136М	Восьмиканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. ВАРУ, 4 ключа центральных каналов, 8 предусилителей и 8 линейных выходов. Нестандартный герметичный металлостеклянный корпус.
ФУО-146	Одноканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. ВАРУ, один предусилитель, линейный выход. Нестандартный 7-ми выводной герметичный металлостеклянный корпус.
ФУО-156	Одноканальное ФПУ для регистрации импульсного лазерного излучения. Один предусилитель, один линейный выход. Нестандартный герметичный металлостеклянный корпус.

Таблица 2.3.44. Основные параметры ФПУ УФУО02, УФУР-04, УФУР4, ФОН-2, ФУЛ-116, ФУЛ-117, ФУЛ-118, ФУО-113, ФУО-136, ФУР136М, ФУО-146, ФУО-156.

Тип ФПУ	Область спектральной чувствительности, Δλ, мкм	Тип фотодиода	Размеры ф.ч.э., мм	Кол-во ф.ч.э (каналов)	Рабочене напряжение ФПУ, $U_Р$, В	Ток потребления ФПУ, $I_{потр}$, мА, не более	Рабочее напряжение фотодиода, $U_{р.фд}$, В
УФУО02	0,4-1,1	Si p-i-n ФД	∅0,45 (0,16 мм^2)	1	-	-	135
УФУР-04	0,4-1,1	Si p-i-n, радиально-секторный	R=10 (4 мм^2)	4	±12	50	200
УФУР-4	0,4-1,1	Si p-i-n, радиально-секторный	R=0,9 (0,45 мм^2) 4 (17,7 мм^2)	4	±12	50	200
ФОН-2	0,4-1,1	Si p-i-n	∅ 0,45 (0,16 мм^2)	1	-	-	135
ФУЛ-116	0,4-1,1	Si p-i-n, радиально-секторный	R=5 (19,1 мм^2)	4	12,6	150	250
ФУЛ-117	0,4-1,1	Si p-i-n, радиально-секторный	R=1,15 (0,92 мм^2)	5	±15	-	24
ФУЛ-118	0,4-1,1	Si p-i-n матрица	2 x 2,1 (4,2 мм^2)	8	±9	-	150
ФУО-113	0,4-1,1	Si p-i-n	∅2 (3,14 мм^2)	1	12	35	250
ФУО-136	0,4-1,1	Si p-i-n барьерный	50	1	12	3	-
ФУР136М	0,6…0,9	Si p-i-n, радиально-секторный	∅2 и ∅10	8	±12	-	200
ФУО-146	0,4-1,1	Si p-i-n	2,14 x 1,0 (2,14 мм^2)	1	12	24	-
ФУО-156	0,6 - 0,9	Si p-i-n	∅5	1	6,5…10,5	7	-

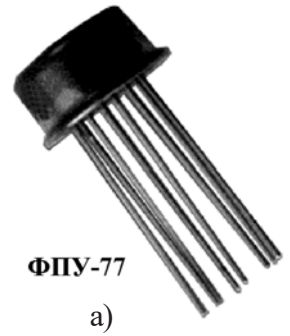
2.3.3.2.7. Фотоприемное устройство ФПУ-77 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,92 мкм]

Фотоприемное устройство ФПУ-77 предназначено для регистрации импульсного оптического излучения в диапазоне 0,4...1 мкм.

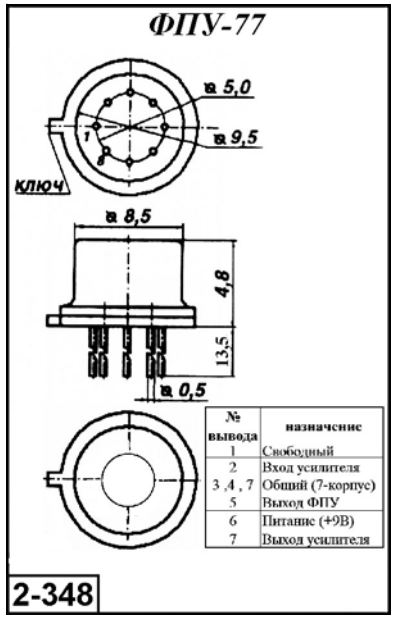
Состав ФПУ: кремниевый фотодиод и предварительный усилитель. ФПУ размещено в стандартном герметичном металлостеклянном корпусе типа 3101.8-8.01. Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.3.3.45. Внешний вид и габаритные размеры и схема включения ФПУ-77 приведены на рис.2.3.43 и 2.3.44.

Таблица 2.3.45. Основные параметры ФПУ-77 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,4…1,1
Рабочий диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,8…0,92
Размер фоточувствительного элемента, мм	0,8 x 1,5
Длительность входного импульса по уровню 0,5, нс	115 (ном.)
Длительность выходного импульса по уровню 0,5, нс	500
Импульсная интегральная вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	$2*10^6$
Пороговая импульсная чувствительность, Вт, не более	$3*10^{-8}$
Напряжение питания, В	9±0,9
Ток потребления мА, не более	6
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+85
Габаритные размеры, мм	∅9,5 x 4,8
Масса, г, не более	2
№ рисунка	2-348



а)



б)

Рис. 2.3.43. Внешний вид (а) и габаритные размеры (б) ФПУ-77.

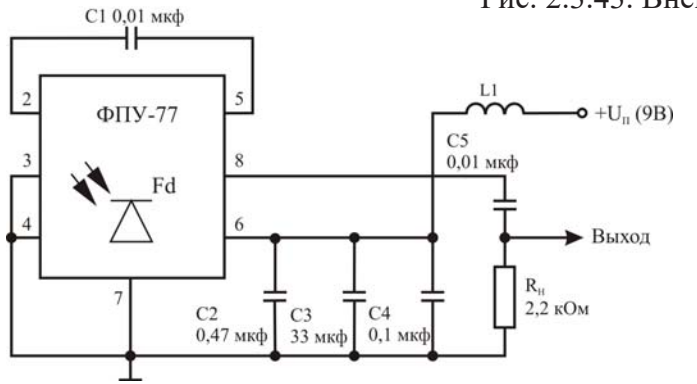


Рис. 2.3.44. Схема включения ФПУ-77.

2.3.3.2.8д. Модули фотоприемные МФП-1А, МФП-1Б [$\Delta\lambda$ = 0,82...0,9 мкм]

Модули фотоприемные МФП-1А, МФП-1Б предназначены для регистрации импульсного оптического излучения в диапазоне 0,82...0,9 мкм и формирования электрических сигналов управления. Модули размещаются в стандартном мелаллостеклянном корпусе с входным окном.

Основные параметры модулей приведены в табл. 2.3.45д. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис. 2.3.44д.

Применяются в составе специализированной аппаратуры и оптоэлектронных устройств.

Таблица 2.3.45д. Основные параметры фотоприемных модулей МФП-1А, МФП-1Б при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,82…0,90
Длительность импульса излучения, нс	100±10
Пороговая импульсная мощность, Вт Группа А Группа Б	 $3\cdot10^{-8}$ $4\cdot10^{-8}$
Вольтовая чувствительность, В/Вт	$2\cdot10^{6}$
Длительность выходного импульса по уровню 0,5, мкс	0,5
Сопротивление нагрузки, кОм	1,0
Напряжение питания, В	9
Габпритные размеры (без выводов), мм	∅9,2 х 4,7
№ рисунка	2-348д

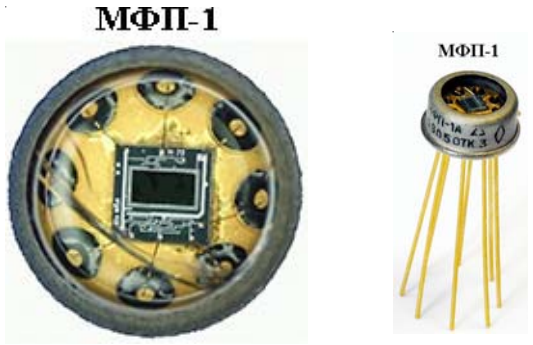


Рис. 2.3.44д. Внешний вид (а) и габаритные размеры (б) фотоприемных модулей МФП-1А, МФП-1Б

2.3.3.2.9д. Модуль фотоприемный МФП-2 [$\Delta\lambda$ = 0,85...0,95 мкм]

Модуль фотоприемный МФП-2 предназначен для регистрации импульсного оптического излучения в диапазоне 0,85...0,95 мкм и формирования цифровых электрических сигналов управления. Модуль размещен в оригинальном корпусе без входного окна.

Применяется в составе специализированной герметизированной аппаратуры и оптоэлектронных устройств.

Основные параметры модуля приведены в табл.2.3.45д1. Внешний вид и габаритный эскиз показаны на рис. 2.3.44д1. На рис. 2.3.44д2. приведена схема включения модуля.

Таблица 2.3.45д1. Основные параметры фотоприемного модуля МФП-2 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,85…0,95
Длительность импульса излучения, нс	100±10
Мощность входного импульса (облученность), Вт/см^2	от 0,5·10^{-4} до 10^{-2}
Вольтовая чувствительность, В/Вт	2·10^6
Длительность выходного импульса по уровню 0,5, мкс	0,5
Время формирования выходного сигнала, мс	814…823
Сопротивление нагрузки, Ом	5,1
Падение напряжения на ключевом элементе, В, не более	1,4
Время задержки срабатывания ключевого элемента, мс	42,5…57,5
Напряжение источника питания, В при амплитудном значении напряжения шума в частотном диапазоне 10 – 10000 Гц не более 100 мВ	9,5…14 (12 ном.)
Ток потребления, мА, не более	10
Габпритные размеры (без выводов), мм	н/д
№ рисунка	2-348д1

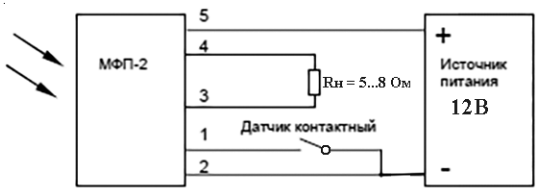


Рис. 2.3.44д2. Схема включения модуля МФП-2.



а)

б)

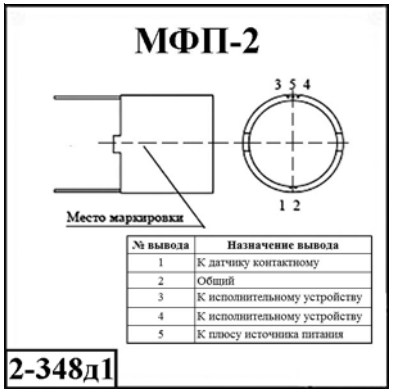


Рис. 2.3.44д1. Внешний вид (а) и габаритный эскиз (б) фотоприемного модуля МФП-2.

2.3.3.2.10д. Модуль фотоприемный 8-ми канальный МФП-3 [$\Delta\lambda$ = 0,85...0,95 мкм]

Модуль фотоприемный 8-ми канальный МФП-2 предназначен для регистрации импульсного оптического излучения в диапазоне 0,85...0,95 мкм и формирования электрических сигналов управления. Модуль размещен в стандартном металлостеклянном корпусе с прямоугольным входным окном.

Основные параметры модуля приведены в табл. 2.3.45д2. Внешний вид и габаритный эскиз показаны на рис. 2.3.44д3. На рис. 2.3.44д4. приведена схема включения модуля.

Применяется в составе специализированной аппаратуры и оптоэлектронных устройств.

Таблица 2.3.45д2. Основные параметры фотоприемного модуля МФП-3 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,87±0,2
Количество фоточувствительных элементов	8
Расположение фоточувствительных элементов	4 x 2
Длительность импульса излучения, нс	100±15
Частота следования импульса кГц,	4±1
Временя нарастания и спада импульса по уровню 0,1 и 0,9 не более, нс	40
Мощность входного оптического импульса, Вт ;	$(0,5\div10)x10^{-6}$
Импульсная пороговая мощность (при отношении сигнал/шум = 1), Вт, не более	$3*10^{-8}$
Длительность импульса на выходах по уровню 0,5, нс, не более	500
Импульсная вольтовая чувствительность, В/Вт	$50x10^{3}$
Сопротивление нагрузки, кОм, не менее	1,0
Емкость нагрузки, пФ, не более	15,0
Напряжение источника питания, В	10,5…13,5 (12 ном.)
Ток потребления, мА, не более	50
Габпритные размеры (без выводов), мм	н/д
№ рисунка	2-348д2

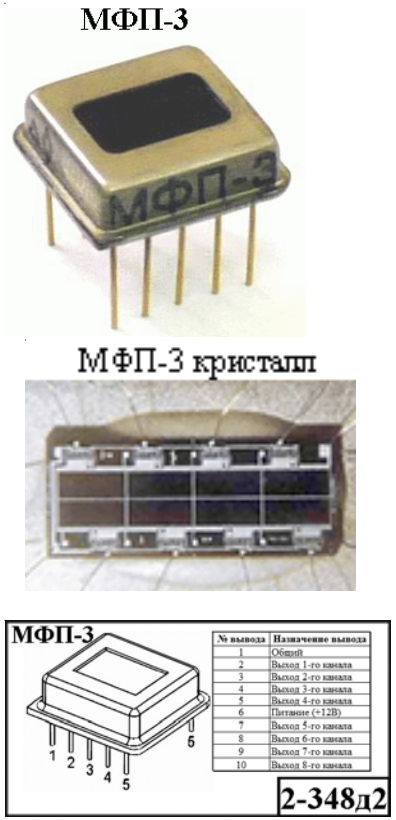


Рис. 2.3.44д3. Внешний вид корпуса (а), кристалла (б) и габаритный эскиз (в) фотоприемного модуля МФП-3.

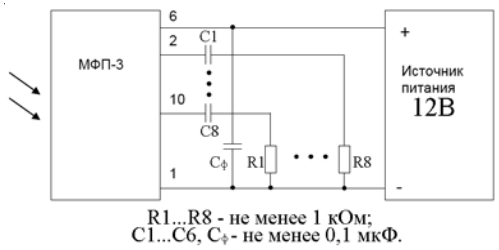


Рис. 2.3.44д4. Схема включения модуля МФП-3.

Глава 2.3.3.3. Фотоприемные устройства для регистрации модулированного потока излучения

2.3.3.3.1. Фотоприемные устройства ФПУ113У-01(02) [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,9 мкм]

Фотоприемные устройства ФПУ113У-01 и ФПУ113У-02, именуемые изготовителем фотомикросхемами, предназначены регистрации модулированного и немодулированного потока излучения в диапазоне 0,4...1,1 мкм.

Оба устройства, являясь функциональными аналогами, реализованы по гибридной технологии на базе кремниевых фотодиодных структур p^+-n-n^+ типа с фоточувствительной площадью 0,5 мм^2 и 3,2 мм^2, соответственно, и кристалла бескорпусного сдвоенного операционного усилителя типа LM358. ФПУ размещены в стандартном металлостеклянном корпусе типа ТО99.

Основные параметры ФПУ приведены в табл.2.3.46. Внешний вид ФПУ и относительная спектральная характеристика приведены на рис. 2.3.45. Принципиальная электрическая схема ФПУ приведена на рис. 2.3.46.

Изготовителем предлагается несколько вариантов схем включения ФПУ с использованием внешних навесных элементов. Схемы включения ФПУ приведены на рис. 2.3.47 и 2.3.47а.

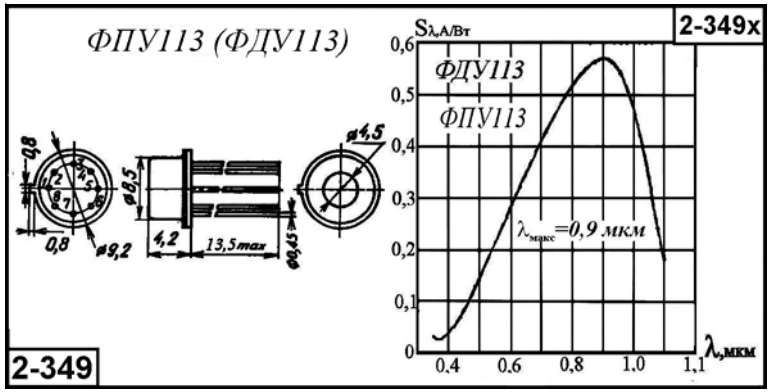
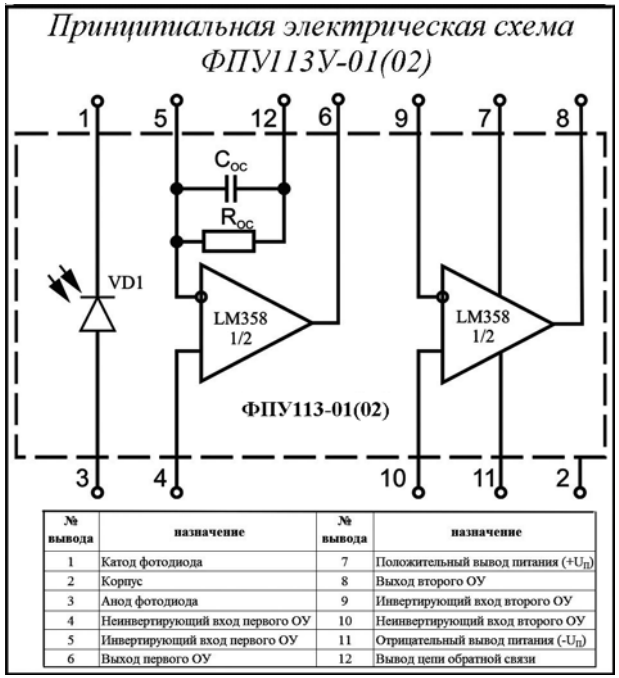


Рис. 2.3.45. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ113У-01(02).

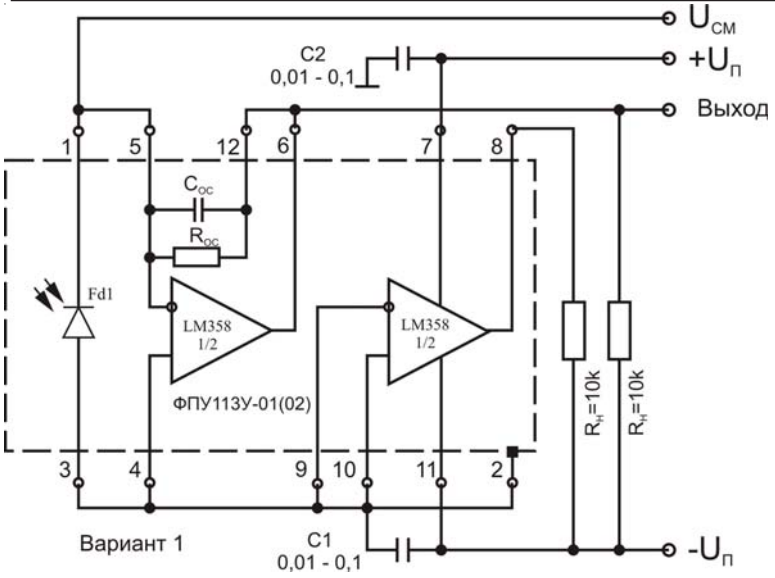


№ вывода	назначение	№ вывода	назначение
1	Катод фотодиода	7	Положительный вывод питания (+$U_П$)
2	Корпус	8	Выход второго ОУ
3	Анод фотодиода	9	Инвертирующий вход второго ОУ
4	Неинвертирующий вход первого ОУ	10	Неинвертирующий вход второго ОУ
5	Инвертирующий вход первого ОУ	11	Отрицательный вывод питания (-$U_П$)
6	Выход первого ОУ	12	Вывод цепи обратной связи

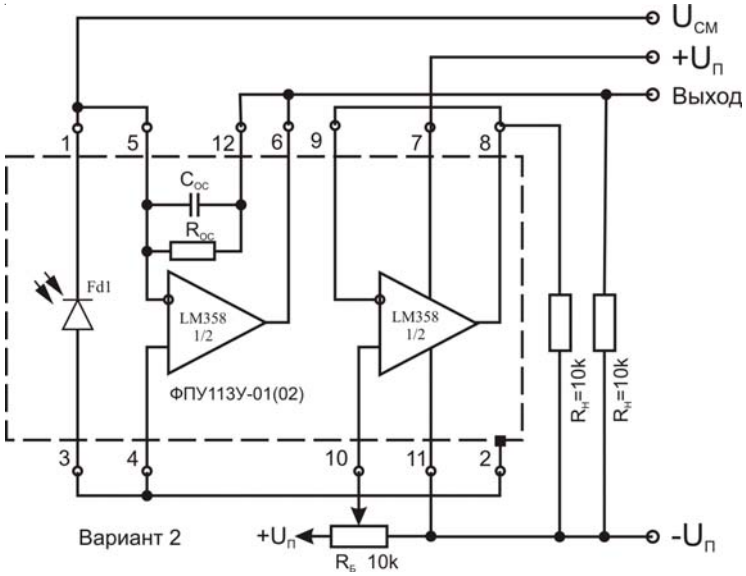
Рис. 2.3.46. Принципиальная электрическая схема ФПУ113У-01(02).

Таблица 2.3.46. Основные параметры ФПУ113У-01 и ФПУ113У-02 при температуре 20±5°С

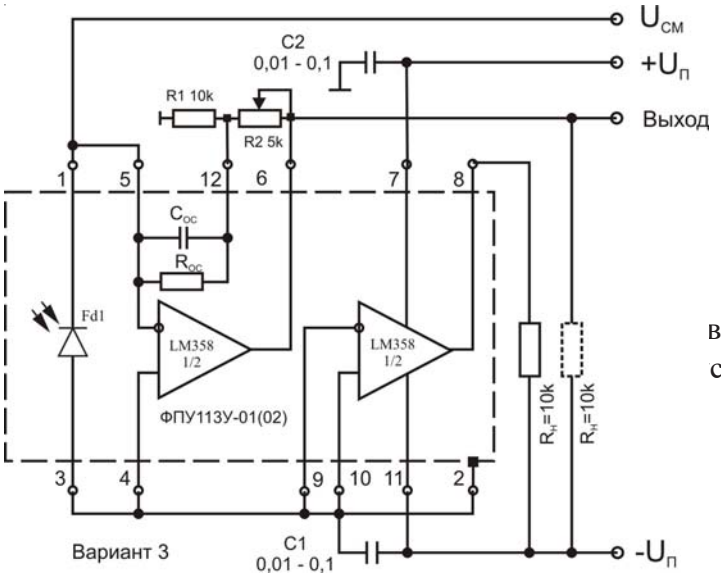
Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра	
	ФПУ113У-01	ФПУ113У-02
Площадь фоточувствительного элемента, мм^2	0,5	3,2
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4…1,1	
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,9	
Полоса пропускания электронного тракта, кГц	55 - 59	70 - 77
Величина сопротивления в цепи обратной связи, $R_{ОС}$, МОм	1,0	
Величина емкости в цепи обратной связи, $C_{ОС}$, пф	2,2	3,3
Коэффициент усиления электронного тракта с разомкнутой петлей обратной связи, дБ	88 (тип)	
Токовая монохроматическая чувствительность, А/Вт	0,54 - 0,6 (λ=0,87 мкм) (для фотодиода)	
Удельная обнаружительная способность, $D^*_{\lambda max}$, см^2*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$	2,2*10^{13} (для фотодиода)	
Вольтовая монохроматическая чувствительность, В/Вт, не менее	н/д	
Максимальное выходное напряжение, В	$U_П$ - 1,3	
Напряжение питания электронного тракта		
однополярное, В	3,2 - 32	
двухполярное, В	±(1,6 - 16)	
Ток потребления, мА	4	
Напряжение смещения фотодиода, $U_{СМ}$, В:	5…40	
Диапазон рабочих температур, °С	0…+70	
Габаритные размеры, мм, не более	∅9,2 x 4,2	
Масса, г, не более	3	
№ рисунка	2-349	



Вариант 1. Базовая схема включения ФПУ113У

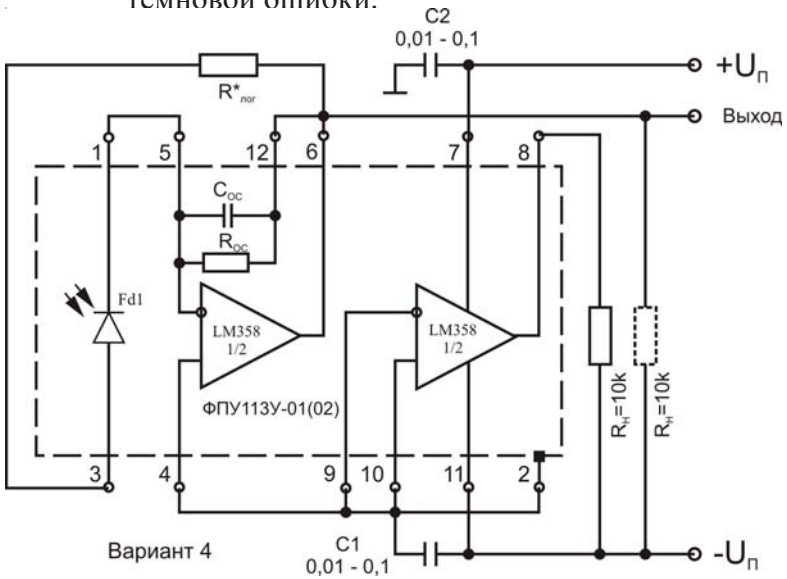


Вариант 2. Схема включения ФПУ113У с компенсацией темновой ошибки.

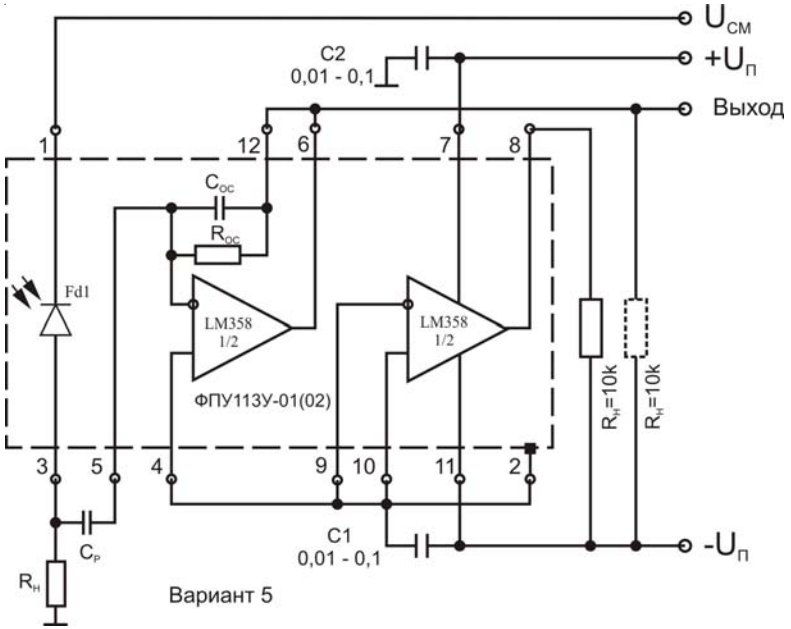


Вариант 3. Схема включения ФПУ113У с регулируемой чувствительностью.

Рис. 2.3.47. Варианты включения фотоприемных стройств ФПУ113У-01 (02)



Вариант 4. Схема включения ФПУ113У с логарифмированием выходного сигнала.



Вариант 5. Схема включения ФПУ113У при регистрации модулированного потока излучения.

Рис. 2.3.47а. Варианты включения фотоприемных устройств ФПУ113У-01 (02)

2.3.3.3.1д. Фотомикросхема ФДУ-113С [Δλ = 0,4 -1,1 мкм]

Фотомикросхема ФДУ-113С разработана на базе трансимпедансного усилителя TZA1033 фирмы Siemens и фотодиодной структуры ФДС-113 и предназначены регистрации модулированного и немодулированного потока излучения в диапазоне 0,4...1,1 мкм.

Фотомикросхема изготовлена по гибридной технологии и размещается в стандартном 8-выводном металло-стеклянном корпусе типа ТО-99. Среди вариантов исполнения входного окна : кварцевое стекло (для спектрального диапазона 0,35-1,1 мкм), прозрачный для видимого спектра света компаунд (спектральный диапазон 0,4-1,1 мкм) или компаунд-фильтр (спектральный диапазон 0,7-1,1 мкм).

Основные параметры фотодиодной структуры ФДС-113 приведены в табл.2.3.46д,, а . ФДУ-113С в табл. 2.3.46д (1). Внешний вид ФДУ и относительная спектральная характеристика приведены на рис. 2.3.45. Принципиальная электрическая схема ФДУ приведена на рис. 2.3.47д.

Фотомикросхема предназначены для использования в качестве приемника в волоконно-оптических линиях связи.

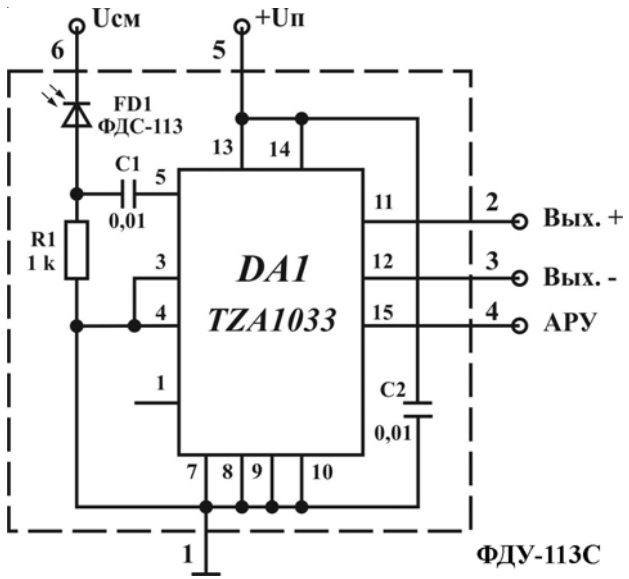


Рис. 2.3.47д. Принципиальная электрическая схема ФДУ-113С.

Таблица 2.3.46д. Основные параметры фотодиодной структуры ФДС-113 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Площадь фоточувствительной области, мм2	0,5
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,4…1,1
Максимум спектральной чувствительности, мкм	0,83
Чувствительность ((λ=0,83 мкм), А/Вт	0,55
Темновой ток (тип./макс.), Uсм=10 В, нА	0,02/1
Емкость p-n-перехода при Uсм=0/10 В, пФ	2,5-4,0/0,7-1,4
Удельная обнаружительная способность, смГц$^{1/2}$/Вт	2,2*10^{13}

Таблица 2.3.46д (1). Основные параметры ФДУ-113С при температуре 20±5°С

Наименование параметра	Норма параметра
Малосигнальный трансимпеданс Дифференциальный выходной сигнал, кОм Rн=бесконечность Rн=50 Ом	 42…112 21…66
Длительность фронта нарастания/спада (λ=850 нм, Uсм=40 В), нс Uп =5 В Uп =3,3 В	 12/26 6/20
Амплитуда выходного сигнала (дифференциальная мода), Uп=5 В, мВ	200
Динамический диапазон регулировки усиления , дб	70
Напряжение питания, В	3…5,5
Напряжение смещения фотодиода, В	5…40
Ток потребления на переменном токе, Rн = 50 Ом, мА Uп =5 В Uп =3,3 В	 20…60 20…50
Потребляемая мощность, мВт Uп =5 В Uп =3,3 В	 100…330 60…180
Температура p-n перехода, °С	-40…+125
Температура окружающей среды, °С	-40…+85



Внешний вид фотомикросхемы ФДУ-113С.

2.3.3.3.2д. Фотомикросхема ФДУ-113Т [Δλ = 0,4 -1,1 мкм]

Фотомикросхема ФДУ-113Т разработана на базе трансимпедансного усилителя GTA155MD фирмы Gaintech и фотодиодной структуры ФДС-113 и и предназначены регистрации модулированного и немодулированного потока излучения в диапазоне 0,4...1,1 мкм..

Фотомикросхема изготовлена по гибридной технологии и размещается в стандартном 8-выводном металло-стеклянном корпусе типа ТО-99. Среди вариантов исполнения входного окна : кварцевое стекло (для спектрального диапазона 0,35-1,1 мкм), прозрачный для видимого спектра света компаунд (спектральный диапазон 0,4-1,1 мкм) или компаунд-фильтр (спектральный диапазон 0,7-1,1 мкм).

Основные параметры фотодиодной структуры ФДС-113 приведены в табл.2.3.46д,, а . ФДУ-113Т в табл. 2.3.46д (2). Внешний вид ФДУ и относительная спектральная характеристика приведены на рис. 2.3.45. Принципиальная электрическая схема ФДУ приведена на рис. 2.3.47д (1).

Фотомикросхема предназначены для использования в качестве приемника в волоконно-оптических линиях связи или в высокоскоростных компьютерных сетях.

Таблица 2.3.46д (2). Основные параметры ФДУ-113Т при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Трансимпеданс по одному входу, кОм	62 тип.
Входной ток (максимальный), мА	2
Шумовой ток, приведенный ко входу, (входная емкость 1пФ, Rl>500 Ом), нА/Гц$^{1/2}$	1,5 тип.
Полоса пропускания (-3дб), МГц	120….160
Малосигнальный трансимпеданс: по одному выходу, кОм -дифференциальный, кОм	- 35 тип. 50 тип.
Выходное сопротивление (по одному выходу), Ом	62 тип.
Время срабатывания АРУ, мс	33
Коэффициент влияния напряжения питания (F< 4 МГц), дб	35
Входное сопротивление, кОм	3
Напряжение питания, В	5

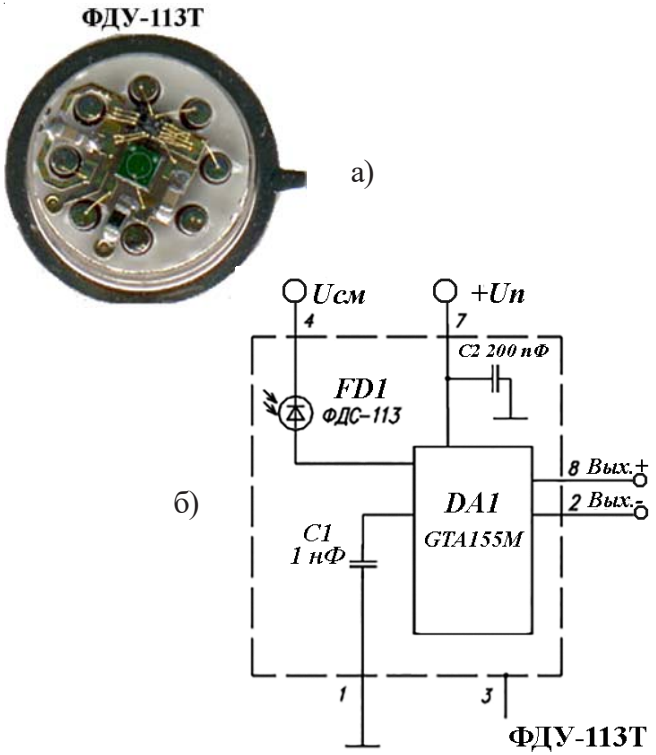


Рис. 2.3.47д (1). Внешний вид (а) и принципиальная электрическая схема (б) ФДУ-113Т.

2.3.3.3.3д. Фотоприемное устройство ФПУ4ТО5 [Δλ = 0,38 -1,1 мкм]

Фотоприемное устройство ФПУ4ТО5 предназначено для регистрации оптического излучения в диапазоне от 0,38 до 1,1 мкм. Состав ФПУ: бескорпусной кремниевый фотодиод ФДУК-1УСТ и операционный усилитель. ФПУ изготовлено по гибридной технологии и размещается в стандартном 8-выводном металло-стеклянном корпусе типа ТО-99.

Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис.2.3.47д (2). Принципиальная электрическая схема ФПУ приведена на рис. 2.3.47д (4), а спектральная характеристика прибора приведена на рис.2.3.47д (3). Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.3.46д (3).

Таблица 2.3.46д (3). Основные параметры ФПУ4ТО5 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,38–1,1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,8–0,9
Диаметр фоточувствительной зоны, мм	1,2
Площадь фоточувствительного элемента, мм^2	1,0
Выходное напряжение (при отсутствии засветки), мВ, не более	20
Напряжение смещения (при отсутствии засветки), мВ, не более	±15
Коэффициент усиления (Ku), В/А:	
вывод 5 изолирован)	1 * 10^7
вывод 5 соединён с выводом 3	1 * 10^5
Фронт нарастания/спада (λ = 0,62 мкм), мс, не более	
при Ku = 1 * 10^7	22
при Ku = 1 * 10^5	0,2
Выходное напряжение (при Rн=1 кОм, Uп =±13В), В, не менее	12
Напряжение питания, В	±(3...13)
Ток потребления, мА, не более	1,0
Габаритные размеры, мм	9,2 х 6,5

Примечание:
1.Для уменьшения усиления по току, вывод 5 коммутируется с выводом 3.
2. В случае неиспользования дополнительного внутреннего резистора обратной связи, вывод 5 должен быть изолирован от других выводов ФПУ.

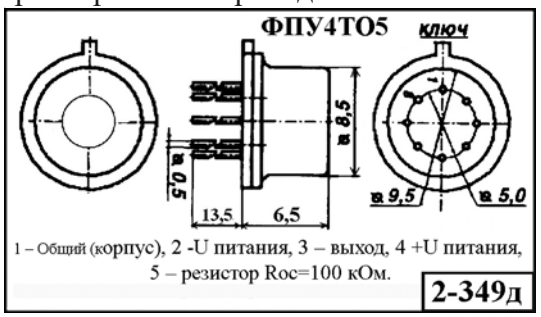


Рис. 2.3.47д (2).

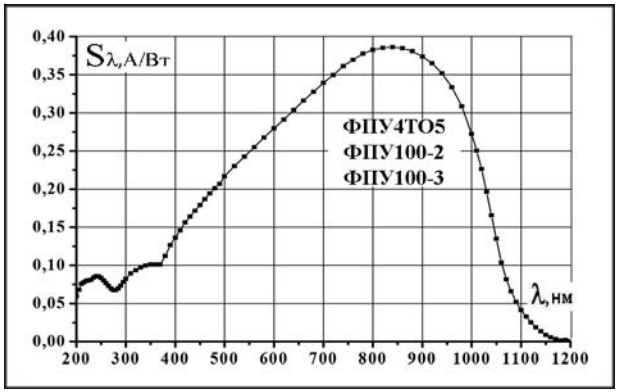


Рис.2.3.47д (3). Относительная спектральная характеристика ФПУ4ТО5, ФПУ100-2 и ФПУ100-3.

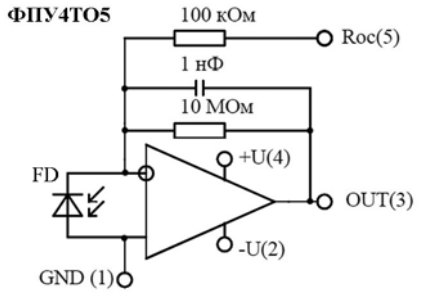


Рис.2.3.47д (4). Принципиальная электрическая схема ФПУ4ТО5.

2.3.3.3.4д. Фотоприемные устройства ФПУ100-2 и ФПУ100-3 [Δλ = 0,38 -1,1 мкм]

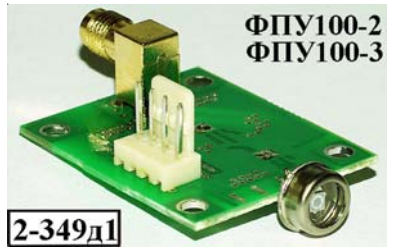
Фотоприемные устройства ФПУ100-2 и ФПУ100-3 предназначены для регистрации оптического излучения в диапазоне от 0,38 до 1,1 мкм. Состав ФПУ: кремниевый фотодиод ФДУК-1УСТ в корпусе ТО5 и операционный усилитель, размещенные на одной печатной плате из фольгированного стеклотекстолита.

Внешний вид ФПУ приведен на рис.2.3.47д (5), принципиальная электрическая схема ФПУ приведена на рис. 2.3.47д (6). Спектральная характеристика прибора приведена на рис.2.3.47д (3). Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.3.46д (4).

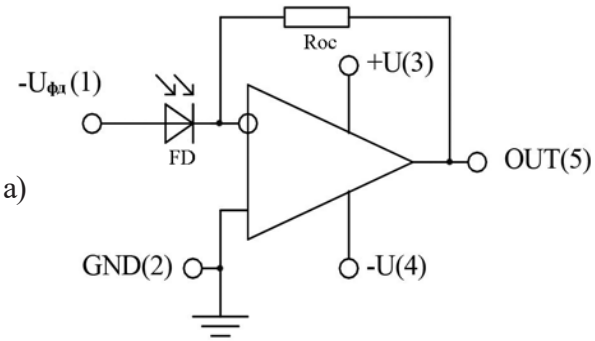
Таблица 2.3.46д (4). Основные параметры ФПУ100-2 и ФПУ100-3 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип ФПУ/Норма параметра	
	ФПУ100-2	ФПУ100-3
Тип фотоприемника	Фотодиод ФДУК-1УСТ	
Область спектральной чувствительности, мкм	0,38–1,1	
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,8–0,9	
Диаметр фоточувствительной зоны, мм	1,2	
Площадь фоточувствительного элемента, мм^2	1,0	
Выходное напряжение (при отсутствии засветки), мВ, не более	5	
Коэффициент усиления (Ku), В/А:	1360	
Фронт нарастания/спада (λ = 1,06 мкм), нс, не более	1,2	1,4
Напряжение смещения (при отсутствии засветки), В	±0.01	1,5
Выходное напряжение (при Rн=50 Ом, Uп =±13В), В, не менее	2,5	4
Выходное сопротивление, Ом	50	
Полоса пропускания, МГц	0 - 300	
Напряжение питания усилителя, В	±(5…6)	
Ток потребления, мА, не более	50,0	
Напряжение питания фотодиода, В	-30,0	
Габаритные размеры, мм	23 x 36.7	
№ рисунка	2-349д1	

Рис.2.3.47д (5).



а)



г)

ФПУ100-2, ФПУ100-3

№ вывода	Назначение
1	-Uфд пит. фотодиода
2	Общий
3	+Uп усилителя
4	-Uп усилителя
5	Выход на SMA разъём

Рис. 2.3.47д (6). Принципиальная электрическая схема (а) и таблица назначения выводов (г) ФПУ100-2 и ФПУ100-3.

2.3.3.3.5д. Фотоприемные устройства ФПУ1-153 и ФПУ2-153 [Δλ = 0,2 -1,15 мкм]

Фотоприемные устройства ФПУ1-153 и ФПУ2-153 предназначены для регистрации оптического излучения в диапазоне от 0,2 до 1,15 мкм. Состав ФПУ: бескорпусной кремниевый фотодиод ФДУК-2УТ и операционный усилитель. ФПУ изготовлено по гибридной технологии и размещено в стандартном металлостеклянном корпусе типа 153.15-2 с входным окном.

Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис.2.3.47д (7). Принципиальные электрические схемы ФПУ приведены на рис. 2.3.47д (8) и 2.3.47д (9),, а спектральная характеристика прибора приведена на рис.2.3.47д (10). Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.3.46д (5) и 2.3.46д (6).

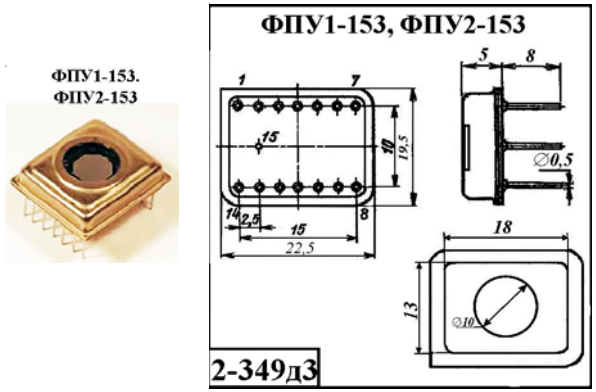


Рис.2.3.47д(7).Внешний вид и габаритные размеры ФПУ1-153 и ФПУ2-153

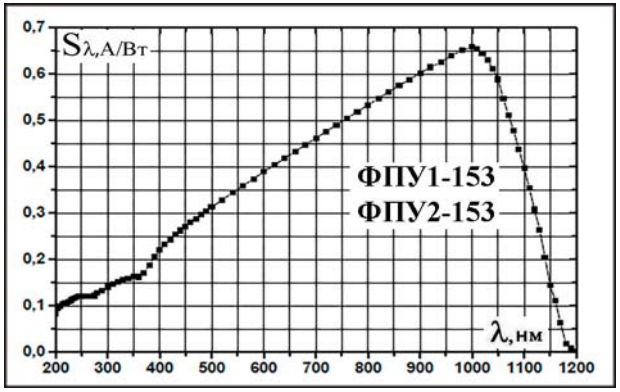
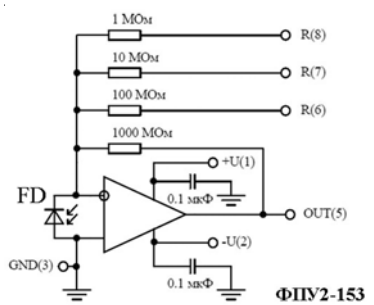


Рис.2.3.47д(10).Спектральная характеристика ФПУ1-153 и ФПУ2-153.

а)

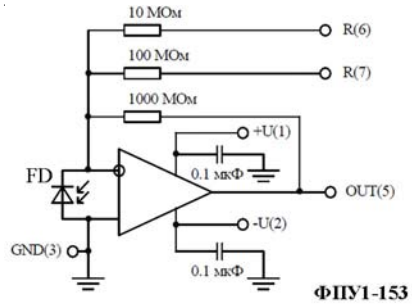


б)

Вывод	Назначение
1	+U питание
2	-U питание
3	Общий (соединён внутри с корпусом)
4	Общий (соединён внутри с корпусом)
5	Выход I
6	резистор 100 МОм
7	резистор 10 МОм
8	резистор 1 МОм
15	корпус
9...14	Свободные

Рис.2.3.47д (8). Принципиальная электрическая схема (а) и таблица назначения выводов (б) ФПУ1-153

в)



г)

Вывод	Назначение
1	+U питание
2	-U питание
3	Общий (соединён внутри с корпусом)
4	Общий (соединён внутри с корпусом)
5	Выход I
6	резистор 10 МОм
7	резистор 100 МОм
15	корпус
8…14	Свободные

Рис.2.3.47д (9). Принципиальная электрическая схема (в) и таблица назначения выводов (г) ФПУ2-153

Таблица 2.3.46д (5). Основные параметры ФПУ1-153 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,2 -1,15
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,9 - 1,0
Диаметр фоточувствительной зоны, мм	7
Выходное напряжение (при отсутствии засветки), мВ, не более при $K_U = 10^9$ В/А (*) при $K_U = 0.909\times10^8$ В/А(**) при $K_U = 0.99\times10^7$ В/А (***)	 30 25 15
Фронт нарастания/спада (λ =620 нм), мс, не более при $K_U = 10^9$ В/А (*) при $K_U = 0.909\times10^8$ В/А (**) при $K_U = 0.99\times10^7$ В/А (***)	 7 0,45 0,3
Напряжение смещения (при отсутствии засветки), В	±0.01
Максимальное выходное напряжение при Uп=±13 В, В	12
Напряжение питания , В	±(2,5…13)
Ток потребления, мА, не более	1,0
Габаритные размеры, мм	22,5 x 19,5
№ рисунка	2-349д3

Примечание:
* - вывод 5 изолирован от выводов 6 и 7
** - вывод 5 соединен с выводом 7
*** - вывод 5 соединен с выводом 6

Таблица 2.3.46д (6). Основные параметры ФПУ2-153 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,2 -1,15
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,9 - 1,0
Диаметр фоточувствительной зоны, мм	7
Выходное напряжение (при отсутствии засветки), мВ, не более при $K_U = 10^9$ В/А (*) при $K_U = 0.909\times10^8$ В/А(**) при $K_U = 0.99\times10^7$ В/А (***) при $K_U = 0.999\times10^6$ В/А (****)	 30 25 15 10
Фронт нарастания/спада (λ =620 нм), мс, не более при $K_U = 10^9$ В/А (*) при $K_U = 0.909\times10^8$ В/А (**) при $K_U = 0.99\times10^7$ В/А (***) при $K_U = 0.999\times10^6$ В/А (****)	 7 0,45 0,3 0,04
Напряжение смещения (при отсутствии засветки), В	±0.01
Максимальное выходное напряжение при Uп=±13 В, В	12
Напряжение питания , В	±(2,5…13)
Ток потребления, мА, не более	1,0
Габаритные размеры, мм	22,5 x 19,5
№ рисунка	2-349д3

Примечание:
* - вывод 5 изолирован от выводов 6, 7 и 8
** - вывод 5 соединен с выводом 6
*** - вывод 5 соединен с выводом 7
**** - вывод 5 соединен с выводом 8

2.3.3.3.6д. Фотоприемная сборка СФП-03А [Δλ =0,3...1 мкм]

Сборка фотоприемная СФП-03А представляет собой схему двухканального дифференциального и четырехканального трансимпедансного усилителя фототока, и четырехэлементного гребенчатого стрип-фотодиода. Основные параметры фотодиода приведены в табл. 2.3.47д.

Усилитель фотосигнала реализован на основе сдвоенных ОУ типа DA823 с полевыми транзисторами на входе (фирмы Analog Devices). Двухканальный усилитель СФП-03А усиливает сигналы двух пар соседних стрипов и вычитает усиленные сигналы один из другого. Принципиальная электрическая схема сборки приведена на рис.2.3.48д.

Конструктивно сборка выполнена на печатной плате. Внешний вид платы приведен на рис. 2.3.48д(1). Основные параметры усилителя приведены в табл.2.3.47д(1).

Фотоприемная сборка СФП-03А предназначена для использования в широком спектре триангуляционных измерений положения и скорости подвижных объектов в рассеянном свете.

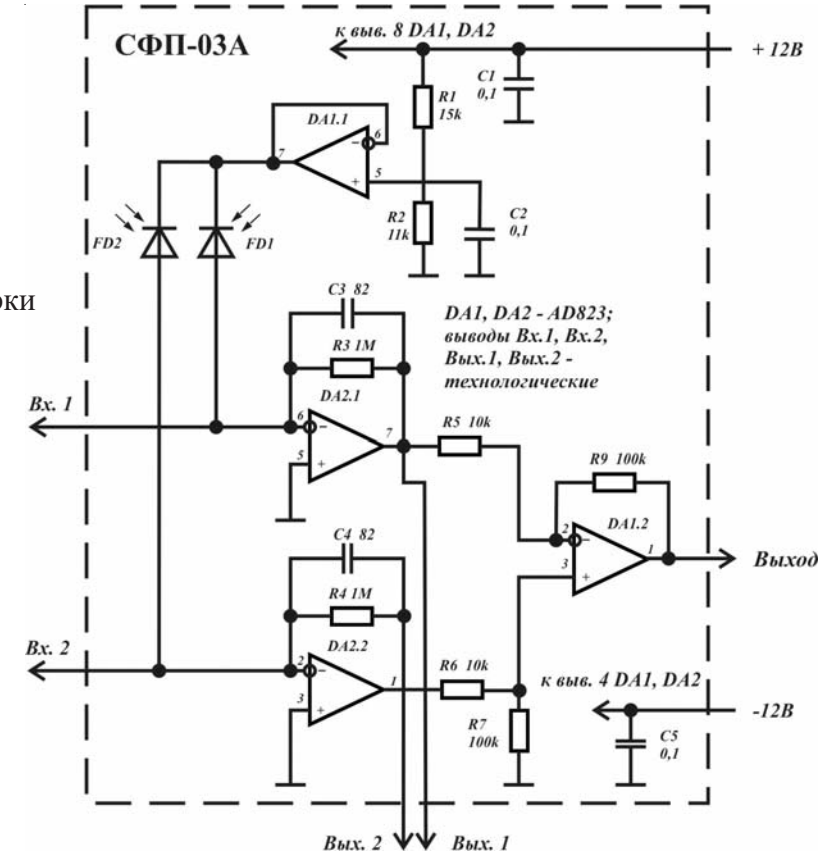


Рис. 2.3.48д. Принципиальная электрическая схема сборки СФП-03А

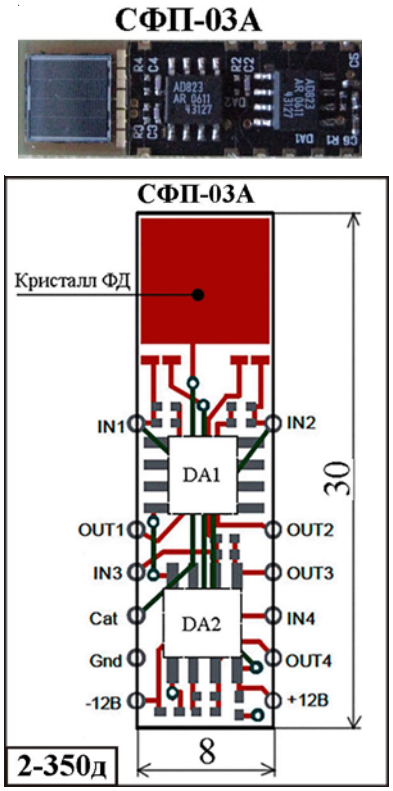


Рис. 2.3.48д(1). Внешний вид платы СФП-03А

Таблица. 2.3. 47д. Основные параметры стрип-фотодиода

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,3…1,1
Спектральный диапазон с оптическим фильтром, мкм	0,7…1,1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,89
Общая фоточувствительная площадь, мм^2	32 - 42
Шаг между стрипами, мкм	110
Темновой ток, нА, не более	50

Таблица. 2.3.47д (1). Основные параметры усилителя фотосигнала СФП-03А.

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Количество каналов	2
Коэффициент усиления дифференциального каскада по напряжению	10
Полоса пропускания на уровне -3дБ, кГц, не менее	200
Емкость в цепи обратной связи, пФ	2,2
Среднеквадратичное напряжение выходных шумов, мВ	40
Коэффициент преобразования фототока во входных каскадах ($C_{ос}$ =2,2 пФ), кОм	348
Напряжение питания усилителей, В	±12
Напряжение смещения фотодиода, В	5
Ток потребления, мА, не более	±13
№ рисунка	2-350д

2.3.3.3.7д. Фотоприемная сборка СФП-03Б [$\Delta\lambda$ =0,3...1 мкм]

Сборка фотоприемная СФП-03Б представляет собой схему четырехканального трансимпедансного усилителя фототока и четырехэлементного гребенчатого фотодиода. Основные параметры фотодиода приведены в табл. 2.3.47(д).

Усилитель фотосигнала реализован на основе сдвоенных ОУ типа DA823 с полевыми транзисторами на входе (фирмы Analog Devices). Принципиальная электрическая схема сборки приведена на рис.2.3.48д(2).

Конструктивно сборка выполнена на печатной плате. Внешний вид платы приведен на рис. 2.3.48д(3). Основные параметры усилителя приведены в табл. 2.3.47д(2).

Фотоприемная сборка СФП-03Б предназначена для использования в широком спектре триангуляционных измерений положения и скорости подвижных объектов в рассеянном свете.



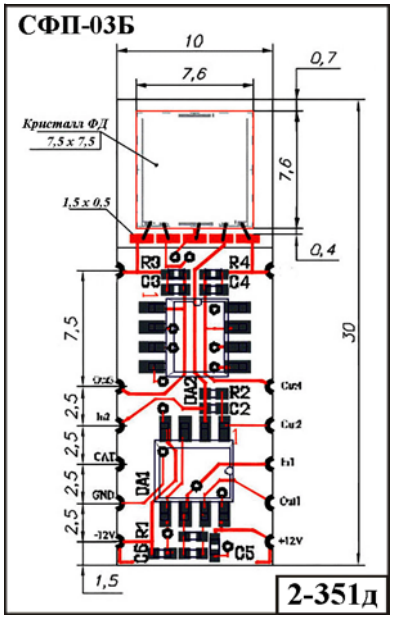


Рис. 2.3.48д(3).. Внешний вид платы СФП-03Б

Таблица. 2.3.47д (2). Основные параметры усилителя фотосигнала СФП-03Б.

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Количество каналов	4
Полоса пропускания на уровне -3дБ, кГц, не менее	300
Емкость в цепи обратной связи, пФ	2,2
Среднеквадратичное напряжение выходных шумов, мВ	1
Коэффициент преобразования фототока во входных каскадах (C_{oc} =2,2 пФ), кОм	200
Напряжение питания усилителей, В	±12
Напряжение смещения фотодиода, В	5
Ток потребления, мА, не более	±13
№ рисунка	2-351д

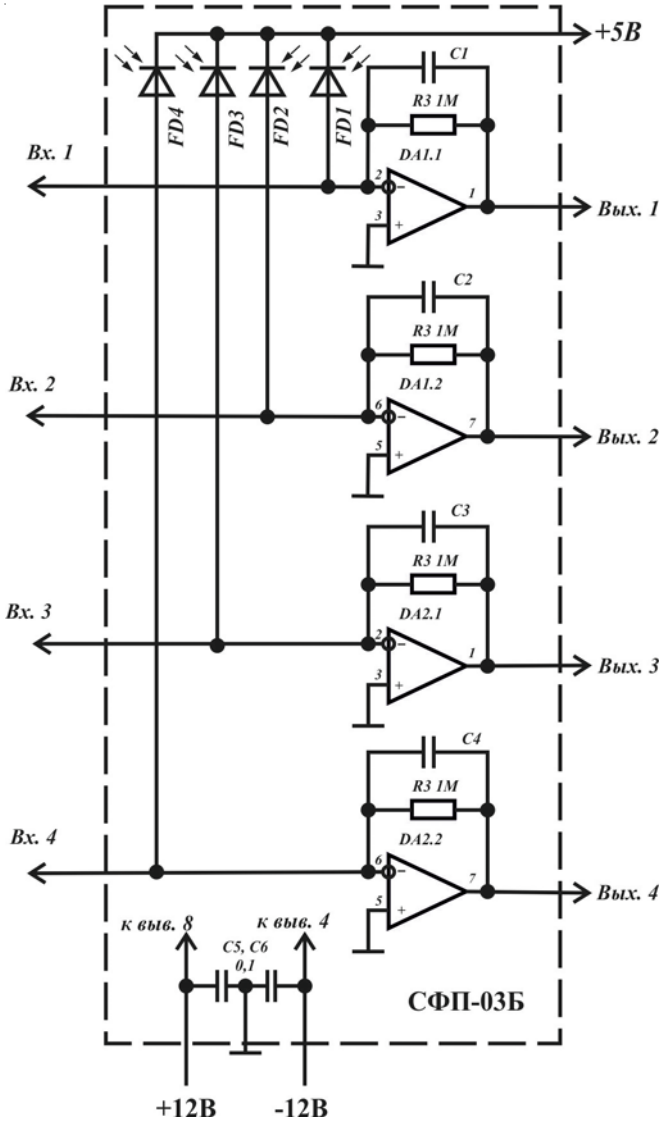


Рис. 2.3.48д(2). Принципиальная электрическая схема сборки СФП-03Б

2.3.3.3.8д. Фотоприемные сборки СФП10-01 и СФП10-02 [Δλ =0,32...1,1 мкм]

Фотоприемные сборки СФП10-01 и СФП10-02 представляют собой схему трансимпедансного усилителя фототока p+-**v**-n+ фотодиода (ФДС). Основные параметры фотодиода приведены в табл. 2.3.47д(3). Усилитель фотосигнала реализован на основе ОУ типа AD8605 (фирмы Analog Devices). Принципиальная электрическая схема сборки приведена на рис. 2.3.48д(4).

Кристалл кремниевой фотодиодной структуры , операционный усилитель и элементы обратной связи смонтированы на печатной плате в монтажных колодцах с лицевой и тыльной стороны, соответственно, с последующей герметизацией оптическим компаундом фоточувствительного кристалла и силиконовым герметиком электронных узлов. Этажерочная конструкция сборки при минимальных габаритах соответствует требованиям поверхностного монтажа. Внешний вид платы приведен на рис. 2.3.48д(5). Фотоэлектрические характеристики сборки приведены в табл. 2.3.48д(5). Основные параметры усилителя фотосигнала приведены в табл. 2.3.48д(6).

В зависимости от варианта исполнения площадь фоточувствительной площадки монтируемого кристалла равна 3,2 мм^2 (СФП10-01) или 10 мм^2 (СФП10-02)

Диапазон рабочих температур от -25 ?С до +85 ?С.

Возможные области применения: лабораторное оборудование широкого профиля; датчики положения и зазора; медицинская аппаратура; датчики дыма; фото анализаторы; детекторы валюты.

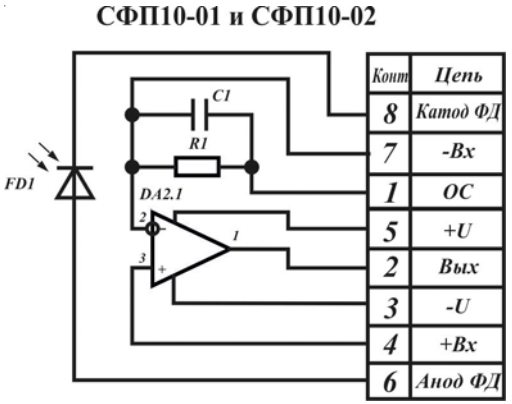


Рис. 2.3.48д(4). Принципиальная электрическая схема фотоприемной сборки СФП10-01 и СФП10-02 (С1=2,2пФ для ФДС 3,2мм^2, С1=3,3пФ для ФДС 10мм^2).



а)

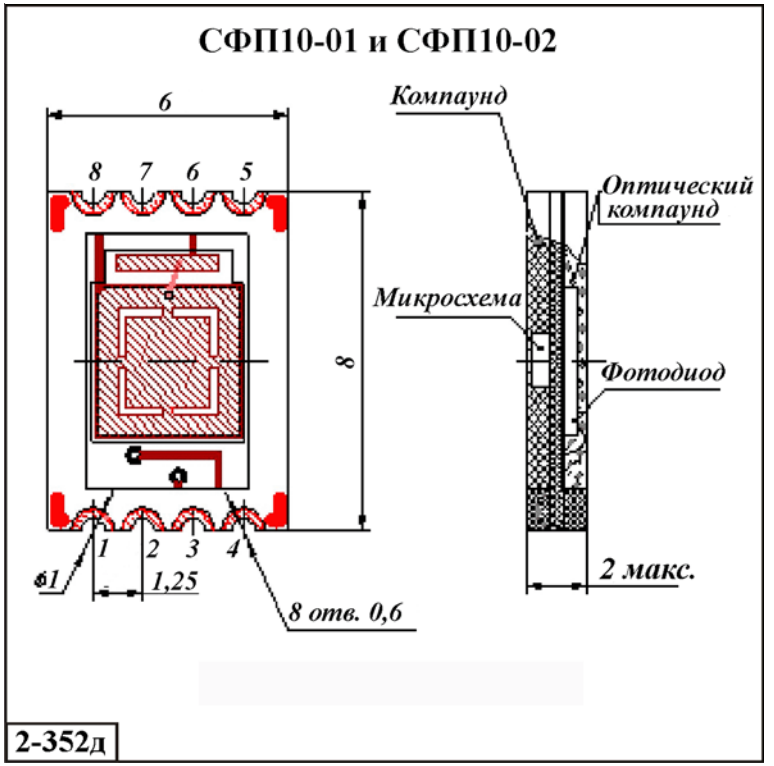


Рис. 2.3.48д(5). Внешний вид (а) и габаритные размеры фотоприемной сборки СФП10-01 и СФП10-02.

Таблица 2.3.47д (3). Основные параметры p+-v-n+ фотодиода.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра	
Эффективная площадь фоточувствительной поверхности, мм^2	3,2	10
Область спектральной чувствительности, мкм	0,32….1,1	
Монохроматическая чувствительность (λ =0, 89 мкм Uсм = 10 В), А/Вт	0,5 0,55 тип	
Темновой ток (Uсм=10В), нА	1…10	3…30
Ёмкость (Uсм = 0 / 10 В), пФ	55/12	165/35
Рабочее напряжение, В	0...15	
Максимальное напряжение, В	30	

Таблица 2.3.47д (5). Основные параметры усилителя фотосигнала.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Напряжение питания, В	2,7…5,5
Напряжение смещения (Uпит = ±2,5 В Uвх = 0 В), мкВ	20 тип...до 60
Входной ток, нА	0,2…1,0
Разность входных токов, пА	0,1…0,5
Напряжение шума, приведённое ко входу, нВ/?Гц F = 1кГц F = 10кГц	 8…12 6.5
Шум входного тока (F = 1кГц), нА/Гц$^{1/2}$	0,01
Полоса пропускания, кГц	10000
Скорость нарастания выходного напряжения, В/мкс	5
Коэффициент усиления с разомкнутой цепью обратной связи (Uпит = 5 В), дБ	120
Выходной ток, мА Uпит = 5 В Uпит = 2,7 В	 ±80 ±30
Ток потребления, мА	1…1,4

Таблица 2.3.47д(4). Фотоэлектрические параметры сборок СФП10-01 и СФП10-02. (Uпит = ± 2,5 В; Uсм = 10 В; внутренняя ОС).

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра	
Спектральный диапазон, мкм	0,32…1,1	
Эффективная площадь фоточувствительной поверхности, мм^2	3,2	10
Чувствительность(λ = 0,89 мкм), В/мВт	500	
Напряжение смещения при отсутствии засветки, мВ	1…11	3…33
Частота среза (-3 дБ), кГц	65	45
Напряжение шума.при отсутствии засветки в полосе частот от 0,1 кГц до частоты среза, мВ	0,23	
Сопротивление трансимпеданса, кОм	1000	
Ток потребления, мА	1	1,4
№ рисунка	2-352д	

2.3.3.3.2. Двухканальные фотоприемные устройства ФПУ-КИ-2 и ФПУ-М [$\Delta\lambda_{раб}$=0,6...0,9 мкм]

Двухканальные фотоприемные устройства ФПУ-КИ-2 и ФПУ-М предназначены для регистрации модулированного потока излучения в диапазоне 0,6...0,9 мкм. ФПУ-КИ-2 и ФПУ-М имеют два идентичных канала, состоящих из независимых фоточувствительных элементов, усилителей и согласующих каскадов.

ФПУ-КИ-2 выполнено в корпусе цилиндрической формы, в торцевой части которого размещены фоточувствительные элементы.

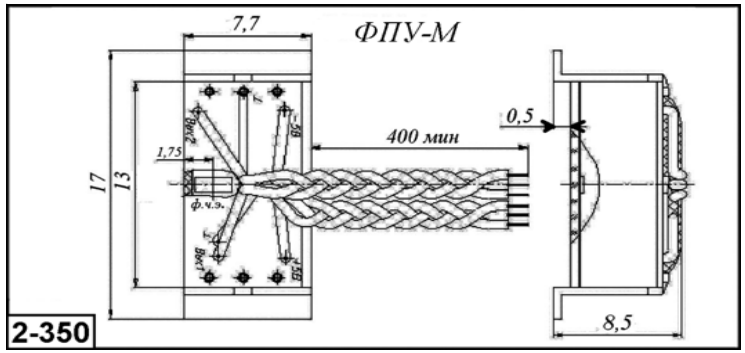
ФПУ-М выполнено по гибридно-интегральной технологии. Усилитель размещен на стеклянной подложке, являющейся входным окном для оптического излучения.

Области применения: интерферометры, навигационные системы; датчики угловых перемещений; метрология; спектрометрия.

Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.3.47. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ приведены на рис. 2.3.48.

Таблица 2.3.47. Основные параметры ФПУ-КИ-2 и ФПУ-М при температуре при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/ Норма параметра	
	ФПУ-КИ-2	ФПУ-М
Размеры фоточувствительного элемента, мм	1 x 0,08	1 x 0,08
Число каналов	2	2
Рабочий спектральный диапазон, мкм	0,6 ... 0,9	0,6 ... 0,9
Интегральная вольтовая чувствительность (λ=0,63 мкм), В/Вт	$2,5 \times 10^5$	1×10^6
Диапазон рабочих частот модуляции излучения, Гц	$60 ... 0,8 * 10^6$	$50 ... 2,5 * 10^6$
Отношение сигнал / шум на выходе, не менее	35	15
Напряжение питания, В	12	±5
Ток потребления, мА, не более	6	±2
Диапазон рабочих температур, °С	-40…+55	-60…+85
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	17 x 7,7 x 8,5	∅13 x 34
Масса, г	н/д	н/д
№ рисунка	2-350	2-351



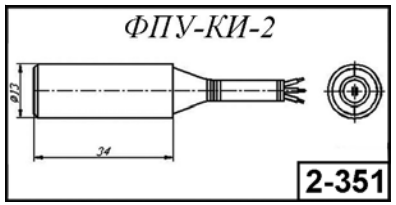


Рис.2.3.48. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-КИ-2 и ФПУ-М.

Глава 2.3.3.4. Фотоприемные устройства систем дистанционного управления для диапазона 0,4...1,1 мкм

2.3.3.4.1. Фотоприемное устройство ФУО-149 [Δλ=0,65...1,1 мкм]

Одноканальное фотоприемное устройство ФУО-149 предназначено для регистрации ИК-излучения в системах дистанционного управления, работающих в диапазоне 0,65…1,1 мкм. ФПУ реализовано на основе кремниевого p-i-n фотодиода и предварительного усилителя -формирователя сигнала. На выходе ФПУ формируется стандартный TTL (прямой и инверсный), пригодный для дальнейшей обработки.

ФПУ размещено в оригинальном герметичном металлостеклянном корпусе. Прибор снабжен светофильтром из стекла КС-19.

Внешний вид и габаритные размеры ФПУ ФУО-149 приведены на рис. 2.3.50. Основные параметры приведены в таблице 2.3.49.

Таблица 2.3.49. Основные параметры фотоприемного устройства ФРО-149 при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Рабочий спектральный диапазон, мкм	0,65...1,1
Размеры фоточувствительного элемента, мм	2,5 x 2
Плоский угол зрения, град, не менее	120
Рабочий диапазон мощности оптического импульса излучения, мкВт	0,1-1000
Минимальная длительность импульса оптического излучения, мкс	10
Скважность импульсов оптического излучения, не менее	8
Выходное напряжение (ток) логического нуля, В (мА), не более	0,4 (2)
Динамический диапазон, Вт	10^{-7} - 10^{-2}
Фоновая засветка входного окна, лк, не более	500
Рабочее напряжение, В	5±10%
Ток потребления, мА, не более	5
Диаметр входного окна, мм	5
Габаритные размеры, мм, не более	∅18 x 11
Масса, г, не более	4
№ рисунка	2-353

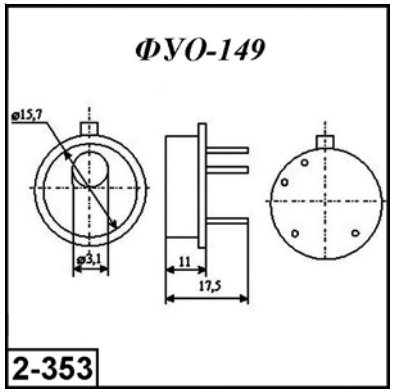


Рис. 2.3.50. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ ФУО-149.

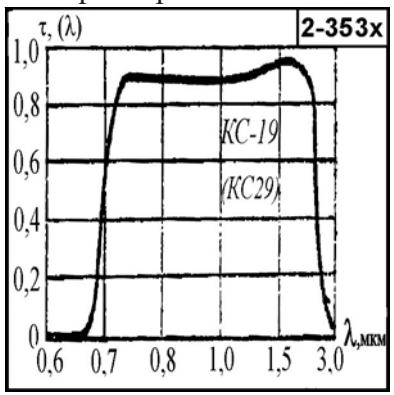


Рис. 2.3.50а. Спектральная характеристика фильтра КС-19 (КС29).

2.3.3.4.2.Фотоприемные устройства ILMS5360, ILMS5380, ILOP1836, ILOP1836SS, ILOP1838, ILOP1838SS [$\Delta\lambda_{раб}$= 0,83...1,1 мкм]

Фотоприемные устройства ILMS5360, ILMS5380, ILOP1836 и ILOP1838 предназначены для регистрации ИК-излучения в системах дистанционного управления, работающих в диапазоне 0,83–1,1 мкм.

Состав ФПУ: кремниевый pin-фотодиод, предусилитель-формирователь сигнала, а также внутренний полосовой фильтр, необходимый для выделения поднесущей (РСМ) частоты 36 кГц (ILMS5360, ILOP1836) или 38 кГц (ILMS5380, ILOP1838). На выходе ФПУ формируется стандартный TTL-сигнал, пригодный для дальнейшей обработки микроконтроллером. Корпус ФПУ выполнен из черной пластмассы, представляющей собой светофильтр высокой прозрачности для ИК-излучения с длиной волны 0,95… 0,96 мкм.

Фотоприемные устройства ILMS5380 и ILMS5360 являются прямыми аналогами ФПУ типа TFMS5360 и TFMS5380 фирмы Temic, а ФПУ ILOP1836, ILOP1838 являются функциональными аналогами TSOP1836/1838, TSOP1836SS3V/1838SS3V фирмы Vishay Telefunken.

Функциональная схема ФПУ приведена на рис. 2.3.51. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ ILMS5360, ILMS5380, ILOP1836 и ILOP1838 приведены на рис. 2.3.52. Схема включения и форма сигнала на выходе ФПУ приведены на рис. 2.3.53, а «угловая» характеристика ФПУ ILMS5360, ILMS5380 – на рис. 2.3.54. Основные параметры ФПУ ILMS5360, ILMS5380 приведены в табл. 2.3.50.





Таблица 2.3.50. Основные параметры ILMS5360, ILMS5380,, ILOP1838, ILOP1838SSпри температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/ Норма параметра					
	ILMS5360	ILMS5380	ILOP1836	ILOP1838	ILOP1836SS	ILOP1838SS
Область спектральной чувствительности, мкм	0,83…1,1					
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,95		0,96 раб			
Угол обзора, град, не менее						
по вертикали	±40		±45			
по горизонтали	±45		±45			
Минимальная плотность излучения на входе, мВт/м^2	0,6		0,5			
Максимальная плотность излучения на входе , Вт/м^2	20		30			
Выходное напряжение низкого уровня, В, не более	0,25					
Выходное напряжение высокого уровня, В, не менее	4		4,0		2,5	
Несущая частота сигнала, кГц	36	38	36	38	36	38
Напряжение питания, В	4,5…5,5		4,5…5,5		3…6	
Ток потребления, мА, не более	1,0		1,5		1,0	
Диапазон рабочих температур, °С	-25…+85		0…+85			
Габаритные размеры, мм, не более	10,3 x 12,9 x 6,1		6 x 7,1 x 5,6			
Масса, г, не более	2		1			
№ рисунка	2-354		2-354А			

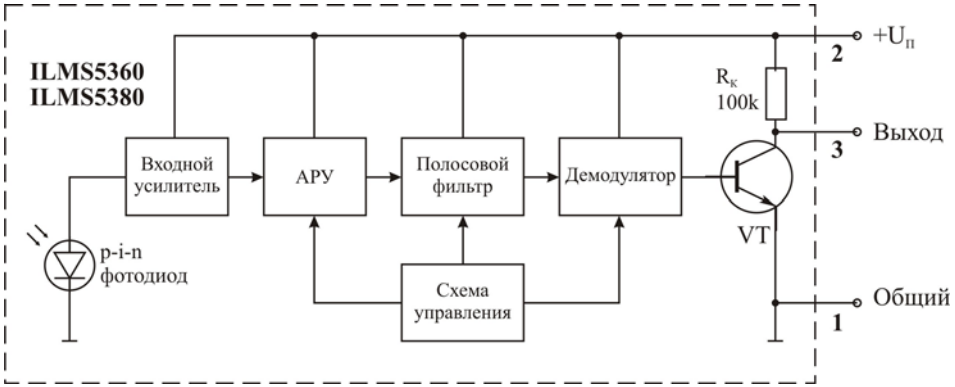
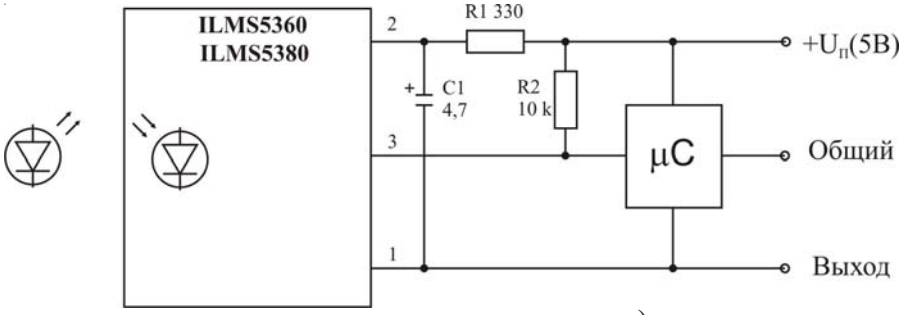
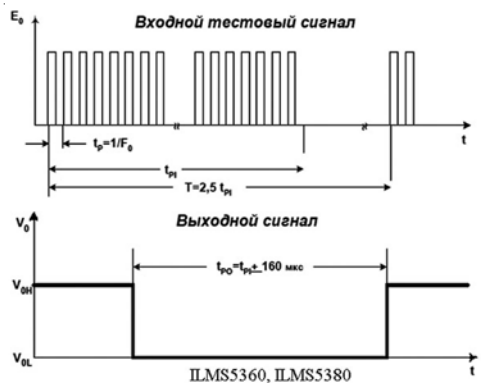


Рис. 2.3.51. Структурная схема ФПУ I LMS5380, ILMS5360.



а)



б)

Рис. 2.3.53. Схема включения (а) и форма сигнала на выходе ФПУ I LMS5380, ILMS5360.

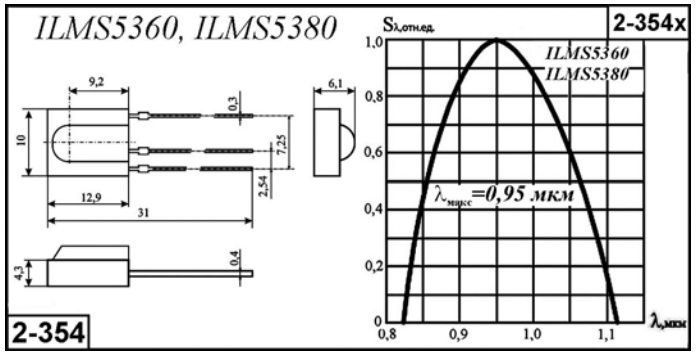


Рис. 2.3.52.

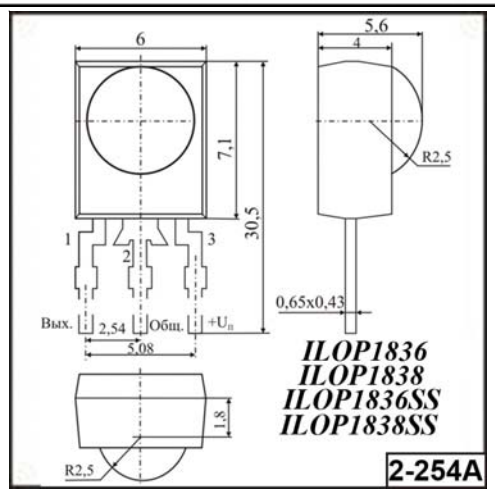


Рис. 2.3.52А.

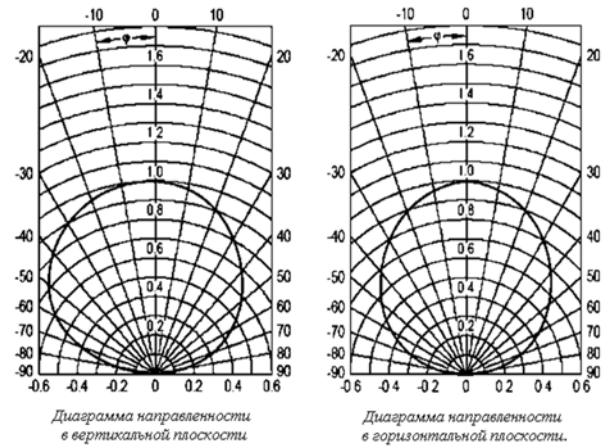


Рис. 2.3.54. Угловая чувствительность ФПУ I LMS5380, ILMS5360.

Глава 2.3.3.5. Многоканальные фотоприемные устройства

2.3.3.5.1. Многоканальные фотоприемные устройства МФ-6А, МФ-6Б [$\Delta\lambda$=0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85мкм]

Многоканальные фотоэлектрические МДП-фотодиодные приемные устройства МФ-6А, МФ-6Б предназначены для преобразования оптических сигналов в диапазоне длин волн от 0,35 до 1,1 мкм в электрические, их усиления, хранения и считывания произвольной выборкой в составе различной оптико-электронной аппаратуры.

ФПУ выполнены в стандартном 48-выводном металлокерамическом корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Организация ФПУ. Фотоприемные устройства представляют собой матрицу 16х16 интегральных кремниевых фотоприемных ячеек с электронной схемой с электронной схемой усиления и управления в каждой ячейке. Выбор информации произвольный, число разрядов 16. Информационная емкость 256 ячеек. Допускается не более двух неработающих ячеек.

Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ приведены на рис..2.3.55. Основные параметры ФПУ приведены в табл. .2.3.51. Назначение выводов приведено в табл.2.3.55а. На рис. 2.3.56 приведена “цоколевка” кристалла ФПУ.

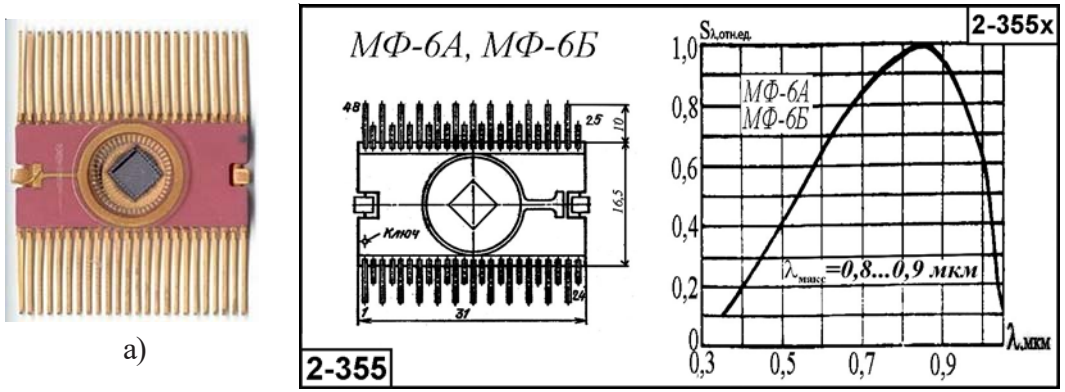
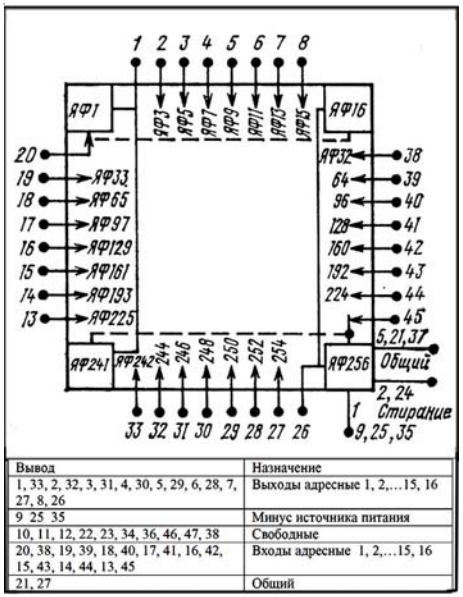


Рис. 2.3.55. Внешний вид (а) , габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ МФ-6А, МФ-6Б.



Вывод	Назначение
1, 33, 2, 32, 3, 31, 4, 30, 5, 29, 6, 28, 7, 27, 8, 26	Выходы адресные 1, 2,...15, 16
9 25 35	Минус источника питания
10, 11, 12, 22, 23, 34, 36, 46, 47, 38	Свободные
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

Рис. 2.3.56. “Цоколевка” кристалла ФПУ МФ-6А

Таблица 2.3.51. Основные параметры ФПУ МФ-6А, МФ-6Б при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/ Норма параметра	
	МФ-6А	МФ-6Б
Область спектральной чувствительности, мкм	0,35…1,1	
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,8±0,5	
Линейные размеры фоточувствительной площадки каждой фотоприемной ячейки, мм	0,1 x 0,1	
Шаг размещения фоточувствительных элементов, мм	0,25	
Количество ячеек	16 x 16	
Токовая монохроматическая чувствительность, А/Вт, не менее	0,22	
Вольтовая монохроматическая чувствительность, В/Дж, не менее	$1*10^{10}$	
Выходное напряжение логического нуля, мВ, не менее	150	300
Выходное напряжение логической единицы, мВ, не более	50	100
Время хранения информации, мкс, не менее	200	
Минимальная длительность импульса считывания, мкс, не более	0,2	
Длительность кадра, мкс	20…250	
Минимальная длительность импульса стирания, мкс, не более	0,2	
Напряжение источника питания, В	-6±5%	
Напряжение смещения подложки, В	5±5%	
Напряжение стирания, В	-12±5%	
Напряжение считывания, В	-12±5%	
Ток потребления, мА, не более	2	
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+80	
Габаритные размеры корпуса ФПУ, (без выводов), мм, не более	31 x 16,5 x 3	
Масса, г, не более	5	
№ рисунка	2-355	

Таблица 2.3.51а. Назначение выводов ФПУ МФ-6А, (Б)

№ вывода	Назначение
1, 33, 2, 32, 3, 31, 4, 30, 5, 29, 6, 28, 7, 27, 8, 26	Выходы адресные 1, 2,…, 15, 16
9, 25, 35	Минус источника питания
10, 11, 12, 22, 23, 34, 36, 46, 47, 38	Свободные
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

2.3.3.5.2. Многоканальное фотоприемное устройство МФ-14 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9мкм]

Многоканальное фотоэлектрическое МДП фотодиодное приемное устройство МФ-14 предназначено для преобразования оптических сигналов в диапазонедлин волн от 0,4 до 1,1 мкм в электрические, их усиления, хранения и считывания произвольной выборкой в составе различной оптико-электронной аппаратуры.

Организация ФПУ. Фотоприемные устройства представляют собой матрицу 32 х 32 интегральных кремниевых фотоприемных ячеек с электронной схемой усиления и управления в каждой ячейке.

В зависимости от способа подачи обратного смещения на фотодиод режим МДП-фотодиода может быть динамическим или статическим. В режиме с динамическим смещением на затвор транзистора VT0 подается напряжение от генератора импульсов, в режиме со статическим смещениемпа затвор транзистора VT0 подается постоянное напряжение.

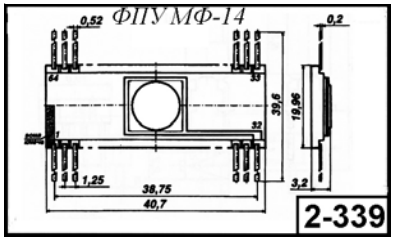
Выбор информации произвольный, число разрядов 32.

Фотоприемные устройства выпускались в стандартном 64-х выводном герметичном металлокерамическом корпусе. Внешний вид ФПУ и электрическая схема одной фотоприемной ячейки приведены на рис. 2.3.57.

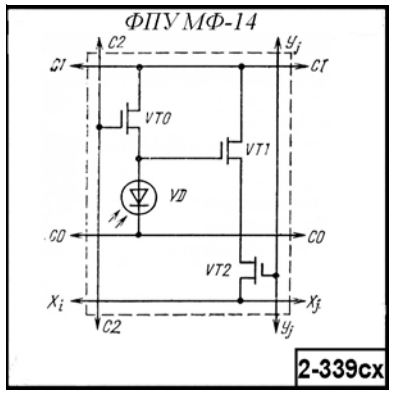
Основные параметры ФПУ МФ-14 приведены в табл. 2.3.52.

Таблица 2.3.52. Основные параметры ФПУ МФ-14 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4…1,1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,8…0,9
Линейные размеры фоточувствительной площадки каждой фотоприемной ячейки, мм	0,1 х 0,1
Шаг размещения фоточувствительных элементов на кристалле, мм	0,25
Информационная емкость, ячеек	1024
Токовая чувствительность, А/Дж, не менее	$9,6*10^{7}$
Порог чувствительности в режиме статического смещения, Дж/яч, не более	$4*10^{-16}$
Порог чувствительности в режиме динамического смещения, Дж/яч, не более	$(0,7…1,2)*10^{-13}$
Разброс выходных токов фоточувствительных ячеек в режиме динамического смещения,%	3…5
Энергия насыщения, Дж, не менее	$1,5*10^{-12}$
Динамический диапазон в режиме динамического смещения, дБ	10…20
Время хранения информации, мкс, не менее	200
Напряжение источников питания, В	-6±5%
	-9±5%
Амплитуда напряжения тактовых и управляющих импульсов, В	-12±5%
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+80
№ рисунка	2-339



а)



б)

Рис. 2.3.57. Внешний вид (а) и схема ячейки (б) ФПУ МФ-14.

2.3.3.5.3. Многоканальные фотоприемные устройства МФ-16А, МФ-16Б, МФ-16В [$\Delta\lambda$=0,4...1,06; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8мкм]

Многоканальные фотоэлектрические МДП-фотодиодные приемные устройства МФ-16А (Б,В) предназначены для преобразования оптических сигналов в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,06 мкм в электрические, их усиления, считывания произвольной выборкой и хранения в составе различной оптико-электронной аппаратуры.

Организация ФПУ. Фотоприемные устройства представляют собой матрицу 16 х16 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.Преобразование оптической информации в электрический сигнал производится в три последовательных цикла — стирание, запись (накопление) и считывание.

Выбор информации произвольный, число разрядов 16. Информационная емкость 256 ячеек.

Фотоприемные устройства выпускались в бескорпусном исполнении и предназначались для применения в аппаратуре, обеспечивающей их защиту от внешней окружающей среды.Подключение ФПУ к внешним электрическим цепям осуществляется с помощью гибкого шлейфа, имеющего 36 выводов, обозначение которых приведено в табл. 2.3.53.

Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ приведены на рис.2.3.58. Принципиальная электрическая схема и схема фоточувствительной ячейки ФПУ приведена на рис. 2. 3.59. Основные параметры ФПУ приведены в табл.2.3.54.

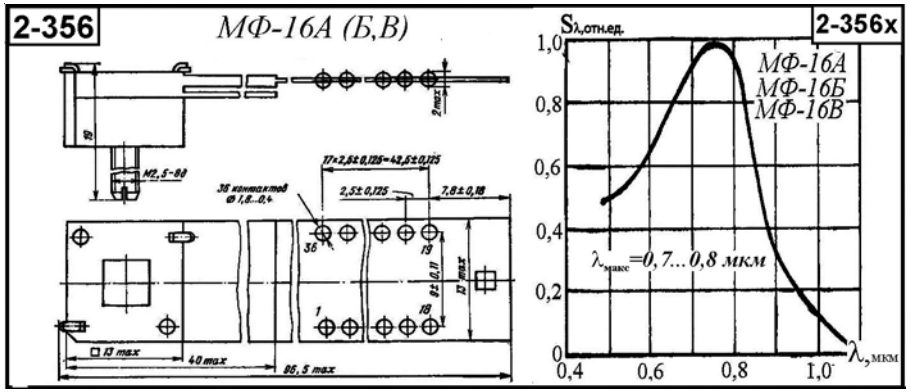
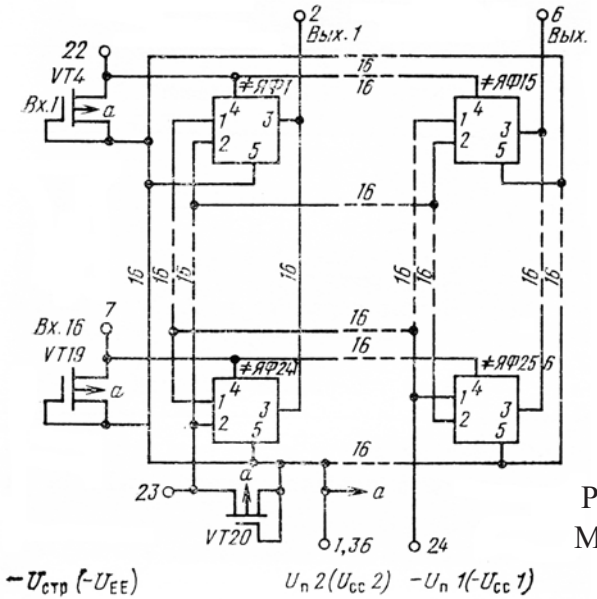


Рис. 2.3.58 .Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ МФ-6А, МФ-6Б.

Таблица 2.3.53. Назначения выводов ФПУ МФ-16

№ вывода	Назначение	№ вывод	Назначение	№ вывода	Назначение
1	$U_{П2}$ (U_{CC2})	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 2
11	Вход 12	23	$-U_{СТР}$ ($-U_{EE}$)	35	Выход 2
12	Вход 11	24	$-U_{П1}$ ($-U_{CC1}$)	36	$U_{П2}$ (U_{CC2})



Электрическая схема ФПУ МФ-16

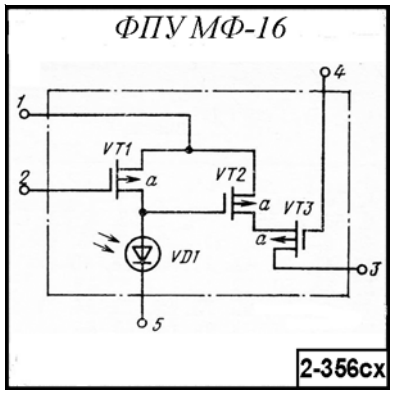


Рис. 2.3.59. Электрическая схема ФПУ МФ-16 (а) и схема фоточувствительной ячейки (б).

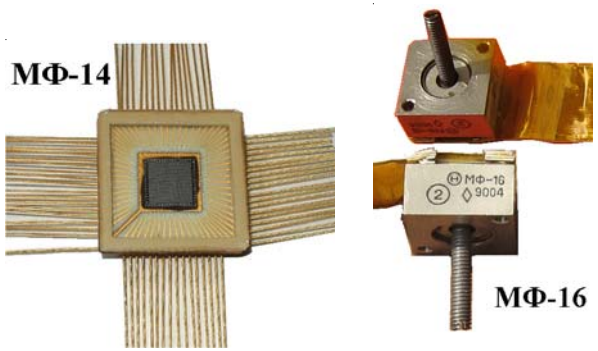


Рис. 2.3.59д. Внешний вид ФПУ МФ-14 и МФ-16.

Таблица 2.3.54. Основные параметры ФПУ МФ-16 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/ Норма параметра		
	МФ-16А	МФ -16Б	МФ-16В
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4…1,06		
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,7…0,8		
Линейные размеры фоточувствительной площадки каждой фотоприемной ячейки, мм	0,1 x 0,1		
Шаг размещения фоточувствительных элементов, мм	0,25		
Количество ячеек	256		
Токовая монохроматическая чувствительность, А/Вт, не менее	$7,2*10^{7}$		
Вольтовая монохроматическая чувствительность, В/Дж, не менее	$3*10^{9}$	$6*10^{9}$	$8*10^{9}$
Порог чувствительности в режиме динамического смещения, Дж/яч	$(5…7)*10^{-13}$		
Порог чувствительности в режиме статического смещения, Дж/яч	$6*10^{-16}$		
Разброс выходных токов фоточувствительных ячеек в режиме динамического смещения	40…50 мкА или 20…30% от максимального значения		
Энергия насыщения, Дж, не менее	$2,5*10^{-12}$		
Динамический диапазон в режиме динамического смещения, дБ	3,6…5,0		
Время хранения информации, мкс, не менее	200		
Амплитуда напряжения тактовых и управляющих импульсов (импульсов стирания и считывания), В	-12±10%		
Напряжение смещения подложки, В	-12±5%		
Длительность сигнала считывания, мкс, не менее	0,2		
Длительность сигнала стирания, мкс, не менее	0,2		
Выходное напряжение логического нуля, мВ, не более	-80		
Выходное напряжение логической единицы (при энергии излучения $1*10^{-11}$ Дж на длине волны 0,9 мкм), мВ, не более	-20		
Напряжение источников питания, В	-12±2% и -6±5%		
Диапазон рабочих температур, ^{o}С	-60…+70		
Ток потребления, мА, не более	2,5		
Габаритные размеры корпуса ФПУ, (без выводов), мм, не более	13 x 40 x 19		
Масса, г, не более	10		
№ рисунка	2-356		

2.3.3.5.4. Многоканальное фотоприемное устройство МИФ-15 [$\Delta\lambda$=0,35...1,05; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9мкм]

Многоканальное фотоэлектрическое 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.

Организация ФПУ. Фотоприемное устройство представляет собой матрицу 32х32 интегральных кремниевых фотоприемных ячеек с электронной схемой усиления и управления в каждой ячейке. Электрическая схема фотоприемной ячейки приведена на рис. 2.3.59 .

Количество кристаллов 4. Число фотоприемных ячеек в одном кристалле 256. Выбор информации произвольный, число разрядов 32.

Фотоприемное устройство размещено в герметичном металлостеклянном оригинальном 76-выводном корпусе, имеющем входное окно из кварцевого стекла.

Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис. 2.3.60. Назначение выводов ФПУ приведено в табл. 2.3.55. Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.3.56.

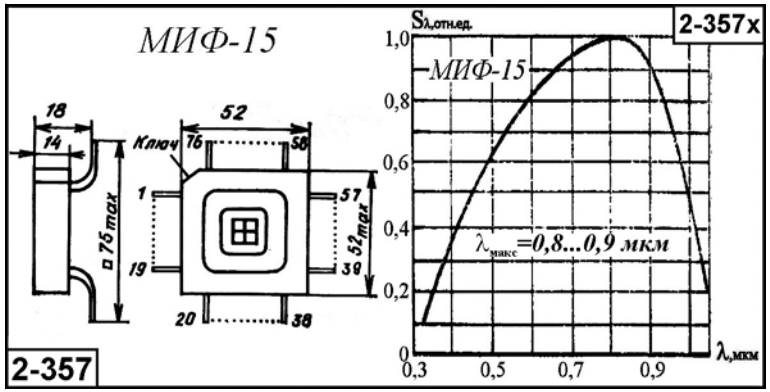


Рис. 2.3.60 .Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ МИФ-15

Таблица 2.3.55. Назначение выводов ФПУ МИФ-15

Вывод	Назначение
1, 76	Корпус, общий
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, 17, 41, 18, 40	Выходы адресные 1, 2,…, 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,…, 31, 32
38, 39, 48	Вход генератора стирания
10, 19, 20	Источники питания U_{cc1}, U_{cc2}, U_{cc3}

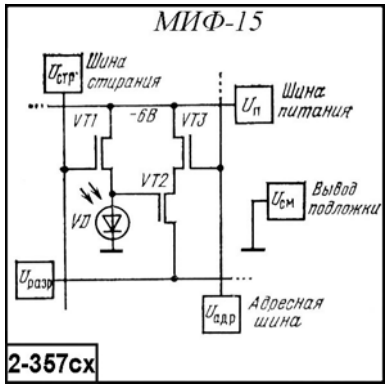


Рис.2.3.61. Схема фоточувствительной ячейки ФПУ МИФ-15

Таблица 2.3.56. Основные параметры ФПУ МИФ-15 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,35…1,05
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,8…0,9
Линейные размеры фоточувствительной площадки каждой фотоприемной ячейки, мм	0,1 x 0,1
Шаг размещения фоточувствительных элементов на кристалле, мм	0,25
Количество кристаллов	4
Шаг размещения кристаллов (по фотоокнам), мм	1,5
Количество ячеек	32 x 32
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 стирания, мкс	1
Минимальная длительность импульса считывания, мкс	1
Частота повторения импульсов стирания, кГц	5…50
Время считывания слова, мкс, не более	1
Напряжение смещения подложки, В	5±5%
Напряжение питания, В	-6±5%
Ток потребления, мА, не более	10
Диапазон рабочих температур, °С	-40…+40
Габаритные размеры, мм	52 x 52 x 14
Масса, г, не более	250
№ рисунка	2-357

2.3.3.5.5. Многоканальные фотоприемные устройства ФПУ-14А, ФПУ-14Б [$\Delta\lambda$=0,5...1,5; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9мкм]

Многоканальные фотоэлектрические МДП-фотодиодные приемные устройства ФПУ-14А, ФПУ-14Б 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. Выпускались в бескорпусном исполнении.

Организация ФПУ. Фотоприемные устройства представляют собой матрицу 32 х 32 кремниевых фотоприемных ячеек с электронной схемой управления и усиления в каждой ячейке. Расположение фоточувствительных ячеек на кристалле и относительная спектральная характеристика приведена на рис. 2.3.62. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ приведены на рис.2.3.63. Внешний вид и схема фоточувствительной ячейки приведены на рис. 2.3.64, а схема соединения ячеек на рис. 2.3.65. Назначение выводов приведено в табл. 2.3.57, а основные параметры ФПУ приведены в табл.2.3.58.

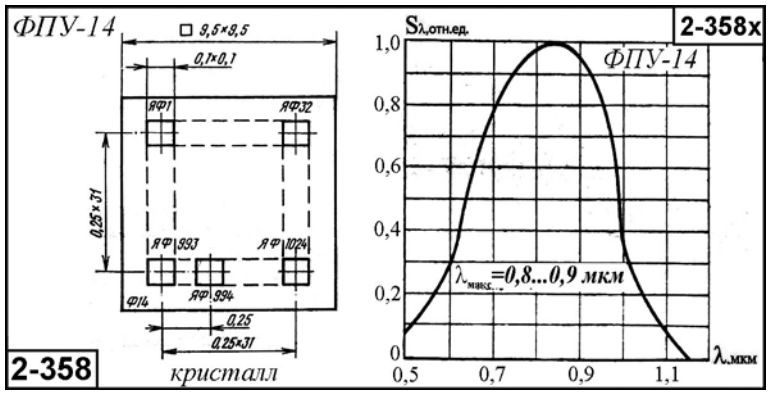


Рис.2.3.62. Расположение фоточувствительных ячеек и относительная спектральная характеристика ФПУ-14А (Б).

Таблица 2.3.57. Назначение выводов ФПУ-14

Вывод	Назначение
1, 35, 52	Источники питания 1, 2, 3
51, 2, 50, 3, 49, 4, 48, 5, 47, 6, 46, 7, 45, 8, 44, 9, 43, 10, 42, 11, 41, 12, 40, 13, 39, 14, 38, 15, 37, 16, 36, 17	Входы адресные 1, 2,…, 31, 32
54, 34, 55, 33, 56, 32, 57, 31, 58, 30, 59, 29, 60, 28, 61, 27, 62, 26, 63, 25, 64, 24, 65, 23,66, 22, 67, 21, 68, 20, 69, 19	Выходы адресные 1, 2,…, 31, 32
18, 53	Корпус
70	Вход генератора стирания

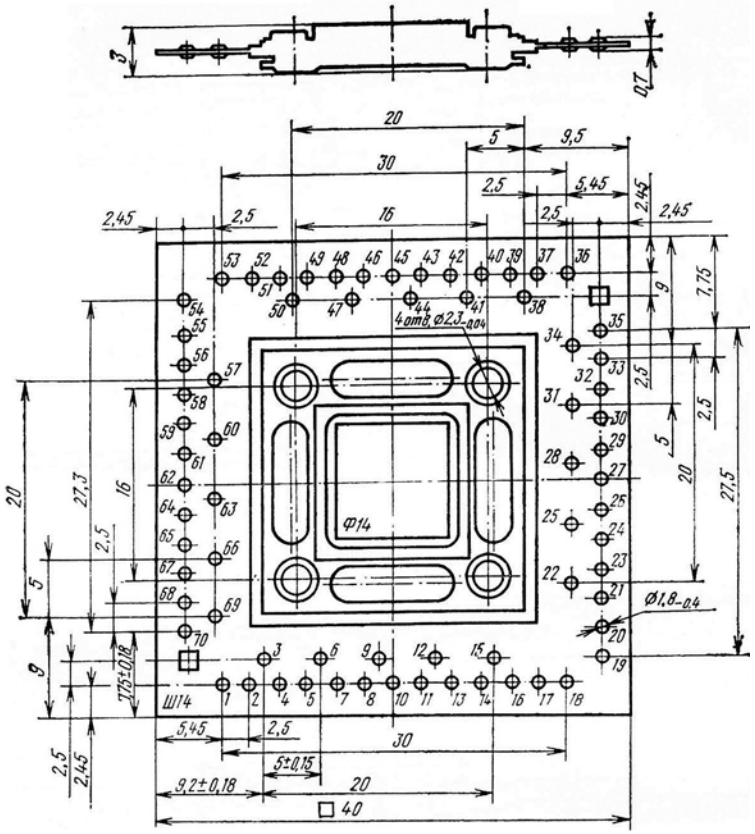
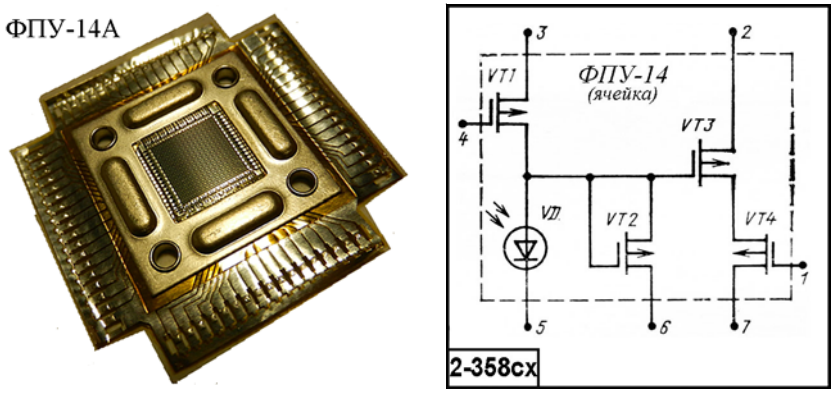


Рис. 2.3.63.Внешний вид, габаритные размеры и ФПУ-14А (Б).



а) б)

Рис. 2.3.64. Внешний вид (а) и схема фоточувствительной ячейки (б) ФПУ-14.

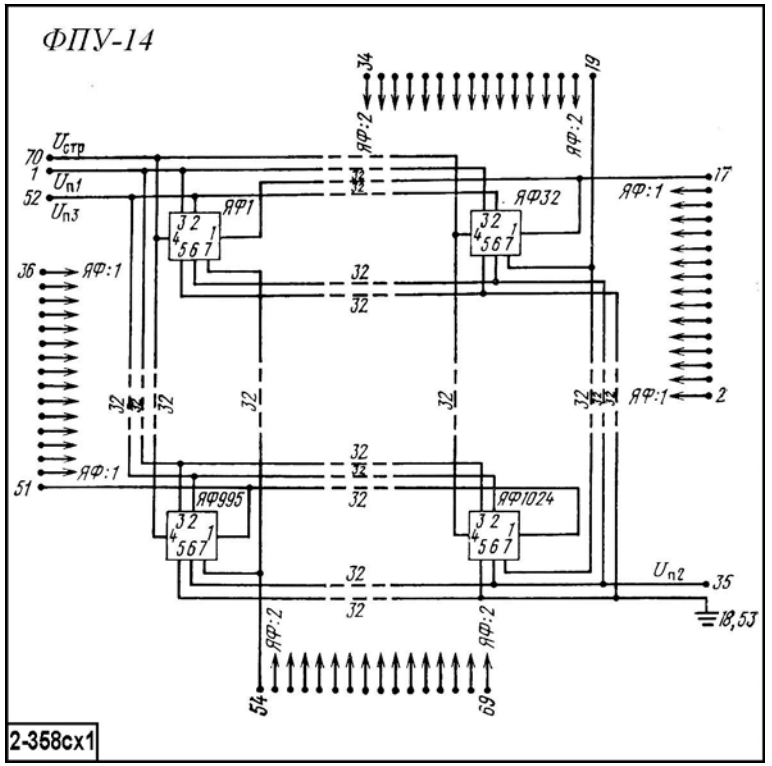


Рис.2.3.65. Схема соединения фоточувствительных ячеек ФПУ-14

Временные диаграммы управляющих сигналов при различных режимах работы ФПУ-14 приведены на рис.2.3.66, а основные требования к временным характеристикам управляющих сигналов изложены в табл. 2.3.59.

Таблица 2.3.58. Основные параметры ФПУ-14 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра	
	ФПУ-14А	ФПУ-14Б
Область спектральной чувствительности, мкм	0,5…1,1	
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,8…0,9	
Линейные размеры фоточувствительной площадки каждой фотоприемной ячейки, мм	0,1 x 0,1	
Шаг размещения фоточувствительных элементов, мм	0,28	
Количество ячеек	32 x 32	
Формат центральной зоны, яч.	14 x 14 =196	
Количество неработающих ячеек	0	25 (и 2 в центральной зоне)
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	
Токовая монохроматическая чувствительность, А/Дж, не менее	$8*10^{6}$	
Энергия насыщения ячеек, Дж/яч., не более	$5*10^{-11}$	
Время хранения информации, с, не менее	$1*10^{-4}$	
Коэффициент фотоэлектрической связи между ячейками, %, не более	5	
Минимальное время накопления информации, с, не более	$1*10^{-4}$	
Интегральная чувствительность от источника типа «А», А/лм, не менее	$1,2 \cdot 10^{3}$	
Выбор информации	произвольный	
Число разрядов	32	
Максимальное напряжение сигналов считывания и стирания, В, не более	—12	
Напряжение питания, В	$U_{и.п.1}$ —9,5 ... —8,6	
	$U_{и.п.2}$ —6,3 ... —5,7	
	$U_{и.п.3}$ —9,5 ... —8,6	
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+85	
Габаритные размеры, мм	40 x 40 x 3	
Масса, г	15	
№ рисунка	2-358	

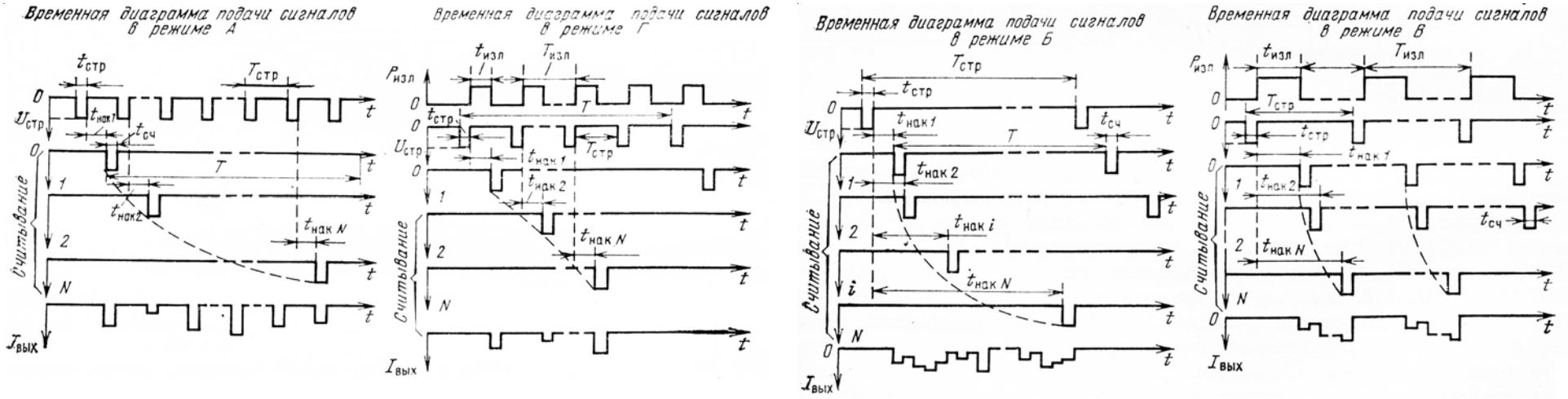


Рис. 2.3.66. Временные диаграммы управляющих сигналов при различных режимах работы ФПУ-14.

Таблица 2.3.59. Основные требования к временным характеристикам управляющих сигналов.

Параметр	Режим А	Режим Б	Режим В	Режим Г
Длительность импульса излучения, $t_{изл}$, мкс	-	-	0,2…1000	0,2…1000
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, $t_{нак}$, мкс	>1,0	$1,0+(i-1)t_{сч}$	$t_{изл}$	$t_{изл}$
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	$>t_{стр}+t_{нак}+t_{сч}$	$>t_{стр}+t_{нак}+Nt_{сч}$	$>t_{стр}+t_{изл}+Nt_{сч}$	$>t_{стр}+t_{изл}+t_{сч}$
Длительность периода повторения импульсов считывания, $T_{сч}$, мкс	$NT_{стр}$	$T_{стр}$	$T_{стр}$	$NT_{стр}$

Расшифровка режимов работы ФПУ: режимы А и Б – прием непрерывного излучения; режимы В и Г – прием импульсного излучения; режимы А и Г – режим одноадресного считывания; режимы Б и В – режим многоадресного считывания.

2.3.3.5.6. Многоканальное фотоприемное устройство ФПУ-36 [$\Delta\lambda$=0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9мкм]

Многоканальное фотоэлектрическое МДП-фотодиодное приемное устройство ФПУ-36 предназначено для преобразования оптических сигналов в диапазоне длин волн от 0,4 до 1 мкм в электрические и их последовательного считывания. Оно может использоваться в системах фотоэлектрической автоматики, акусто-оптико-электронных системах обработки информации, системах технического зрения промышленных роботов и в читающих автоматах.

Организация ФПУ. Фотоприемное устройство представляет собой 128-элементную линейную структуру интегральных фотоприемных ячеек с электронной схемой усиления и управления. Структурная схема ФПУ приведена на рис. 2.3.67. Электрическая схема фотоприемной ячейки приведена на рис. 2.3.68. Внешний вид и относительная спектральная характеристика ФПУ-36 приведена на рис. 2.3.67.

По цепям управления и выходным шинам ячейки объединены в четыре независимые и раздельно управляемые секции сканирования, имеющие отдельные выходы (Вых1... Вых4) и включающие в себя соответственно ячейки с 1 по 32, с 33 по 64, с 65 по 96, с 97 по 128. Каждая секция управляется двумя цифровыми сдвиговыми регистрами, предназначенными: один для стирания информации, другой для считывания информации на выход. Управление от двух регистров позволяет регулировать время накопления заряда на емкости фотодиодов путем изменения времени задержки между запуском стирающего и считывающего регистров, не меняя частоты сканирования. Секции могут использоваться как независимые 32-х элементные ФПУ.

Фотоприемное устройство выпускалось в стандартном 48-выводном металлокерамическом корпусе, имеющем стеклянное входное окно. Основные параметры ФПУ-36 приведены в табл. 2.3.60.

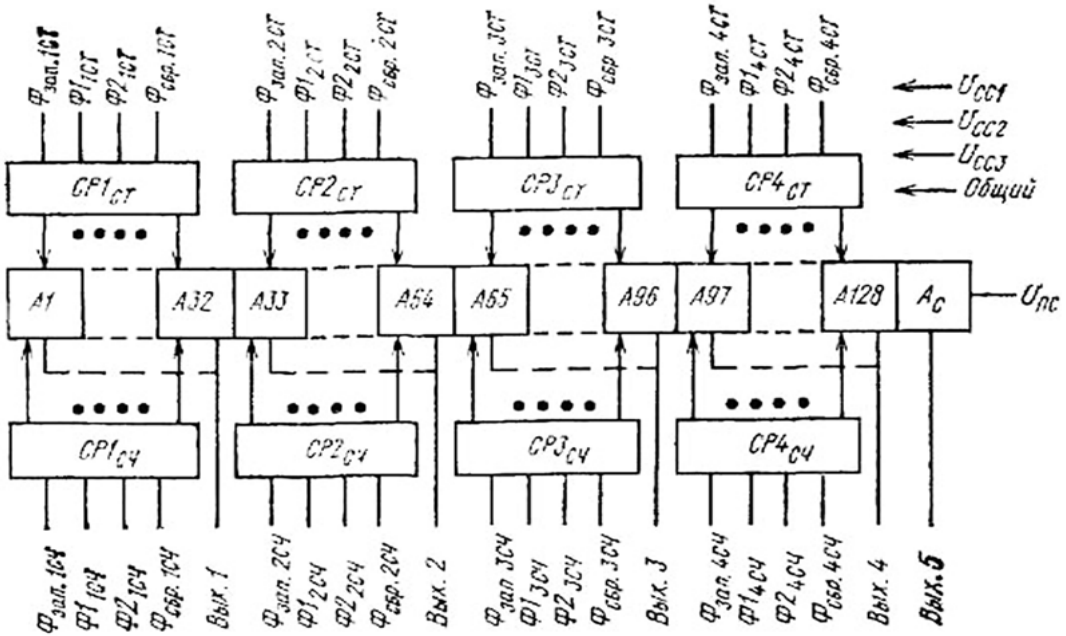
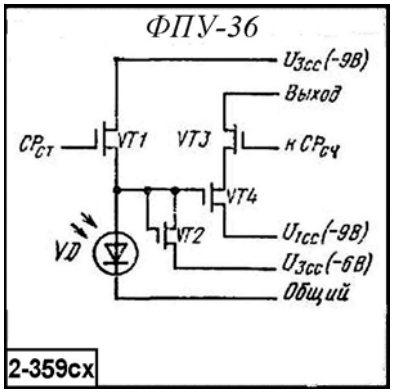


Рис. 2.3.67. Структурная схема ФПУ-36

Рис.2.3.68. Схема фоточувствительной ячейки ФПУ-36



б)

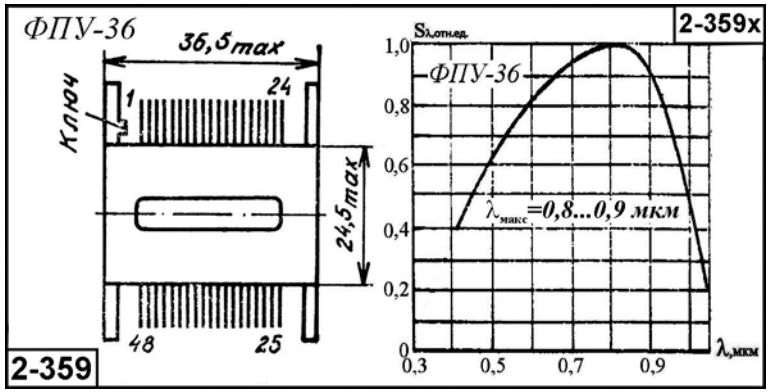


Таблица 2.3.60. Основные параметры ФПУ-36 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4…1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,8…0,9
Линейные размеры фоточувствительной ячейки, мм	0,04 x 0,04
Шаг размещения фоточувствительных ячеек, мм	0,075
Количество ячеек	128
Токовая монохроматическая чувствительность, А/Дж, не менее	$7*10^{7}$
Разброс значений токовой монохроматической чувствительности между ячейками, %, не более	±15
Энергия насыщения ячеек, Дж/яч., не менее	$3*10^{-12}$
Выходной ток ячеек при отсутствии потока излучения (темновой ток), мкА	400…1000
Темновой ток синхронизирующего фотодиода, мкА, не более	0,1
Динамический диапазон по энергии, дБ, не менее	20
Диапазон частот сканирования	40 кГц…20 МГц
Амплитуда напряжения тактовых и управляющих импульсов, В	-12±5%
Напряжение источников питания, В	±9±10% и -6±10%
Напряжение смещения подложки, В	5±5%
Потребляемая мощность, мВт, не более	25
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+80
Габаритные размеры корпуса ФПУ, мм, [масса, г.], не более	35,5 x 23,5 x 4,5 [6 г.]
№ рисунка	2-359

а)



Рис. 2.3.69. Внешний вид (а), габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ-36

2.3.3.5.6д. Фотоприемное устройство ФПУ-62 [Δλ=0,5...1,0 мкм]

Фотоприемное устройство ФПУ-62 предназначено для преобразования оптического изображения в диапазоне длин волн от 0,5 до 1 ,0 мкм в электрическ ие сигналы , усиления и считывания с произвольной выборкой.ФПУ-62 представляет собой матрицу фотоприемных ячеек, объединенных в разряды, (строки) и адреса (столбцы) , число разрядов 64, число строк 64.

Фотоприемная матрица выполнена на одном кристалле и размещается в 156-выводном металлокерамическом корпусе с окном из оптического стекла над фоточувствительной областью.

Отличается от аналога ФПУ-14 большей разрешающей способностью.

Области применения: системы контроля, слежения, обработки оптических изображений, нформационнопоисковые системы, системы бесконтактного измерения линейных размеров и перемещения объектов, оптические ЗУ.

Основные параметры ФПУ приведенны в табл. 2.3.60д, а внешний вид и габаритные размеры - на рис.2.3.69д.

Таблица 2.3.60д. Основные параметры ФПУ-62 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Спектральный диапазон, мкм	0,5-1,0
Линейный размер фоточувствителльной ячейки, мкм, не более	90 x 90
Шаг между центрами фоточувствительных площадок по строкам и столбцам, мкм	130
Число строк	64
Число столбцов	64
Монохроматическая токовая чувствительность, А/ Дж, не менее	1×10^8
Выходной ток элементов при отсутствии потока излучения, мкА, не менее	250
Разброс значений токовой монохроматической чувствительности, %, не более	20
Разброс значений темнового тока, %, не более	20
Коэффициент фотоэлектрической связи между соседними элементами, % , не более	10
Напряжение сигналов стирания и считывания, В, не менее	12
Длительность сигналов считывания и стирания, мкс, не менее	0,2
Напряжение источников питания, В	9
№ рисунка	2-359д

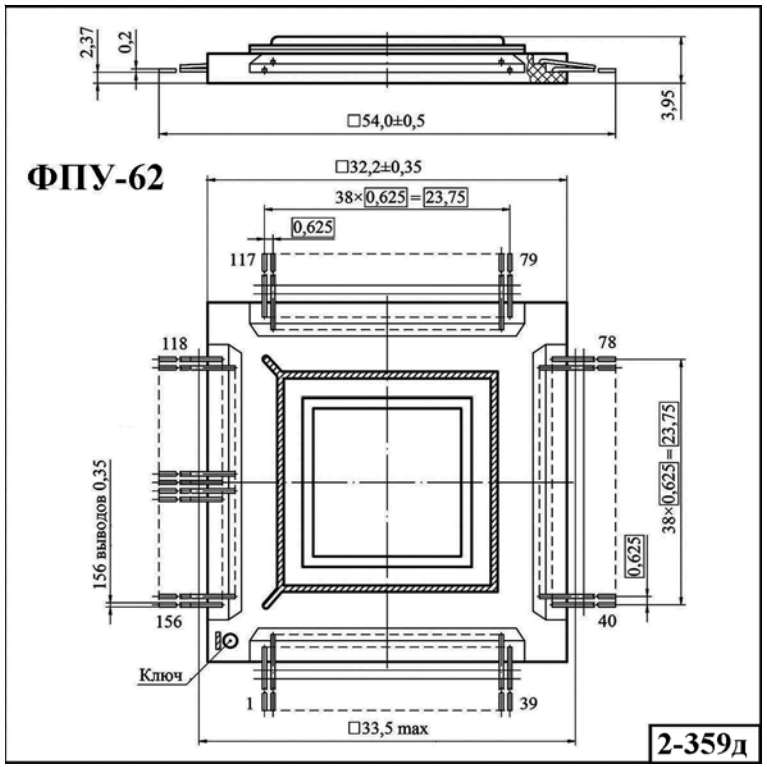


Рис. 2.3.69д. Внешний вид, габаритные размеры ФПУ-62.

2.3.3.5.7д. Координатная фотоприемная матрица ФПМ-256 [Δλ=0,4...1,0 мкм]

Координатная фотоприемная матрица ФПМ-256 предназначена для преобразования оптического изображения в электрический сигнал. Матрица состоит из 65536 фоточувствительных элементов (256 х 256). Матрица содержит два сдвиговых регистра для осуществления самосканирования, 256 схем управления считыванием строк и 256 зарядовых интеграторов с коммутирующими ключами для считывания зарядов со столбцовых шин, преобразования их в выходные сигналы и коммутации их на выходную шину.

Фотоприемная матрица выполнена на едином кристалле в 48-выводном металлокерамическом корпусе с окном из оптического стекла над фоточувствительной областью. Для обеспечения работоспособности и контроля ФПМ используются 20 внешних выводов.

Отличается от зарубежного аналога RA0256B повышенным быстродействием и способом считывания сигнала с матрицы фотоэлементов..

Основные параметры ФПМ приведенны в табл. 2.3.60д1, а внешний вид и габаритные размеры - на рис.2.3.69д1.

Области применения: измерительная оптико-электронная аппаратура.

Таблица 2.3.60д1. Основные параметры ФПМ-256 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Спектральный диапазон, мкм	0,4-1,0
Размеры фоточувствительной областии, мм	10,24 х 10,24
Количество фоточувствительных элементов	256 х 256
Шаг между центрами фоточувствительных элементов, мкм	40
Интегральная чувствительность, В*см^2/ мкДж	0,6 - 1,0
Относительная неравномерность интегральной чувствительности, %, не более	10
Динамический диапазон, о.е.	200
Напряжение сигнала насыщения, мВ	2000
Относительная ннеравномерность темнового сигнала, %, не более	5
Глубина модуляции напряжения сигнала на отметке 100 линий на строку, %	20 - 30
Диапазон тактовых частот, МГц	0,01 - 8,0
Входная емкость фазовых электродов, пФ, не более	65
Допустимое число дефектов, %, не более	5
Напряжение источника питания, В	н/д
№ рисунка	2-360д

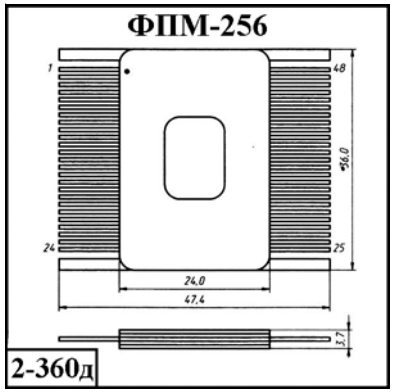


Рис. 2.3.69д1. Внешний вид и габаритные размеры ФПМ-256.

2.3.3.5.8д. Матричные фотоприемники КМОП-1000 и КМОП-250 [Δλ= 0,4...0,8 мкм]

КМОП-1000 и КМОП-250 являются матричными фотоприёмниками форматов 1024 x1024 и 256 x 256 пятитранзисторных ячеек 15x15 мкм. Фотоприёмники обеспечивают прием оптического излучения в спектральном диапазоне 0,4-0,8 мкм, сфокусированного в фокальной плоскости внешней оптической системой, преобразование его в электрический сигнал, считывание (коммутацию), предварительное усиление и мультиплексирование на 16 (основной режим) или 8, 4, 1 аналоговых выходов.

Фотоприёмники размещаются в металлокерамических корпусах с входным окном из стекла. "КМОП-1000" в 64-х выводном корпусе, а "КМОП-250" в 32-х выводном. Функциональная схема фотоприемника "КМОП-1000" приведена на рис. 2.3.69.д2.

Предусмотрены следующие режимы работы фотоприемников: 1) Конвейерный (Rolling) - для одного активного окна, с заданием времени интегрирования с кратностью времени вывода одной строки, 2) Мгновенная фотография (SnapShot) (произвольное время интегрирования, определяется внешним импульсом), опрос после интегрирования, 3) Мгновенная фотография, опрос после интегрирования каждого активного окна, 4) Мгновенная фотография, опрос во время интегрирования.

Основные параметры фотоприемников приведенны в табл. 2.3.60д2, а внешний вид и габаритные размеры - на рис.2.3.69д3 и 2.3.69д4.

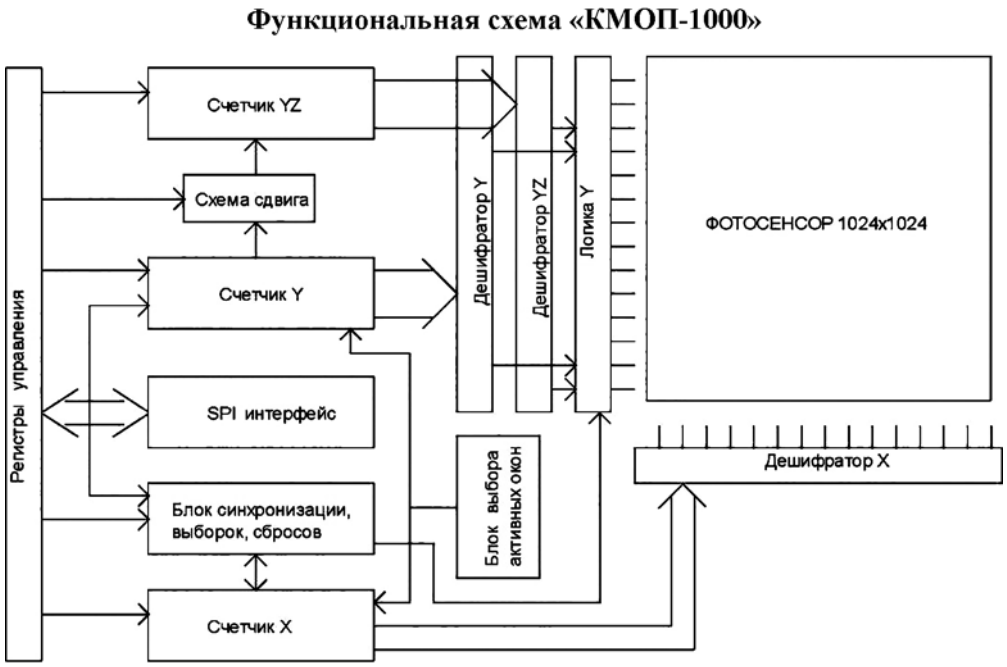


Рис. 2.3.69д2. Функциональная схема “КМОП-1000”

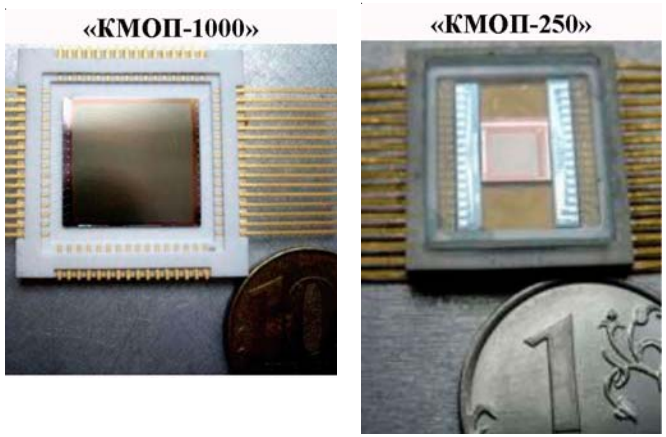


Рис. 2.3.69д3. Внешний вид "КМОП-1000" и "КМОП-250"

Таблица 2.3.60д2. Основные параметры КМОП-1000 и КМОП-250 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра	
	КМОП-1000	КМОП-250
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4…0,8	
Число ФЧЭ (общее)	1024 × 1024	256 x 256
Размер ФЧЭ, мкм	15 × 15	
Интегральная чувствительность, В/(лк-с), не менее	4	2,5
Коэффициент передачи модуляции, %	60	
Напряжение насыщения, В, не менее	1,0	0,8
Исходная неравномерность выходного сигнала, %	± 12	± 8
Исходная неравномерность темнового сигнала, %	± 2	± 4
Зарядовая емкость, тысяч электронов, не более	400	
Время вывода полного кадра (16 выходов), мс	8…12	0,5
№ рисунка	2-361д	

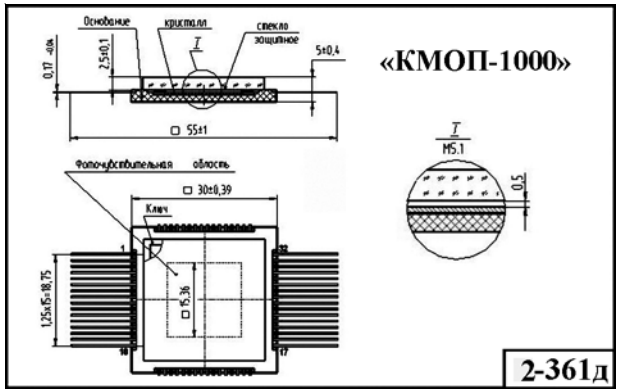


Рис. 2.3.69д4. Внешний вид и габаритные размеры КМОП-1000 и КМОП-250.

Таблица 2.3.60д3. Назначение выводов КМОП-1000 и КМОП-250.

Номер вывода	Функциональное назначение
1	Аналоговое питание
2	Цифровое питание
3	Напряжение регулировки тока
4	Вход управления длительностью интегрирования
5	Частота тактовая
6	Глобальнмй сброс
7	Вход SP1
8	Частота SP1
9	Старт SP1
10	Выход SP1
11	Выход цифровой 1
12	Выход цифровой 2
13	Напряжение сброса $С_ф$
14	Опорное напряжение
15	Напряжение переноса
16	Земля аналоговая
17	Аналоговый выход 1
18	Аналоговый выход 2
13	Аналоговый выход 3
20	Аналоговый выход 4
21	Аналоговый выход 5
22	Аналоговый выход 6
23	Аналоговый выход 7
24	Аналоговый выход 8
25	Аналоговый выход 9
20	Аналоговый выход 10
27	Аналоговый выход 11
28	Аналоговый выход 12
29	Аналоговый выход 13
30	Аналоговый выход 14
31	Аналоговый выход 15
32	Аналоговый выход 16

2.3.3.5.9д. Скоростной матричный фотоприёмник 1386НК01Н4 [Δλ= 0,4...0,8 мкм]

Фотоприёмник 1386НК01Н4 является матричными КМОП приёмником формата 256 х 256 пятитранзисторных ячеек размером 25х25 мкм. Фотоприёмник предназначен для приема оптического излучения в спектральном диапазоне 0,4-0,8 мкм.

Фотоприёмник представляет собой чип с индиевыми контактами.

Основные параметры фотоприемника приведены в табл. 2.3.60д4.

Таблица 2.3.60д4. Основные параметры матричного фотоприёмника 1386НК01Н4 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4…0,8
Число ФЧЭ (общее)	256 х 256
Размер ФЧЭ, мкм	25 × 25
Шаг между центрами ФЧЭ, мкм	25
Интегральная чувствительность, В/(лк-с), не менее	7
Количество аналоговых выходов	16 (по 8 с каждой половины ФПМ)
Количество цифровых парафазных выходов	16 по 7 разрядов (по 8 х7 с каждой половины ФПМ)
Разрядность АЦП	переключаемая 14 или 12
Размах аналоговых сигналов на выходах и на входах АЦП, В	до 3,2
Частота считывания на аналоговых выходах, МГц	до 40
Частота считывания на цифровых выходах, МГц	до 80
Кадровая частота , кГц	до 10
Частота считывания строк, МГц	до 1,25
Скорость потока выводимых данных, Гбит/с	10
Напряжение источников питания общее, В	5
Напряжение источников питания для LVDS , В	0,8
Общий ток потребления, мА, не более	200

Глава 2.3.4. Фототиристоры на основе кремния

Фототиристор это переключатель, управляемый оптическим излучением. Конструктивно фототиристоры представляет собой светочувствительный монокристалл с p-n-p-n-структурой из кремния, расположенный на медном основании и, закрытый герметичной крышкой с прозрачным окном.

Фототиристор сочетает в себе качества тиристора (переключатель с двумя устойчивыми состояниями, имеющий большую нагрузочную способность при малой управляемой мощности, и высокое быстродействие) и полупроводникового фотоприемника (высокая световая чувствительность, полная развязка по электрической цепи). Современные фототиристоры изготовляют на токи от нескольких мА до 100А и напряжения от нескольких десятков в до 3 кв. Мощность управляющего светового потока (при λ=0,9 мкм) составляе от 1 до 100 мВт..

Фототиристоры находят применение в различных устройствах автоматического управления и защиты. Номенклатура серийно выпускаемых фототиристоров, не очень обширна. Далее приводятся основные параметры некоторых наиболее известных типов фототиристоров.

2.3.4.1. Фототиристоры ТФ5, ТФ-10, ТФ-100 [$\Delta\lambda$=0,7...1,1 мкм]

В табл. 2.3.61.приводятся основные параметры ранних модификаций фототиристоров типа ТФ5, ТФ-10, ТФ-100.

Таблица 2.3.61. Основные параметры фототиристоров ТФ5, ТФ-10, ТФ-100 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип фототиристора		
	ТФ-5	ТФ-10	ТФ-100
Предельный ток, А	5	10	100
Номинальный ток, А	4,5	9	90
Номинальное напряжение, В	35...240	70...560	70...1120
Повторяющееся напряжение, В	50...300	100...700	100...1400
Неповторяющееся напряжение, В	50...300	100...780	100...1570
Прямое падение напряжения (среднее значение), В, не более	0,75	0,8	0,9
Ток утечки и обратный ток, мА, не более	1	3	10
Ударный ток, А	100	150	1000
Критическая скорость нарастания прямого тока, А/мкс, не менее	100	100	75
Критическая скорость нарастания напряжения, В/мкс, не менее	1	2	1
Максимум спектральной чувствительности, мкм	0,7…1,1	0,95	0,7…1,1
Мощность управляющего потока излучения, мВт, не менее	1	1	1
Скорость охлаждающего воздуха, м/с	-	-	12
Габаритные размеры с охладителем, мм	100 x 100 x 37	-	100 x 96 x 133
Масса с охладителем, кг	0,22	0,22	1,5

2.3.4.2. Фототиристоры ТФ132-25-8, ТФ132-25-10 [Δλ=0,9...1,1 мкм]

Фототиристоры ТФ132-25-10 и ТФ132-25-8 предназначены для управления различными устройствами при помощи потока излучения с длиной волны 0,9...1,1 мкм. Фототиристоры размещены в герметичном стандартном металлостеклянном корпусе с прозрачным окном.

Основные параметры фототиристоров ТФ132-25-10 и ТФ132-25-8 приведены в табл. 2.3.62, а внешний вид и габаритные размеры на рис.2.3.70. Типовые схемы включения приведены на рис.2.3.70д.

Таблица 2.3.62. Основные параметры фототиристоров ТФ132-25-10 и ТФ132-25-8

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора	
	ТФ132-25-10	ТФ132-25-8
Повторяющееся импульсное обратное напряжение (U_{rrm}) и повторяющееся имп. напряжение в закрытом состоянии (U_{drm}),В	1000	
Повторяющийся импульсный обратный ток (I_{rrm}) и повторяющийся имп. ток в закрытом состоянии (I_{drm}), мА	6	
Макс. допустимый средний ток в открытом состоянии (I_{tav}), А	25 (при $T_{корп}$ = 70°С)	
Макс. допустимый действующий ток в открытом состоянии, А	25,2	
Ударный ток в открытом состоянии, кА	0,2	
при синус. однополупериодном импульсе тока, мс	20	
Импульсное напряжение в открытом состоянии, В	1,75	2,2
Крититическая скорость нарастания тока в открытом состоянии , А/мкс	16	
Макс. крит. скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, В/мкс	16	100
Отпирающее постоянное напряжение управления, В	1,8	
Отпирающий постоянный ток управления, мА	250	
Параметры управляющего оптического импульса:		
Длина волны, мкм	0,9 - 1,1	
Энергия импульса, Дж, не менее	200	
Расстояние до источника излучения, мм	20±10	
Тепловое сопротивление переход-корпус, С/Вт	0,75	0,6
Рабочая температура перехода, °С	-50…+100	-50…+100
Габаритные размеры, мм, [масса, г],не более	∅19 x 29 [25 г.]	
№ рисунка	2-360	

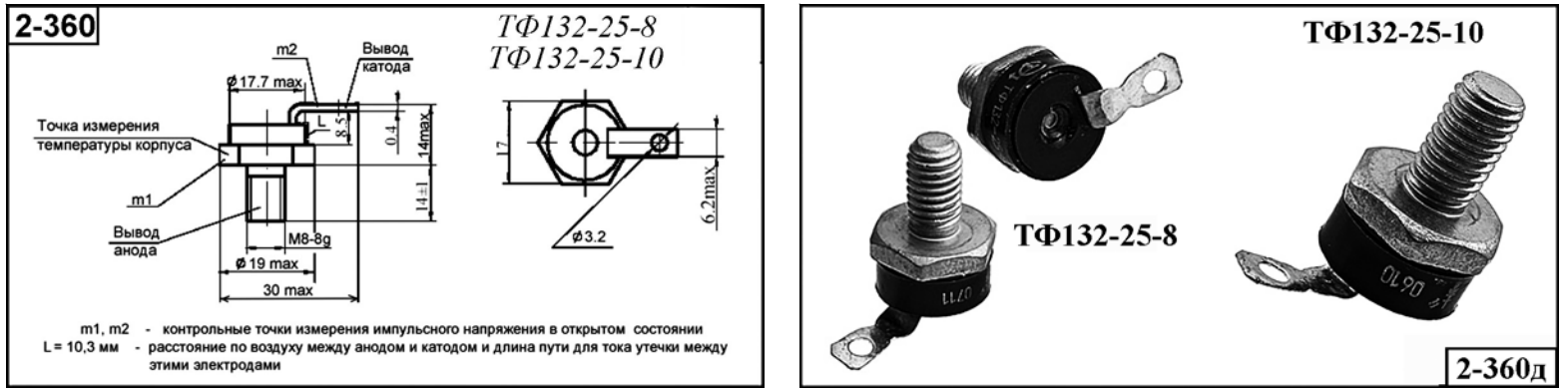


Рис. 2.3.70. Внешний вид и габаритные размеры фототиристоров ТФ132-25-8 и ТФ132-25-10.

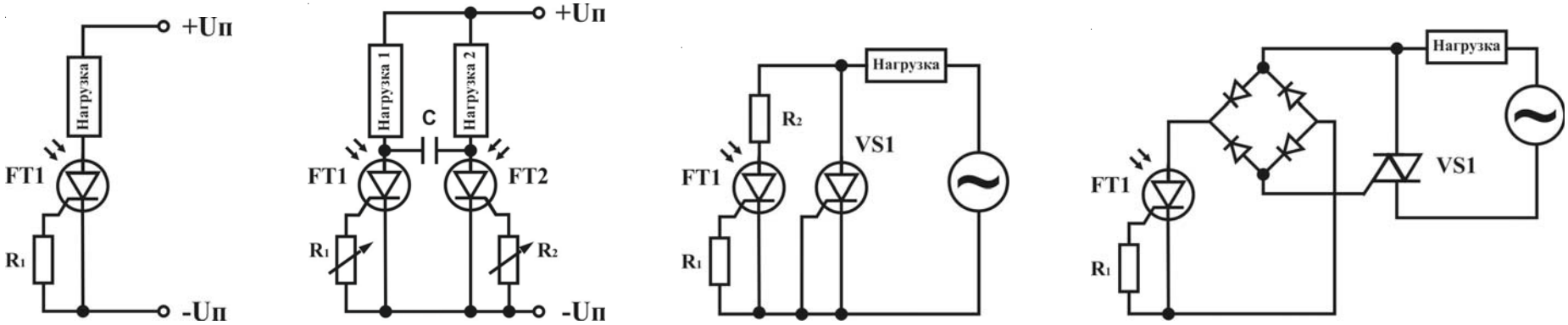


Рис. 2.3.70д. Типовые схемы включения фототиристоров.

2.3.4.3. Фототиристоры ТФ253-630, ТФ353-630, ТФ173-1000, ТФ273-1000, ТФ183-2000, ТФ193-2500 [Δλ=0,9...1,1 мкм]

Фототиристоры ТФ253-630, ТФ353-630, ТФ173-1000, ТФ273-1000, ТФ183-2000, ТФ193-2500 предназначены для управления мощными и высоковольтными устройствами при помощи потока излучения с длиной волны 0,9...1,1 мкм.

Фототиристоры размещены в герметичном стандартном металлокерамическом корпусе с прозрачным окном. Для охлаждения приборов используется стандартный радиатор типа О153.

Основные параметры фототиристоров ТФ253-630, ТФ353-630, ТФ173-1000, ТФ273-1000, ТФ183-2000, ТФ193-2500 приведены в табл. 2.3.63, внешний вид и габаритные размеры фототиристоров и радиатора О153 приведены на рис.2.3.71.

Таблица 2.3.63. Основные параметры фототиристоров ТФ253-630, ТФ353-630, ТФ173-1000, ТФ273-1000, ТФ183-2000, ТФ193-2500 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора					
	ТФ253-630	ТФ353-630	ТФ173-1000	ТФ273-1000	ТФ183-2000	ТФ193-2500
Напряжение переключения, V_{BO}, В	5200-6600	6200-6600	6000-6500	6200-6600	6200-6600	7000-7800
Повторяющееся импульсное обратное напряжение, V_{RRM}, В	5000-6400	6600-7000	6600-7000	6600-7000	6600-7000	7200-8000
Повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии, I_{DRM} / Повторяющийся импульсный обратный ток Tj=125 °С, $V_D/V_R=V_{BO}/V_{RRV}$, I_{RRM}, мА	150	150	200	200	250	500
Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии, 50 Гц, двухсторонее охлаждение $I_{T(AV)}$ (T_C°С), А	770(70)	790(70)	1145(85)	1360(70)	2115(70)	2520(70)
Ударный ток в открытом состоянии, V_R=0, T_j=125°С, t_p=10 мс, I_{TSM}, кА	12	12	24	24	40	55
Параметры управляющего оптического импульса:						
Длина волны, мкм - 0,9 - 1,1 мкм,	0,9 - 1,1					
Мощность потока излучения, P_{LM}, мВт, не менее	40					
Динамическое сопротивление перехода, $r_{T, Мом}$	1,07	1	0,55	0,55	0,35	0,28
Тепловое сопротивление переход-корпус, $R_{th(j-c)}$, °С/Вт	0,02	0,02	0,012	0,012	0,0078	0,0078
Рабочая температура перехода, °С	-60…+125	-60…+125	-60…+125	-40…+120	-60…+120	-40…+120
Габаритные размеры, мм, не более	∅75 x 35	∅75 x 35	∅112 x 35	∅112 x 35	∅112 x 35	∅145 x 40
Масса, кг, не более	0,73	0,65	1,5	1,5	2	3
№ рисунка	2-364	2-365	2-361	2-366	2-362	2-363

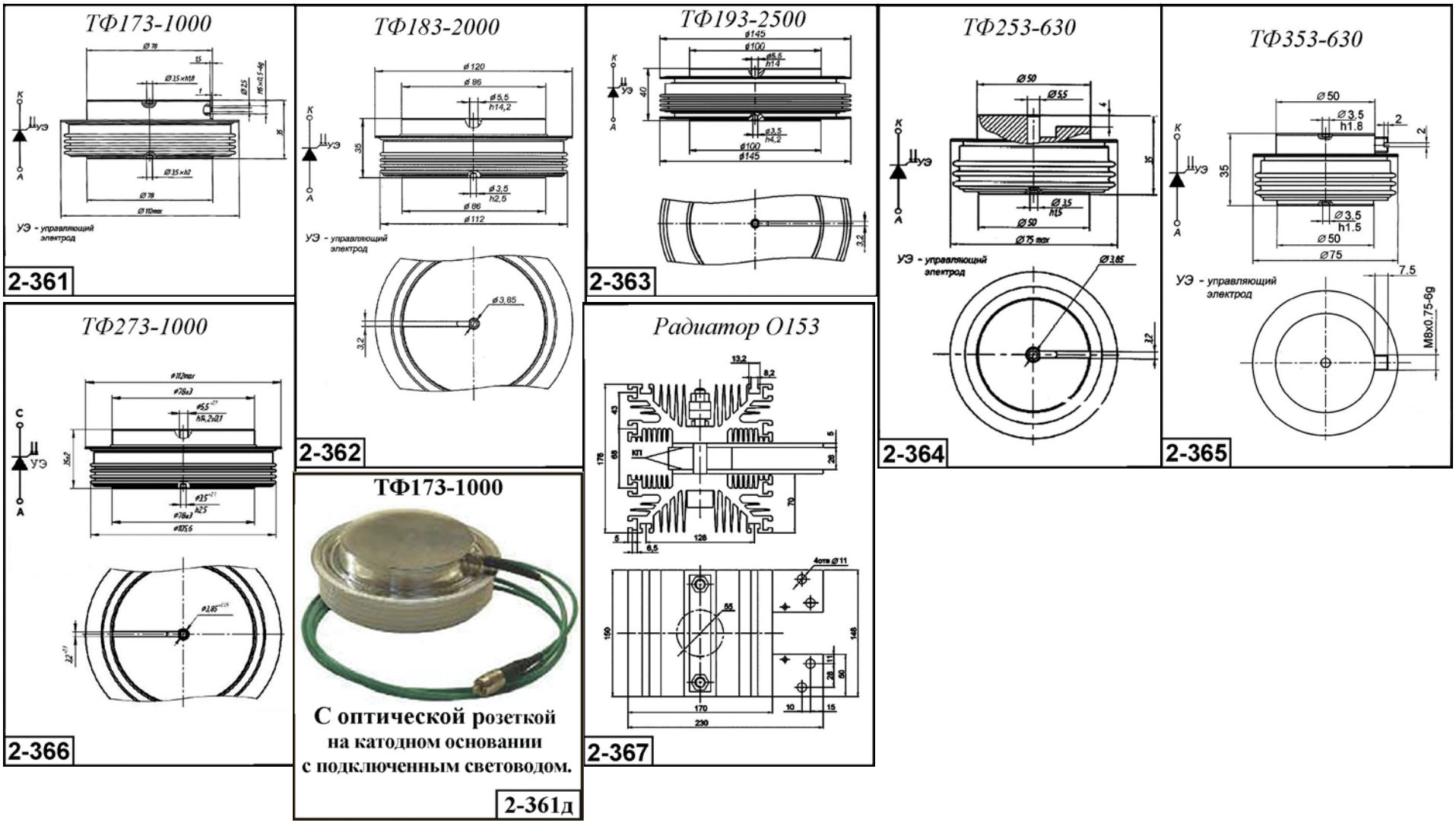


Рис. 2.3.71. Внешний вид и габаритные размеры фототиристоров ТФ173-1000, ТФ183-2000, ТФ193-2500, ТФ253-630, ТФ273-1000, ТФ353-630 и радиатора О153.

Глава 2.3.5. Фотоприемники на основе германия для работы в спектральном диапазоне 0,5…1,8 мкм

2.2.5.1. Германиевые фотодиоды ФД-1, ФД-2(гр.1), ФД-2(гр.2), ФД-3, ФД-3А, ФД-4Г, ФД-5Г, ФД-6Г, ФД-7Г, ФД-10ГА, ФД-10ГБ, 9Э-111А, 9Э-111Б, 9Э-111В, ФД-266, ФД-287, ФД-315, ФД-316, ФД-351, ФД-355, ФДГ-70, ФДГ-150, ФДГ-200, ФДГ-300, ФДГ-500, ФДГ-1000, ФДГ-1500, ФДГ-3600, ФДГ-5000 [$\Delta\lambda$=0,4...1,9; $\lambda_{макс}$=1,5...1,55 мкм]

Предназначены для применения в качестве приемников и датчиков инфракрасного излучения в составе оптико-электронной аппаратуры, систем фотоэлектрической автоматики и бесконтактного измерения температуры, вычислительной и измерительной техники в диапазоне длин волн от 0,5 до 1,9 мкм.

Фотодиод ФД-2 выпускается в пластмассовом корпусе, остальные приборы выпускаются в герметичных металлостеклянных корпусах В качестве входных окон у ФД-1, ФД-4Г, ФД-8Г (А), ФД-10Г-А, ФД-10Г-Б, 9Э111А, 9Э111Б и 9Э111В используются стеклянные линзы

Плюсовой вывод фотодиода маркируется знаком «+>, или цветной точкой на корпусе, или цветной меткой на проволочном выводе. При отсутствии меток плюсовым является длинный вывод фотодиода.

Германиевые фотодиоды работают в двух режимах: фотодиодном - с внешним источником смещения и в вентильном - без источника смещения.

В фотодиодном режиме обеспечивается высокая амперваттная чувствительность, в вентильном - высокая обнаружительная способность.

Германиевых фотодиоды ФДГ-500СТ, ФДГ-1000СТ, ФДГ-3600СТ, ФДГ-5000СТ комплектуются термоэлектрическими охладителями (ТЭО), что позволяет стабилизировать рабочий режим и приводит к повышению пороговой чувствительности приборов.

Гарантированный ресурс работы германиевых фотодиодов, в зависимости от типа, составляет от 500 до 50000 часов.

Осногвные параметры германиевых фотодиодов приведены в табл. 2.3.64...2.3.66. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис. 2.3.72 - 2.3.75.



Принятые обозначения и сокращения в главе 2.3.5:

$\mathbf{A_{ФЧЭ}}$- размер (мм) или площадь фоточувствительной площадки, мм^2; **N** - число элементов, шт.; **2β** - плоский угол зрения, град; **Δλ** - область спектральной чувствительности, мкм; макс - максимум спектральной характеристики, мкм; $\mathbf{U_Р}$ - рабочее напряжение, В; $\mathbf{I_Т}$ - темновой ток, мкА; - постоянная времени по спаду или нарастанию фототока, с; $\mathbf{C_Д}$- емкость фотодиода, пф; $\mathbf{К_{ФС}}$ -коэффициент фотоэлектрической связи между элем.%; **Т** - диапазон рабочих температур, °С; $\mathbf{S_{инт}}$ - интегральная токовая чувствительность, мкА/лк, А/лм или А/Вт ; $\mathbf{Ф_{П}}$ - пороговая чувствительность, лм* Гц-1/2 ; **б/к** - бескорпусное исполнение; **PIN** - фотодиод со структурой p-i-n; ЛФД - лавинный фотодиод.

Таблица 2.3.64. Основные параметры германиевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}C

Тип прибора	Аффэ, мм	2β, град, не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, не более	Iт, мкА, не более	Sи (к источнику типа "А"), мА/лм, (мкА/лк), не менее	Фп1, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	ΔT, ^{o}C	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г, не более	№ рис.
ФД-1	∅5	-	0,4…1,9	1,5	20	30	6,6	$1,5*10^{-10}$	$2*10^{-5}$	-40…+55	∅8,2 x 18	1	2-370
ФД-2(гр.1)	∅1,3	-	0,4…1,8	1,5	30	25	6,6	$(2,8 - 1,4)*10^{-10}$	$2*10^{-5}$	-40…+50	10 x 15 x 2,2	0,8	2-371
ФД-2(гр.2)	∅1,3	-	0,4…1,8	1,5	30	25	5	$(2,8 - 1,4)*10^{-10}$	$2*10^{-5}$	-40…+50			
ФД-3	∅2,45	-	0,4…1,8	1,5	10	10	5	$1,1*10^{-10}$	$5*10^{-6}$	+5…+60	∅3,87 x 12,5	1	2-372
ФД-3А	∅2,45	-	0,4…1,8	1,5	10	10	6,5	$1,8*10^{-10}$	$5*10^{-6}$	-60…+60	∅3,85 x 12	0,8	2-373
ФД-4Г	∅2,45	-	0,4…1,8	1,5…1,55	20	30	5	$1,5*10^{-10}$	$5*10^{-5}$	-60…+60	∅5 x 11	1	2-374
ФД-5Г	∅2,5	120	0,3…1,8	1,5…1,55	15	8	7	$1,7*10^{-9}$	$5*10^{-6}$	-50…+50	∅9 x 16	1,6	2-375
ФД-6Г	∅2,45	-	0,4…1,8	1,5	10	13	7	-	$5*10^{-6}$	-60…+50	∅3,87 x 12,5	1	2-372
ФД-7Г	∅2,5	120	0,3…1,8	1,5	10	8	10	$5*10^{-10}$	$5*10^{-6}$	-50…+50	∅9 x 16	1,6	2-376
ФД-8Г(А)	∅1,1	53	0,4…1,8	1,5…1,55	4	10	17	$1*10^{-10}$	$1,2*10^{-4}$	-	∅8 x 8	2,5	-
ФД-10ГА	∅1,13	8	0,5…1,8	1,5	10	10	17 [1,1 В/лм, R_H=2k]	[$U_ш$<10 мкВ, ΔF=3,5 МГц]	$1,2*10^{-7}$	-50…+50	∅8 x 9,3	2,5	2-377
ФД-10ГБ	∅1,13	8	0,5…1,8	1,5	10	20	8 [0,55 В/лм, R_H=2k]	[$U_ш$<20 мкВ, ΔF=3,5 МГц]	$2*10^{-7}$	-50…+50	∅8 x 9,3	2,5	2-377
9Э-111А	∅1,13	8	0,5…1,8	1,5…1,55	10	10	17	-	$1,2*10^{-7}$	-50…+50	∅8,3 x 16	2,5	2-377
9Э-111Б	∅1,13	8	0,5…1,8	1,5…1,55	10	20	17	-	$2*10^{-6}$	-50…+50	∅8,3 x 16	2,5	2-377
9Э-111В	∅1,13	8	0,5…1,8	1,5…1,55	10	25	8	-	$2*10^{-6}$	-50…+50	∅8,3 x 16	2,5	2-377
ФД-266	∅4,3	-	0,5…1,7	1,5	3…3,3	70	13,5	-		-10…+40	∅10x 15	4,5	2-378
ФД-287	0,96 мм^2	-	0,4...1,9	1,5	10	4	(0,7А/Вт при λ=1,55 мкм)	-	$1*10^{-8}$	-10…+55	∅14 x 8,8	7	2-379
ФД-315	2,7 мм^2	-	0,9...1,75	1,5…1,55	0,01	4	(0,7А/Вт при λ=1,55 мкм, 0,2А/Вт при 0,9 и 1,75 мкм)	-	$2*10^{-7}$	-30…+50	∅14 x 8,8	4,5	2-380

Окончание таблицы 2.3.64. Основные параметры германиевых фотодиодов при температуре 20±5^{0}C

Тип прибора	АфчЭ, мм	2β, град, не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, не более	Iт, мкА, не более	Sи (к источнику типа "А"), мА/лм, (мкА/лк), не менее	Фп1, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	τ, с, не более	ΔT, ^{o}C	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г, не более	№ рис.
ФД-316	∅11,3		0,6…1,8	1,5…1,55	0,01	800	(0,6А/Вт при λ=1,55 мкм)	-	$2*10^{-7}$	-45…+55	-	-	-
ФД-351	1 мм^2	40	0,8...1,6	1,5	10	10	(0,55А/Вт при λ=1,55 мкм, 0,5А/Вт при 1,06 мкм)	$D^*_{\lambda max}=3*10^{10}$ см*Гц$^{1/2}$* Вт$^{-1}$	$4*10^{-8}$	-	∅9,1 x 4,3	2	2-381
ФД-355	∅1	40	0,8…1,6	1,5…1,55	10	10	(0,5А/Вт при λ=1,6 мкм) (0,55 А/Вт при λ=1,55 мкм)	$D^*_{\lambda max}=3*10^{10}$ см*Гц$^{1/2}$* Вт$^{-1}$	$4*10^{-8}$	-		2	
ФДГ-70 PIN	∅0,07	-	0,5…1,6	1,5…1,55	5...10	0,05	(0,8А/Вт при λ=1,3 мкм)	Uш=$5*10^{-12}$ А*Гц$^{1/2}$	$7*10^{-11}$	-40…+50	∅5,5 x 5,2	-	2-382
ФДГ-150 PIN	∅0,15	-	0,5…1,6	1,5…1,55	5...10	0,1			$2,2*10^{-10}$	-40…+50	∅5,5 x 5,2	-	2-382
ФДГ-200 PIN	∅0,2	-	0,5…1,6	1,5…1,55	5...10	0,2			$5*10^{-10}$	-40…+50	∅5,5 x 5,2	-	2-382
ФДГ-300 PIN	∅0,3	-	0,5…1,6	1,5…1,55	5...10	0,3			$1*10^{-9}$	-40…+50	∅5,5 x 5,2	-	2-382
ФДГ-500 PIN	∅0,5	-	0,5…1,6	1,5…1,55	5...10	0,6		Uш=$5*10^{-12}$ А*Гц$^{1/2}$	($C_д$=15… 20 пф)	-40…+50	∅9,1 x 6,5	-	2-383
ФДГ-1000 PIN	∅1	-	0,5…1,6	1,5…1,55	3…8	1,8			($C_д$=50… 60 пф)	-40…+50	∅9,1 x 6,5	-	2-383
ФДГ-1500 PIN	∅1,5	-	0,5…1,6	1,5…1,55	3…8	3,5			($C_д$=120… 150 пф)	-40…+50	∅9,1 x 6,5	-	2-383
ФДГ-3600 PIN	∅3,6	-	0,5…1,6	1,5…1,55	1…3	15		-	($C_д$>800 пф)	-40…+50	12 x 13 x 3,5	-	2-384
ФДГ-5000 PIN	∅5	-	0,5…1,6	1,5…1,55	1…3	10…20		-	($C_д$=500… 1500 пф)	-40…+50	12 x 13 x 3,5	-	2-384

Рис. 2.3.73. Внешний вид, габаритные размеры германиевых фотодиодов.

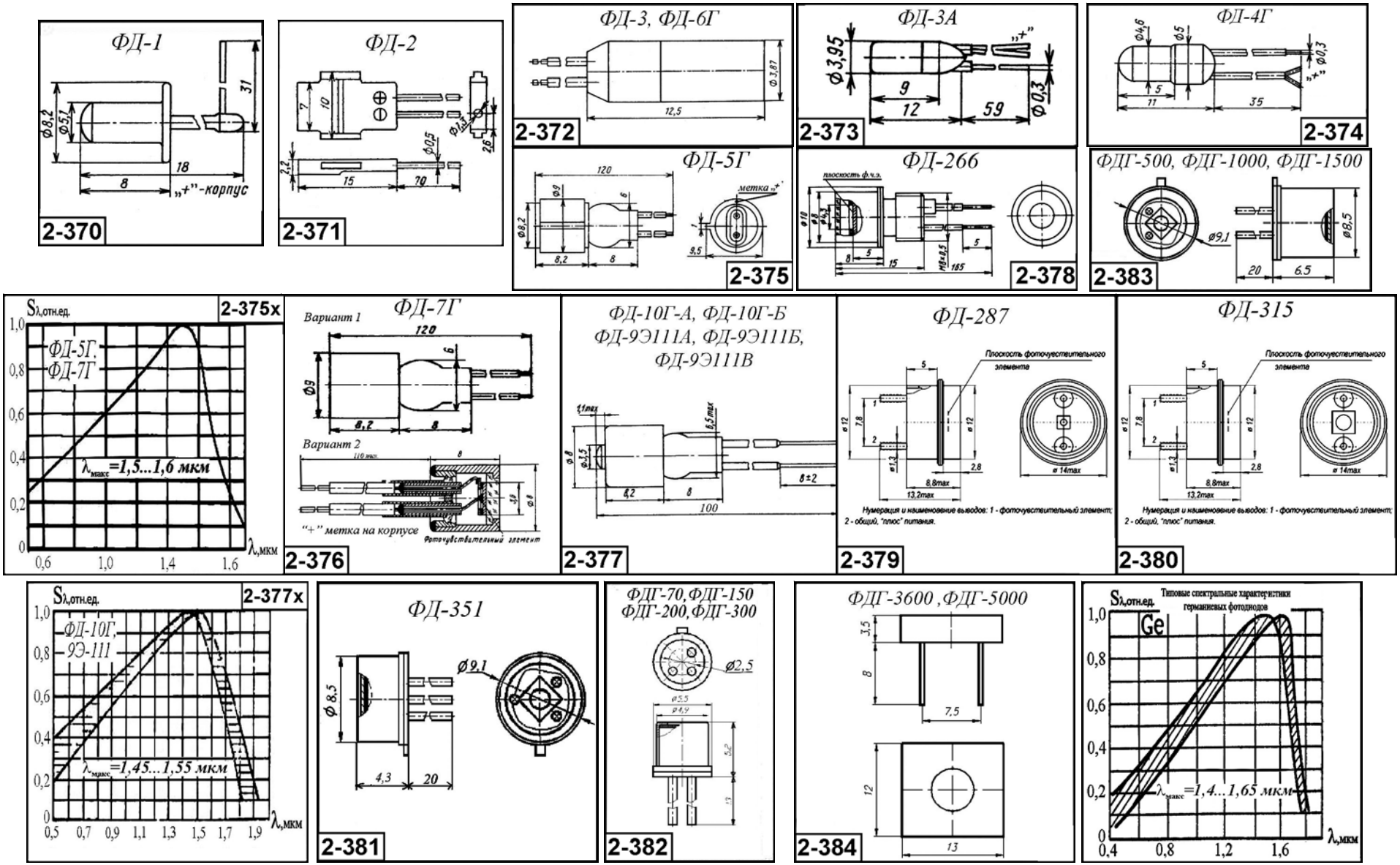


Рис. 2.3.72. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика германиевых фотодиодов.

2.2.5.2. Германиевые фотодиоды на термоохладителе ФДГ-500СТ, ФДГ-1000СТ, ФДГ-360СТ, ФДГ-5000СТ [$\Delta\lambda$=0,5...1,6; $\lambda_{макс}$=1,5 мкм]

Фотодиоды ФДГ-500СТ...ФДГ-5000СТ выполнены в виде отдельного модуля. В состав модуля входят: германиевый фотодиод, термоэлектрический микроохладитель и терморезистор, необходимый для задания режима стабилизации температуры. Модуль размещен в нестандартном 8-ми выводном прямоугольном корпусе со стеклянным окном.

Фотодиоды предназначены для использования в спектрометрии, фотометрии для измерения параметров оптического излучения низкой интенсивности.

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.65, внешний вид и габаритные размеры - на рис. 2.3.74.

Таблица 2.3.65. Основные параметры германиевых фотодиодов типа ФДГ-500СТ...ФДГ-5000СТ. при температуре 20±5^{0}С

Тип фотодиода	Диаметр фото-чувстви-тельного элемента, мм	Δλ, мкм	λmax, мкм	$U_Р$, В, не более	$S_{I\lambda макс}$, А/Вт	$I_Т$, при Uфд=5В, Т = +5°С, мкА, не более	$С_д$, пф, не более	Параметры ТЭО					ΔТ, °С	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
								$U_{РТЭО}$, В, не более	$I_{ТЭО}$, мА	$R_{Тд}$, кОм	Перепад температуры, °С	Время выхода на режим, с			
ФДГ-500СТ	0,5	0,5…1,6	1,5	(5…10)	0,9 - 1,0	0,05	20	5	300	3…30	50	1,5	-40…+50	18 x 6 x 12	2-385
ФДГ-1000СТ	1,0					0,2	80								
ФДГ-3600СТ	3,6					2,5	1000								
ФДГ-5000СТ	5,0					5	2000								



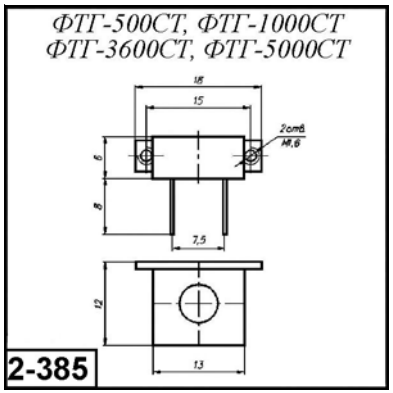


Рис.2.3.74. Внешний вид, габаритные размеры германиевых фотодиодов ФДГ-500СТ...ФДГ-5000СТ.

2.2.5.3. Германиевые лавинные фотодиоды серий ЛФДГ-70 и ЛФДГ-150 [$\Delta\lambda$=0,5...1,6; $\lambda_{макс}$=1,5 мкм]

Германиевые лавинные фотодиоды серий ЛФДГ-70 и ЛФДГ-150 предназначены для использования в фотоприемных устройствах различного назначения в качестве высокочувствительных быстродействующих приемников оптического излучения в диапазоне длин волн 0,5...1,6 мкм.

По основным характеристикам германиевые лавинные фотодиоды превосходят pin-фотодиоды на основе полупроводниковых соединений группы $A^{III}B^{IY}$. Преимущество лавинных фотодиодов заключается в их высокой фоточувствительности при обеспечении повышенного быстродействия.

При практическом использовании лавинных фотодиодов требуются принятие специальных мер, необходимых для поддержания рабочей точки на характеристике диода. Такие меры обеспечиваются конструкцией фододиодов, термостабилизацией p-n перехода, а также определенными схемотехническими решениями. Наиболее часто на одной подложке с фотодиодом располагают стабилизатор тока.

Применение. Лазерная дальнометрия и локация, волоконно-оптические системы передачи информации, спектрометрия и метрология.

Состав серии и краткая характеристика фотодиодов:

ЛФДГ-70Б, ЛФДГ-150Б - бескорпусные лавинные фотодиоды на ситалловой подложке.

ЛФДГ-70БП, ЛФДГ-150БП - пары бескорпусных лавинных фотодиодов на раздельных ситалловых подложках, согласованные по температурному уходу напряжения лавинного пробоя.

ЛФДГ-70А, ЛФДГ-150А - лавинные фотодиоды в корпусе ТО-18.

ЛФДГ-70АП, ЛФДГ-150АП - пары лавинных фотодиодов в корпусе ТО-18, согласованные по температурному уходу напряжения лавинного пробоя.

ЛФДГ-70ВП, ЛФДГ-150ВП - лавинные фотодиоды в корпусе ТО-5 со встроенным стабилитроном.

ЛФДГ-150АС - лавинный фотодиод со стабилитроном на одном кристалле в корпусе ТО-18.

Основные параметры фотодиодов серий ЛФДГ-70 и ЛФДГ-150 приведены в табл. 2.3.66. Внешний вид и габаритные размеры фотодиодов приведены на рис. 2.3.75.

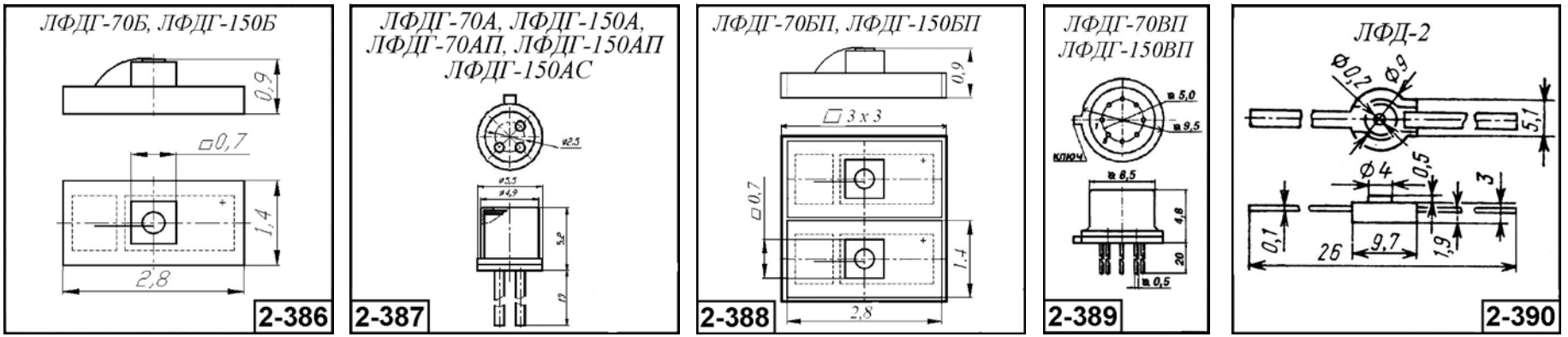


Рис. 2.3.75. Внешний вид и габаритные размеры германиевых лавинных фотодиодов серий ЛФДГ-XX и ЛФД-2.

Таблица 2.3.66. Основные параметры германиевых лавинных фотодиодов серий ЛФДГ-70 и ЛФДГ-150 при температуре 20±5^{0}С

Тип фотодиода	Диаметр фото-чувстви-тельного элемента, мкм	Δλ, мкм	$U_Р$, В	$S_{I\lambda макс}$, А/Вт	Спектраль-ная плотность шумового тока, А/гц$^{1/2}$	Умножа-емый темновой ток, нА, не более	$С_д$, пф, не более	Ток стабилит-рона, мА	ΔТ, ^{o}С	Габарит-ные размеры, мм, не более	№ рис.
ЛФДГ-70Б	70	0,5…1,6	30…42	18…25 (λ=1,06 мкм) 25…35 (λ=1,3...1,55 мкм	$5*10^{-12}$	10…15	0,35…0,7	-	-60…+60	2,8x1,4x0,9 б/к	3-386
ЛФДГ-150Б	150			9…12 (λ=1,06 мкм) 13…17 (λ=1,3...1,55 мкм		25…35	0,8…2,0	-			
ЛФДГ-70А	70	0,5…1,6	30…42	18…25 (λ=1,06 мкм) 25…35 (λ=1,3...1,55 мкм	$5*10^{-12}$	10…15	0,35…0,7	-	-60…+60	∅5,5 x 5,2	3-387
ЛФДГ-150А	150			9…12 (λ=1,06 мкм) 13…17 (λ=1,3...1,55 мкм		25…35	0,8…2,0	-			
ЛФДГ-70БП	70 (2 эл.)	0,5…1,6	30…42	18…25 (λ=1,06 мкм) 25…35 (λ=1,3...1,55 мкм	$5*10^{-12}$	10…15	0,35…0,7	1,0...1,5	-60…+60	3x3x0,9 б/к	3-388
ЛФДГ-150БП	150 (2 эл.)			9…12 (λ=1,06 мкм) 13…17 ($_0$=1,3...1,55 мкм		25…35	0,8…2,0	2,0...3,0			
ЛФДГ-70АП	70 (2 эл.)	0,5…1,6	30…42	18…25 (λ=1,06 мкм) 25…35 (λ=1,3...1,55 мкм	$5*10^{-12}$	10…15	0,35…0,7	1,0...1,5	-60…+60	∅5,5 x 5,2	3-387
ЛФДГ-150АП	150 (2 эл.)			9…12 (λ=1,06 мкм) 13…17 (λ=1,3...1,55 мкм		25…35	0,8…2,0	2,0...3,0			
ЛФДГ-70ВП*	70	0,5…1,6	30…42	18…25 (λ=1,06 мкм) 25…35 (λ=1,3...1,55 мкм	$5*10^{-12}$	10…15	0,35…0,7	1,0...1,5	-60…+60	∅9,5 x 4,8	2-389
ЛФДГ-150ВП*	150			9…12 (λ=1,06 мкм) 13…17 (λ=1,3...1,55 мкм		25…35	0,8…2,0	2,0...3,0			
ЛФДГ-150АС**	150	0,5…1,6	30…42	9…12 (λ=1,06 мкм) 13…17 (λ=1,3...1,55 мкм	-	25…35	0,8…2,0	2,0...3,0	-60…+60	∅5,5 x 5,2	3-387
ЛФД-2	200	-	8±1	0,15 (λ=0,632 мкм) 0,5(λ=1,06) мкм [$М_ф$=10]	$3*10^{-8}$ ($Ф_п=5*10^{-8}$ Вт)	1	6	-	+15…+25	9 x 9,7 x 4,5	3-390

Примечание: *) С встроенным стабилитроном; **) С стабилитроном на одном кристалле.

2.2.5.3д. Германиевые фотодиоды ФД “Меркурий”, ФД “Призма-3”, ФД “Призма-5”, ФД-А(Б) “Рубин” [$\Delta\lambda$=0,5...1,6; $\lambda_{макс}$=1,5 мкм]

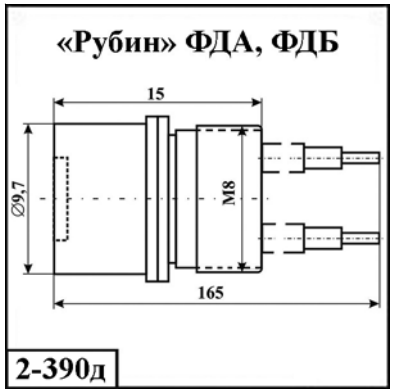
Основные параметры германиевых фотодиодов “Меркурий”, “Призма-3”, “Призма-5” и ФД-А(Б) “Рубин” приведены в табл. 2.3.66д, внешниий вид ФД “Призма-5” приведен на рис. 2.3.75д.

Таблица 2.3.66д. Основные параметры германиевых фотодиодов “Меркурий”, “Призма-3”, “Призма-5” и ФД-А(Б) “Рубин” при температуре 20±5^{0}C

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм	$\Delta\lambda$, мкм	λ макс, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	S_λ А/Вт, не менее	ΔT, ^{o}C	Тип корпуса, габаритные размеры, мм, не более
ФД “Меркурий”	?	0,6…1,8	1,55	0,01	4,0	0,6 (λ=1,55мкм)	20±10	герм.
ФД “Призма-3”	∅1,5	0,6…1,8	1,55	0,01	1,0	0,7 (λ=1,55мкм)	20±10	герм. с ТЭО
ФД “Призма-5”	5 x 5	0,6…1,8	1,55	0,01	100	0,6 (λ=1,55мкм)	20±10	герм.
ФД-А(Б) «Рубин» (ЛФД)	∅0,4	0,6…1,8	1,55	3	30	S= 400 В/лм, $\Phi_п = 5*10^{-10}$ лм* Гц $^{-1/2}$	-	∅10 x 15 [4,5 г.]

Рис. 2.3.75д..Внешниий вид ФД “Призма-5”.





Глава 2.3.6. Германиевые фототранзисторы для регистрации излучения в диапазоне 0,4…1,8 мкм

2.3.6.1. Германиевые фототранзисторы ФТ-1Г, ФТ-2Г, ФТ-3Г, ФТГ-3, ФТГ-4, ФТГ-5, ФТГ-6 [$\Delta\lambda$=0,4...1,8; $\lambda_{макс}$=1,5...1,6 мкм]

Германиевые фототранзисторы предназначены для применения в качестве приемников и датчиков инфракрасного излучения в составе оптико-электронной аппаратуры, систем фотоэлектрической автоматики и бесконтактного измерения температуры, вычислительной и измерительной техники в диапазоне длин волн от 0,5 до 1,8 мкм.

Фототранзисторы (ФТ), в отличие от фотодиода содержат два p-n перехода, за счет чего достигается дополнительное усиление фотосигнала. ФТ имеют более высокую интегральную чувствительность, чем фотодиоды и больший темновой ток , но значительно меньшую граничную частоту. Кроме того, у них выше уровень шумов и сильнее зависимость темнового тока от температуры.

Фототранзисторы ФТГ-1, ФТГ-2, ФТГ-3 и ФТ-1Г, имеют отдельный вывод базы. Вывод эмиттера фототранзистора маркируется цветной точкой на корпусе или цветной меткой на проволочном выводе.

Германиевые фототранзисторы могут работать, как фотодиоды (режим с плавающей базой), так и в транзисторном режиме с источником смещения в базовой цепи.

Гарантированный ресурс работы фототранзистора, в зависимости от типа, составляет от 500 до 10000 часов.

Основные параметры германиевых фототранзисторов приведены в табл. 2.3.67. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФТ приведены на рис. 2.3.76. На рис.2.3.76д. приведены схемы включения фототранзисторов.

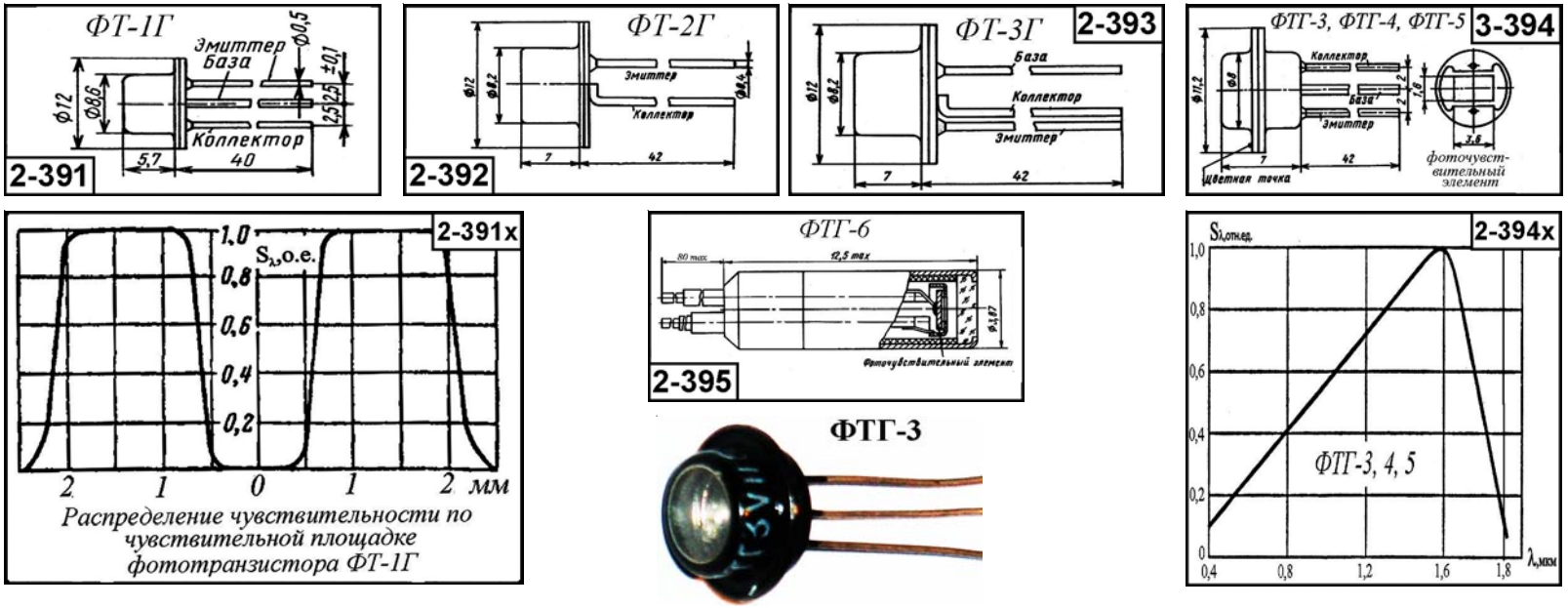


Рис. 2.3.76. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика германиевых фототранзисторов.

Таблица 2.3.67. Основные параметры германиевых фототранзисторов при температуре 20±5^{0}C

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра						
	ФТ-1Г	**ФТ-2Г**	**ФТ-3Г**	**ФТГ-3**	**ФТГ-4**	**ФТГ-5**	**ФТГ-6**
Размеры чувствительного элемента, мм,	3 мм^2	1 мм^2	3 мм^2	3 мм^2	3 мм^2	3 мм^2	3 мм^2
Рабочий спектральный диапазон, мкм	0,4…1,8	0,4…1,8	0,4…1,8	0,4…1,8	0,4…1,8	0,4…1,8	0,8…1,8
Максимум спектральной характеристики, мкм	1,5…1,6	1,5…1,6	1,5…1,6	1,5…1,55	1,5…1,55	1,5…1,55	1,6
Угол зрения, град	90	90	90	90	90	90	90
Интегральная вольтовая чувствительность, В/Вт	0,2	2,0	2…7	1,0	3,0	1,0	3,2 А/лм
Темновой ток, мкА, не более	300	500	$1*10^4$	60	40	50	-
Постоянная времени, с	$2*10^{-4}$	$1*10^{-5}$	$1*10^{-4}$	$(2…10)*10^{-5}$	$(2…10)*10^{-5}$	$2*10^{-5}$	$1*10^{-4}$
Порог чувствительности в единичной полосе, лм* Гц$^{-1/2}$, не более	$5*10^{-7}$	$2,5*10^{-7}$	-	$2,5*10^{-7}$	$1*10^{-7}$	$5*10^{-7}$	$4*10^{-8}$
Коэффициент усиления по току, не менее	20	20	100	60	40	50	200
Рабочее напряжение коллектор-эмиттер, В	1…5	12…24	10…12	5…10	5…10	5…10	-
Предельно допустимая мощность рассеивания, мВт, не более	50	50	50	45	45	45	50
Диапазон рабочих температур, ^{o}C	-60…+50	-60…+35	-60…+50	-60…+85	-60…+50	-60…+85	-60…+50
Габаритные размеры корпуса, мм, не более	∅12 x 5,7	∅12 x 7	∅12 x 7	∅11,5 x 7	∅11,5 x 7	∅11,5 x 7	∅3,87 x 12,5
Масса, г, не более	1,5	1,5	1,5	1,8	1,8	1,8	1
№ рисунка	2-391	2-392	2-393	2-394	2-394	2-394	2-395

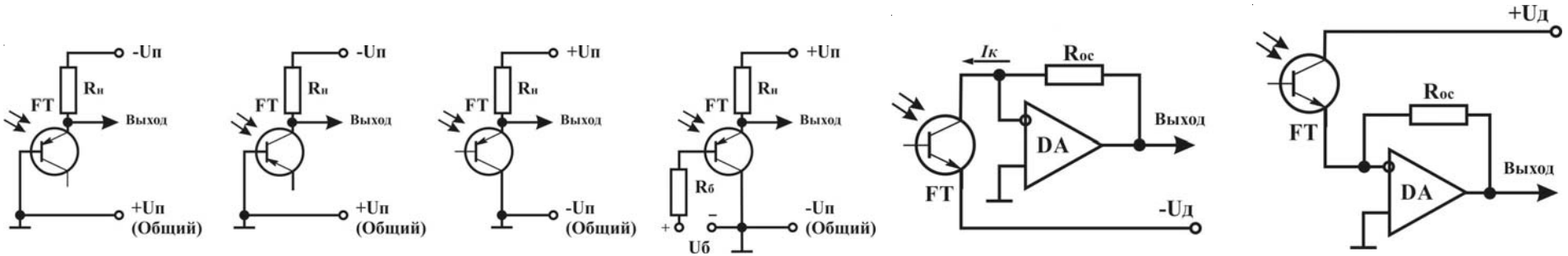


Рис.2.3.76д. Типовые схемы включения фототранзисторов.

Глава 2.3.7. Фотоприемные устройства на основе германиевых фотодиодов

2.3.7.1. Фотоприемные устройства для лазерной дальнометрии АРМ-22, ФПУ-Д-01, ФПУ-Д-02, ФПУ-Д-03, ФПУ-03М, ФПУ-03МА, ФПУ-03МТД, ФПУ-Д-04, ФПУ-Д-05, ФПУ-Д-06, ФПУ-15, ФПУ-16, ФПУ-19, ФПУ-20, ФПУ-21, ФПУ-21В, ФПУ-21ВА, ФПУ-21ВТ, ФПУ-22, ФПУ-26, ФПУ-29, ФПУ-32, ФПУ-34, ФПУ-35, ФПКЛД, ФПУ-ДЧ-10 [$\Delta\lambda$=0,6...1,6; $\lambda_{раб}$=1,54 и $\lambda_{раб}$=1,064 мкм]

Фотоприемные устройства данной серии предназначены для регистрации импульсного лазерного излучения в спектральном диапазоне 0,6...1,6 мкм, с нормированием временного положения фронта импульса.

ФПУ построены с использованием германиевых лавинных фотодиодов и изготовлены по гибридной технологии. Типовая структурная схема ФПУ для лазерной дальнометрии приведена на рис.2.3.77д.

Области применения: лазерная дальнометрия; лазерная локация; рефлектометрия; лидарные системы.

Состав серии и краткая характеристика ФПУ:

ФПУ-03М, ФПУ-03МА, ФПУ-03МТД , ФПУ-16, ФПУ-20, ФПУ-21, ФПУ-21ВА, ФПУ-21ВТ, ФПУ-26, ФПУ-29, ФПУ-32 ФПУ-34, ФПУ-35 - фотоприемные устройства средней точности (эквивалент 5 м)

ФПУ-22, ФПУ-23 - фотоприемные устройства повышенной точности со встроенным вторичным источником питания (эквивалент 1 м)

ФПУ-19 - двухканальное фотоприемное устройство повышенной точности (эквивалент 1 м)

ФПУ-15 - трехканальное фотоприемное устройство повышенной точности (эквивалент 0,2 м)

ФПУ-03МТД, ФПУ-21, ФПУ-21ВТ, ФПУ-26, ФПУ-29 - имеют встроенный источник вторичного питания (ВИП)..

ФПУ-21ВТ - имеет несколько вариантов крепления и расширенный температурный диапазон.

ФПУ-32 - обладает следующими особенностями: гальваническая развязка между первичной и вторичной цепями питания, встроенная подсветка, функциональная диагностика, встроенный ВИП с повышенным входным напряжением.

ФПУ-34 - построено на основе безлавинного p-i-n **InGaAs** фотодиода имеет миниатюрное исполнение.

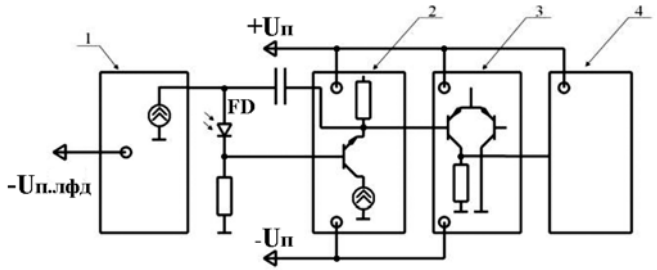
ФПУ-35 - построено на основе лавинного **InGaAs** фотодиода, имеет высокую чувствительность, автоматическую адаптацию к уровню фона и встроенный ВИП.

ФПКЛД - фотоприемный канал лазерного дальномера повышенной точности (эквивалент 1 м), со встроенным измерителем временного интервала, интерфейсом связи и вторичным источником питания.

ФПУ-ДЧ-10 - аналоговое фотоприемное устройство для лидарных систем.

Основные параметры фотоприемных устройств серии ФПУ-ХХ приведены в табл. 2.3.68. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ приведены на рис.2.3.77.- 2.3.78.

Рис. 2.3.77д. Типовая структурная схема ФПУ для лазерной дальнометрии



Блок-схема ФПУ:1 – блок температурной регулировки коэффициента лавинного умножения, 2 – блок предварительного усилителя, 3 – блок дифференциального усилителя, 4 –блок компаратора.

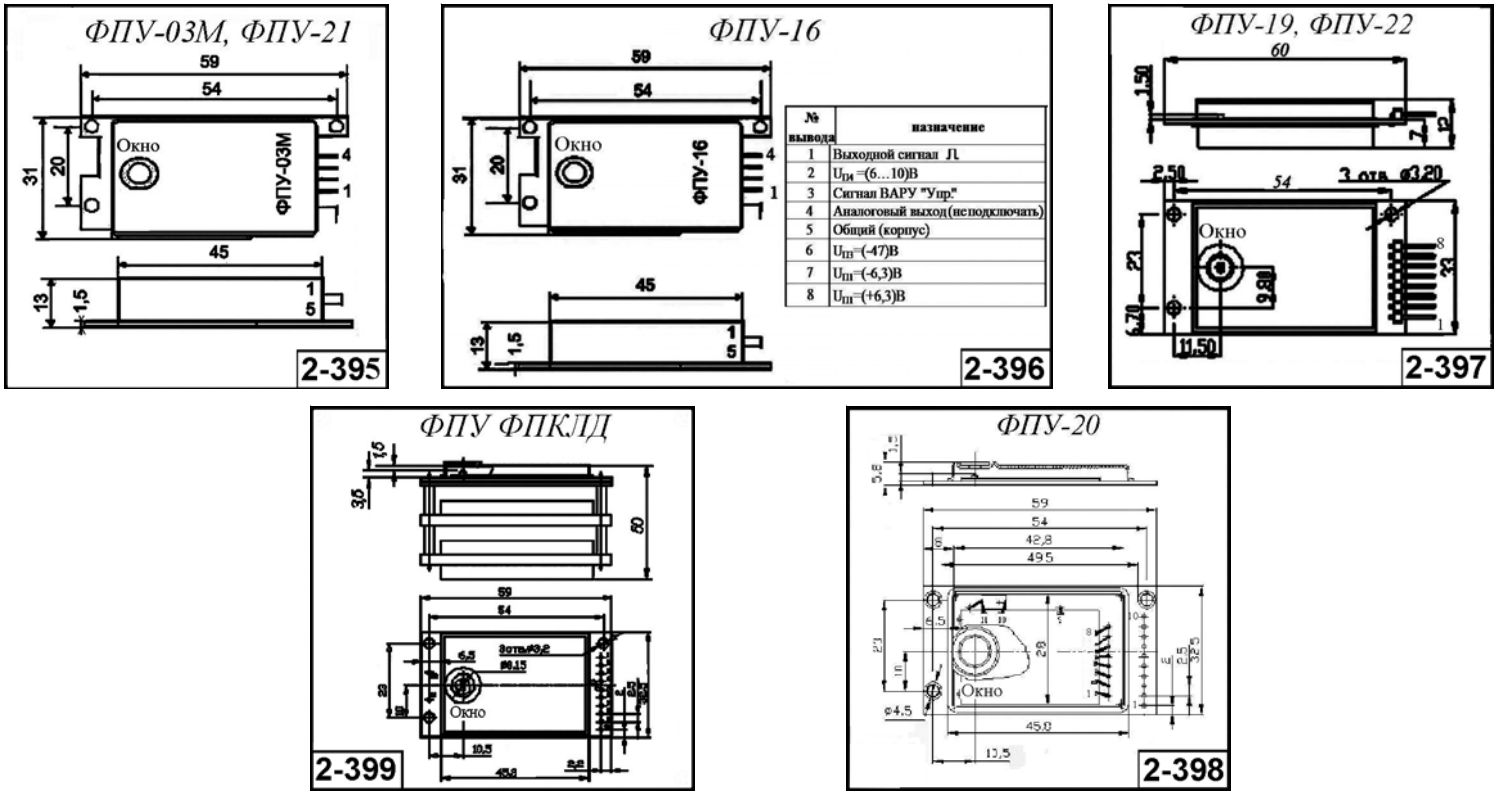


Рис. 2.3.77 .Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-03М, ФПУ-16, ФПУ-19, ФПУ-20, ФПУ-21, ФПУ-22 и ФПУ ФПКЛД.

Таблица 2.3.68 . Основные параметры ФПУ для лазерной дальнометрии при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Число ф.ч.э. или каналов	Δλ, мкм	Длительность импульса излучения, нс ($\lambda_{раб}$, мкм)	Порог чувствительности, Вт	Динамический диапазон по мощности, дБ [P_{max} / P_{min}]	Временной сдвиг выходного электрического импульса, нс	Амплитуда импульсов на выходе при засветке импульсным излучением, В, не менее ($R_Н$=300 Ом)	Напряжение питания электронного тракта, (фотодиода) В	Ток потребления электронного тракта, (фото диода) , мА	ΔT, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г	№ рис.
АРМ-22	1	0,6…1,3	7…50 (1,54)	$5*10^{-8}$	60	25	-	12…32	-	-25…+55	-	-	-
ФПУ-Д-01	1	0,6…1,3	7…50 (1,54)	$1*10^{-7}$	60	25	-	±:6;+27; (-45)	-	-25…+55	-	-	-
ФПУ-Д-02	1	0,6…1,3	10…20 (1,54)	$1*10^{-7}$	50	6	-	±:6; (-45)	±:30; (2,5)	-25…+55	-	-	-
ФПУ-Д-03	1	0,6…1,3	10…20 (1,54)	$8*10^{-8}$	40	0,5	-	±:6; (-45)	±:30; (2,5)	-25…+55	-	-	-
ФПУ-03М	1	0,6…1,3	7…50 (1,54)	$1*10^{-7}$	[10^7]	25	-	±:6; (-45)	-	-25…+55	59х31х13	40	2-395 2-395д
ФПУ-03МА	1	0,6…1,3	7…50 (1,06)	$1*10^{-7}$	[10^7]	25	-	±:6;(-45)		-25…+55	59х31х13	40	2-395 2-395д1
ФПУ-03МТД	1	0,6…1,3	7…50 (1,06)	$1*10^{-7}$	[10^7]	25	-	21…29		-25…+55	59х31х13	40	2-395 2-395д2
ФПУ-Д-04	1	0,6…1,3	9…50 (1,54)	$5*10^{-8}$	60	30	-	±:6; (-45)	±:30; (2,5)	-25…+55	-	-	-
ФПУ-Д-05	1	0,6…1,3	30…50 (1,54)	$5*10^{-8}$	50	5	-	±:6; (-45)	±:30; (2,5)	-25…+55	-	-	-
ФПУ-Д-06	1	0,6…1,3	8…12 (1,54)	$5*10^{-8}$	40	0,5	-	±:6; (-45)	±:30; (2,5)	-25…+55	-	-	-
ФПУ-15	3	0,6…1,3	10…20 (1,54)	$8*10^{-8}$	60	0,5	-	±:6; (-45)	±:30; (2,5)	-25…+55	-	-	-
ФПУ-16	1	0,9…1,57	9…50 (1,064...1,57)	$5*10^{-8}$	[10^6]	30	-	±:6; (-45)		-25…+55	60×31×13		2-395д
ФПУ-16	1	1,06..1,57	9…50 (1,54)	$8*10^{-8}$	60	30	2,4 (P= 5x10^{-8} Вт)	±:6; (-45)	±:30; (2,5)	-25…+55	59х31х13	40	2-396 2-395д
ФПУ-19	2	0,6…1,3	30…50 (1,54)	$5*10^{-8}$	50	6	-	+5;-6; (-45)	-	-25…+55	59х31х13	30	2-397

Продолжение таблицы 2.3.68 . Основные параметры ФПУ для лазерной дальнометрии при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Число ф.ч.э. или каналов	Δλ, мкм	Длительность импульса излучения, нс ($\lambda_{раб}$, мкм)	Порог чувствительности, Вт	Динамический диапазон по мощности, дБ [P_{max} / P_{min}]	Временной сдвиг выходного электрического импульса, нс	Амплитуда импульсов на выходе при засветке импульсным излучением, В, не менее ($R_Н$=300 Ом)	Напряжение питания электронного тракта, (фотодиода) В	Ток потребления электронного тракта, (фотодиода) , мА	ΔT, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г	№ рис.
ФПУ-20	1	0,9…1,57	9…50 (1,064...1,57)	$5*10^{-8}$	[10^7]	25	-	±:6; (-45)	-	-25…+55	60×31×7	-	
ФПУ-20	1	0,9…1,6	9…50 (1,54)	$5*10^{-8}$	60	30	-	(-45)	-	-25…+55	59x32,5x5,8	-	2-398 2-395д3
ФПУ-21	1	1,06...1,57	9…50 (1,54)	$5*10^{-8}$	60	20	2,4 (P= $5x10^{-8}$ Вт)	±:6; (-45)	±:30; (2,5)	-25…+55	59x31x13	40	2-395
ФПУ-21В	1	0,9…1,57	9…50 (1,064...1,57)	$2*10^{-7}$ (λ=1,064) $2*10^{-8}$ (λ=1,54)	60	30	2,4 (P= $5x10^{-7}$ Вт)	12±1	100	-50…+40	61x33x13	40	2-395д5
ФПУ-21ВА	1	0,9…1,57	9…50 (1,064...1,57)	$5*10^{-8}$	[10^7]	25	-	12	-	-25…+55	60×31×13	-	2-395д4
ФПУ-21ВТ	1	0,9…1,57	9…50 (1,064...1,57)	$5*10^{-8}$	[10^7]	25	-	12	-	-40…+60	60×31×13	-	2-395д4
ФПУ-22	1	1,06...1,57	9…50 (1,54)	$5*10^{-8}$	60	30	2,4 (P= $5x10^{-8}$ Вт)	12;6…10	100	-40…+60	59x31x13	30	2-397
ФПУ-26	1	1,06...1,57	9…50 (1,064...1,57)	$5*10^{-8}$	[10^7]	25	-	6…12	-	-25…+55	60×31×13	-	2-395д6
ФПУ-29	1	1,06...1,57	9…50 (1,064...1,57)	$5*10^{-8}$	[10^7]	25	-	18…26	-	-25…+55	60×31×13	-	2-395д7
ФПУ-32	1	1,06...1,57	9…50 (1,064...1,57)	$5*10^{-8}$	[10^7]	25	-	22…29	-	-25…+55	61×33×16,5	-	2-395д8

Окончание таблицы 2.3.68 . Основные параметры ФПУ для лазерной дальнометрии при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Число ф.ч.э. или каналов	Δλ, мкм	Длительность импульса излучения, нс ($\lambda_{раб}$, мкм)	Порог чувствительности, Вт	Динамический диапазон по мощности, дБ [P_{max} / P_{min}]	Временной сдвиг выходного электрического импульса, нс	Амплитуда импульсов на выходе при засветке импульсным излучением, В, не менее (R_H=300 Ом)	Напряжение питания электронного тракта, (фотодиода) В	Ток потребления электронного тракта, (фото диода) , мА	ΔT, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г	№ рис.
ФПУ-34	1	0,9…1,6	9…50 (1,064...1,57)	5*10^{-8}	[10^5]	25	-	6	-	-25…+55	46×23×6	-	2-395д9
ФПУ-35	1	0,9…1,6	9…50 (1,064...1,57)	1*10^{-8}	[10^7]	25	-	12	-	-25…+55	60×31×13	-	2-395д10
ФПКЛД	1	0,9…1,6	6…10 (1,54)	5*10^{-8}	40	±:6	-	12	-	-25…+55	59x32,5x50	-	2-399
ФПУ-ДЧ-10	1	0,9…1,6	(10…150)*10^3	1*10^{-9}(NEP)	30	-	-	12	-	-25…+55	-	-	-

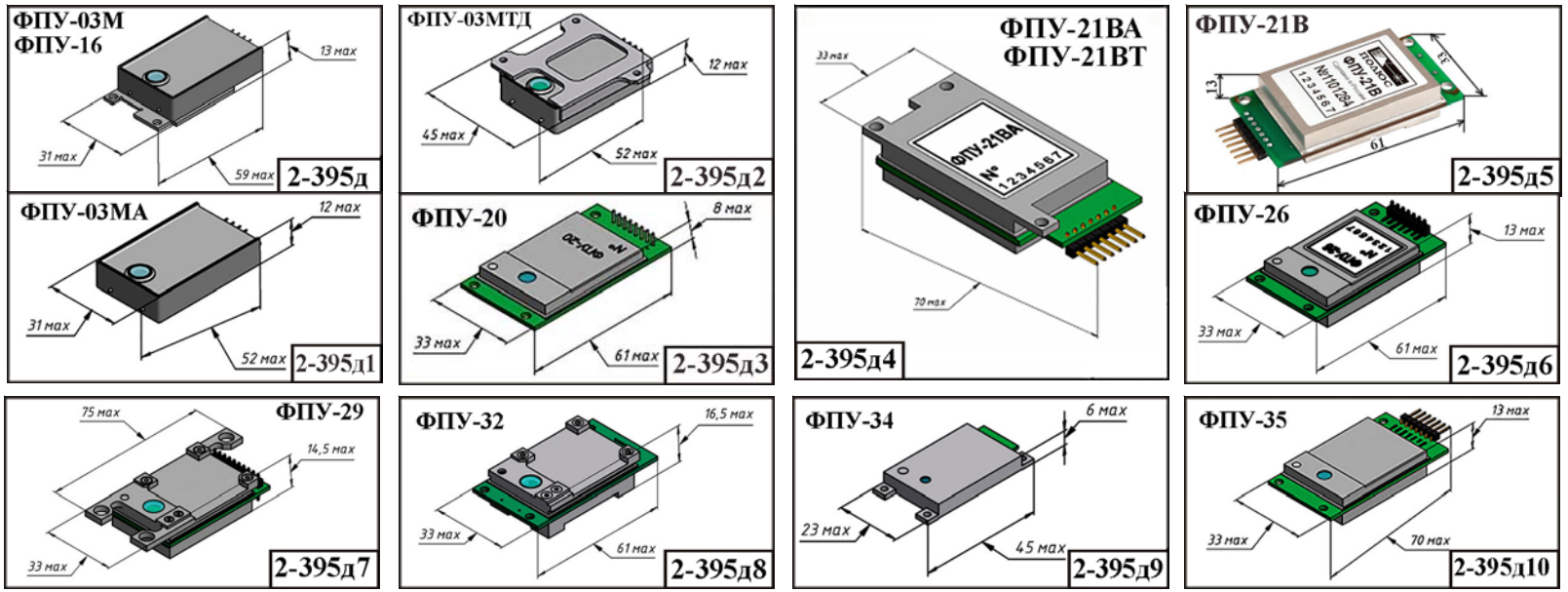


Рис. 2.3.78. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ ФПКЛД

2.3.7.1д. Фотоприемное устройство ФПУ-007 [Δλ=1,06...1,57]

Фотоприемное устройство ФПУ-007 предназначено для работы в составе импульсных лазерных дальномеров, функционирующих в спектральном диапазоне 1,06-1,57 мкм. В качестве приемника излучения использован PIN фотодиод на основе InGaAs.

Фотоприемное устройство осуществляет прием и определение временного положения оптических сигналов колоколообразной формы длительностью 30±5 нс (по уровню 0,5) с последующим формированием выходных импульсов.

ФПУ имеет два измерительных канала, различающихся по чувствительности, с выходами OUT1 и OUT2. Каждый канал в своем диапазоне обеспечивает точность временной привязки ±2нс. При перегрузке первого канала с выходом OUT1 вырабатывается сигнал OL.

ФПУ размещается в металлическом корпусе на котором установлено два разъема: X1 (Вилка 53261-0871 "Molex" США) и X2 (Вилка 53261-0271 “Molex” США).

Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-007 приведены на рис. 2.3.78д. В таблицах 2.3.68д и 2.3.68д1 приведены назначения выводов в разъемах. Основные параметры ФПУ-007 приведены в табл. 2.3.68д2.

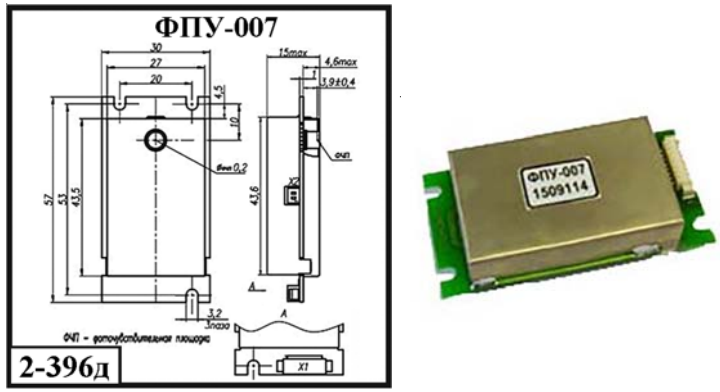


Рис. 2.3.78д. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-007.

Таблица 2.3.68д1. Назначение выводов для разъема X2

№ вывода	Обозначение	Назначение
1	ANLG	Выход ФПУ аналоговый (Rн=50 Ом). Полярность импульсов -отрицательная. Примечание. Сигнал СТАРТ снимается с выхода OUT1 при амплитуде стартовых импульсов ANLG 170±70мВ.
2	GND	Общий аналоговый.

Таблица 2.3.68д. Назначение выводов для разъема X1.

№ вывода	Обозначение	Назначение
1	OUT1	Выход первого канала ФПУ. Открытый сток.
2	GND	Общий первого канала
3	ТААТ	Вход временной автоматической регулировки порога (ВАРП) - импульс амплитудой +(2÷5)В.
4		Сигнал перегрузки первого канала (ТТЛ, положительной полярности, длительностью >100мкс). Сигнал OL возникает при амплитуде импульсов ANLG более 250мВ (Рвх~20мкВт).
5	OUT2	Выход второго канала ФПУ. Открытый сток.
6	GND	Общий второго канала
7	GND	Общий питания.
8	+6В	Напряжение питания ФПУ от 5,7В до 9В

Таблица 2.3.68д2. Основные параметры ФПУ-007 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	1,06-1,57
Максимум спектральной характеристики, мкм	н/д
Диаметр фоточувствительной зоны, мм	0,2
[Количество фоточувствительных элементов]	1
Длительность импульса засветки, нс	30±5 ($\lambda_{макс}$)
Мощность импульсной засветки для формирования импульса по выходу OUT1 с вероятностью правильного обнаружения 0,5, Вт, не более	$60x10^{-9}$
Увеличение мощности импульсной засветки при изменении напряжения ВАРП от лог.1 до лог.0	100...150
Время выхода ФПУ на режим максимальной чувствительности по выходу OUT1 с момента положительного перепада импульса ВАРП, мкс	12...15
Вероятность ложной тревоги по выходу OUT1 в интервале наблюдения до 100 мкс, не более	0,001
Изменение временного положения спада выходного импульса ФПУ:	
- по выходу OUT1 при изменении мощности импульсной засветки от 1,5·10-7 Вт до появления сигнала OL, нс, не более	±2
- по выходу OUT2 при изменении мощности импульсной засветки от появления сигнала OL до 3·10-3 Вт, нс, не более	±2
Задержка между сигналами OUT1 и OUT2 при появлении сигнала OL, нс, не более	±2
Время готовности ФПУ с момента включения питающего напряжения. Мс, не более	70
Напряжение питания, В	5,7…9
Ток потребления , мА, не более	50
Диапазон рабочих температур, оС	-40…+60
Габаритные размеры, мм, не более	57x30 x15
№ рисунка	2-396д

2.3.7.2. Фотоприемные устройства ФПМ-500СТ и ФПМ-1000СТ [$\Delta\lambda$=0,6...1,6; $\lambda_{раб}$=1,54 мкм]

Фотоприемные устройства ФПМ-500СТ и ФПМ-1000СТ именуемые производителем, как высокочувствительные фотоприемные модули, предназначены для измерения параметров низкопорогового оптического излучения в спектральном диапазоне 0,5...1,6 мкм.

Состав ФПУ: германиевый *p-i-n* фотодиод на термоэлектрическом микроохладителе, преусилитель и схема управления микроохладителем.

Конструктивно ФПМ-500СТ и ФПМ-1000СТ выполнены в прямоугольном металлическом корпусе с плоским окном. Соединие с внешними цепями производится при помощи двух разъемов типа IDC10 и SMA.

Основные параметры приведены в табл. 2.3.69. Внешний вид и габаритные размеры - на рис. 2.3.79.

Таблица 2.3.69. Основные параметры ФПУ типа ФПМ-500СТ и ФПМ-1000СТ при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра	
	ФПМ-500СТ	ФПМ-1000СТ
Область спектральной чувствительности	0,5…1,6	
Диаметр фоточувствительного элемента, мм	0,5	1,0
Рабочий диапазон частот, Гц	0…1000	0...10000
Пороговая чувствительность, Вт, не более	$2*10^{-11}$	$3*10^{-12}$
Тип выходного сигнала	аналоговый или цифровой	
Напряжение питания, В:	±5	
Ток потребления, мА, не более	400	
Время выхода на рабочий режим, с, не более	10	
Диапазон рабочих температур, ^{o}С	-60…+60	
Габаритные размеры, мм, не более	50 x 64,5 x 10	
Масса, г, не более	40	
№ рисунка	2-400	

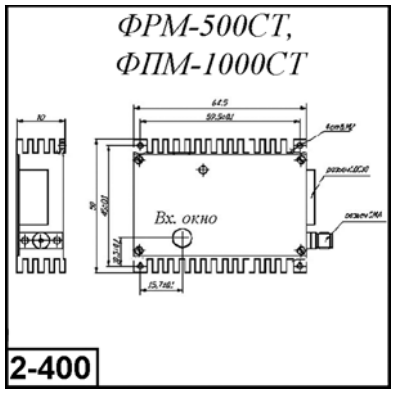


Рис.2.3.79. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ типа ФПМ-500СТ и ФПМ-1000СТ

Глава 2.3.8. Кремниевые и германиевые координатно-чувствительные приемники излучения

Выходной сигнал координатно-чувствительных приемников (КЧФ) излучения зависит от координаты изображения (светового пятна) на чувствительной поверхности приемника излучения. В зарубежной литературе такие приемники называются позиционно-чувствительными детекторами (PSD).

По физическому принципу работы координатно-чувствительные приемники излучения условно подразделяются на две большие группы - одноэлементные (с непрерывной структурой чувствительного слоя), в которых обычно осуществляется аналоговая обработка оптических сигналов, и многоэлементные (с дискретной структурой чувствительного слоя) с цифровой обработкой сигналов.

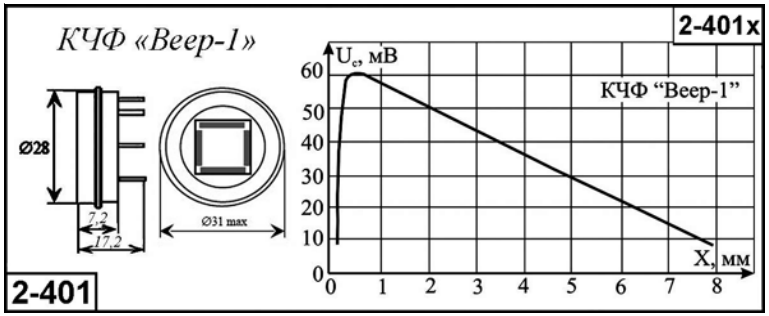
Позиционно-чувствительный детектор (PSD) состоит из монолитных фотодиодов с одинаковым значением сопротивления в одном или двух направлениях. Позиционно-чувствительные детекторы имеют ряд преимуществ по сравнению с отдельными фотодиодами, например, высокое пространственное разрешение и высокая скорость считывания. Координаты положения луча сфокусированного на поверхности детектора не зависят от размера его светового пятна.

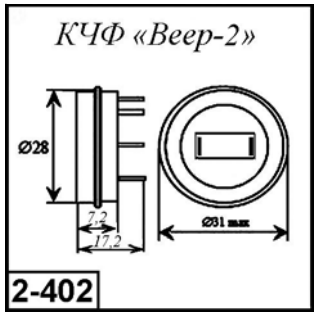
Координатно-чувствительные приемники излучения могут применяться для бесконтактного определения расстояния, фокусирования лазерного луча и слежения за движущимся (светящимся) объектом, для управления технологическим и научным оборудованием, и т.п..

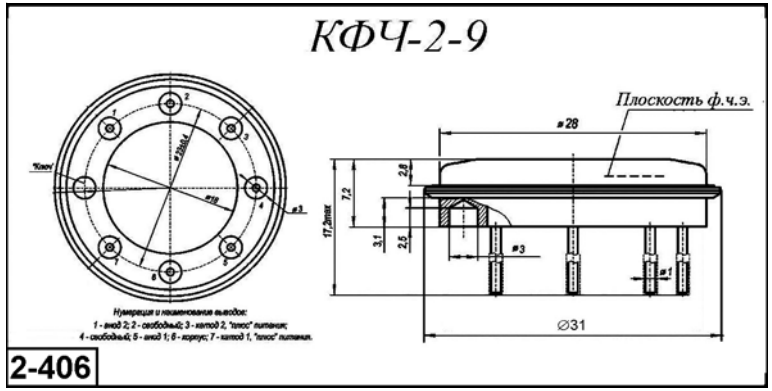
Далее приводятся основные параметры некоторых типов координатно-чувствительных фотоприемников и ФПУ.

2.3.8.1. Кремниевые координатно-чувствительные фотодиоды “Веер-1”, “Веер-2”, КЧФ-1-29, КЧФ-1-29Р, КЧФ-2-9, КЧФ-2-18, ФДК-151, ФДК-152, ФДК-152А, PSD949 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{раб}$=0,8...0,9 мкм]

Основные параметры аналоговых кремниевых координатно-чувствительных фотодиодов (КЧФ) “Веер-1”, “Веер-2”, КЧФ-1-29, КЧФ-1-29Р, КЧФ-2-9, КЧФ-2-18, ФДК-151, ФДК-152, ФДК-152А приведены в табл. 2.3.70. Внешний вид фотодиодов приеведен на рис. 2.3.80. - 2.3.81.





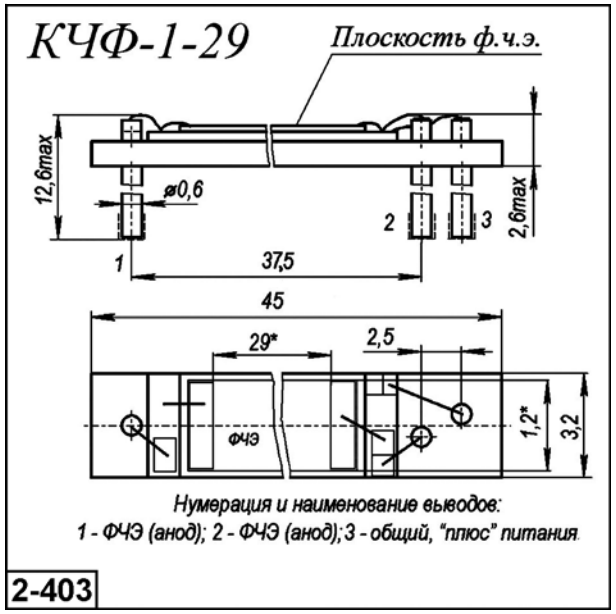


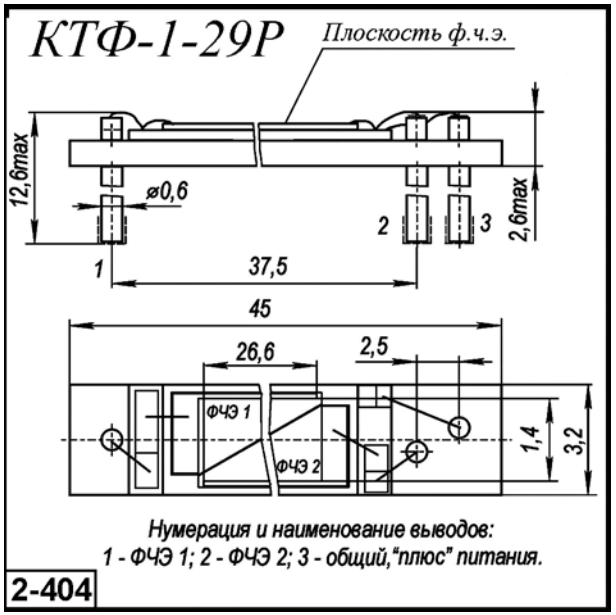
Ðèñ. 2.3.80. Âíåøíèé âèä, ãàáàðèòíûå ðàçìåðû è âûõîäíàÿ õàðàêòåðèñòèêà êîîðäèíàòíî-÷óâñòâèòåëüíûõ êðåìíèåâûõ îòîäèîäîâ “Веер-1”, “Веер-2”.

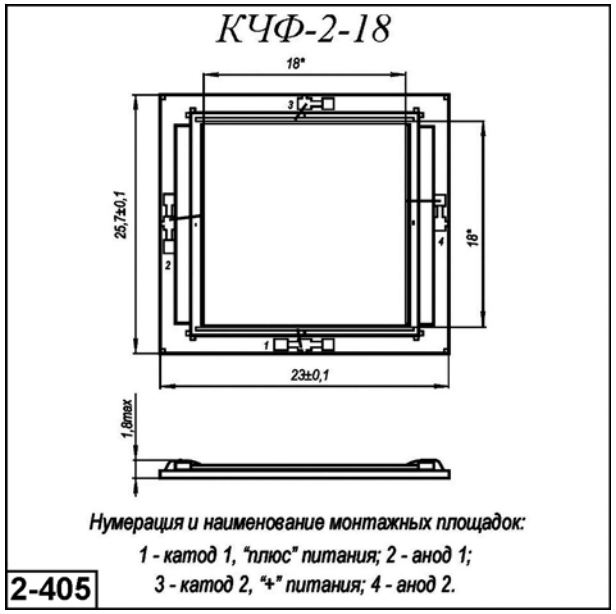
Таблица 2.3.70. Основные параметры координатно-чувствительных кремниевых фотодиодов при температуре 20±5°С

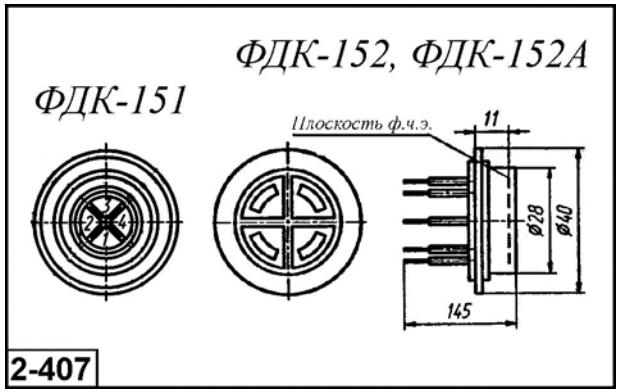
Тип прибора	Коли-чество ф.ч.э.	Размеры рабочей зоны, мм,	Количество отрабаты-ваемых координат, шт.	Позиционная чувствитель-ность, В/Вт*мм, не менее	Δλ [λмакс], мкм	Siλ, А/Вт (λ, мкм)	Iт, мкА, (Uсм,В)	Неравномерность чувствительности по ф.ч.э., %, не более	Δt, °С	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г. не более	№ рис
"Веер-1"	1	34,8 мм^2	1	5,5*10^{-4} В/мм	0,4…1,1 [0,8 - 0,9]	0,2 (0,53) 0,45 (0,84) 0,15 (1,06)	5*10^{-3}	-	25±10	∅31х 7,2	21	2-401
"Веер-2"	2	90 мм^2	2	6*10^{-4} В/мм			1*10^{-2}	-	25±10	∅31х 7,2	21	2-402
КЧФ-1-29	1	29 х 1,2	1	-	0,4...1,05	0,3 (0,63 мкм)	2*10^{-4} (0,01 В)	±5	-45…+55	45 х 3,2 х 2,6 (б/к)	2	2-403
КЧФ-1-29Р	2 (зазор 15 мкм)	26,6 х 1,4	1	-	0,4...1,05	0,3 (0,63)	2*10^{-4} (0,01 В)	±5	-45…+55	45 х 3,2 х 2,6 (б/к)	2	2-404
КЧФ-2-9	1	9 х 9	2	4 (λ=0,85 мкм, Ф=5 мкВт)	0,4...1,05	0,3 (0,63 мкм)	0,01 (0,01 В)	±5	-60…+60	∅31х 7,2	21	2-406
КЧФ-2-18	1	18 х 18	2	-	0,4...1,05	0,3 (0,63 мкм)	0,01 (0,01 В)	±5	-45…+55	25,7 х 23,1 х 1,8 (б/к)	4	2-405
ФДК-151	4	∅20,8 квадрантный	2	2*10^5 В/мм*лм	0,4…1,1 [0,8]	4 мА/лм	1,5 (5В)	10	-60…+60	∅40 х 13	43	2-407
ФДК-152	8	∅8 квадрантный	2	2*10^5 В/мм*лм	0,4…1,1 [0,8]	4 мА/лм	0,05 (5В)	10	-60…+60	∅40 х 13	43	2-407
ФДК-152А	8	∅8 квадрантный	2	2*10^5 В/мм*лм	0,4…1,1 [0,8]	4 мА/лм	0,05 (5В)	10	-60…+60	∅40 х 13	43	2-407
PSD949*	2	3 х 1	1	-	0,4…1,1	0,3 (0,94 мкм)	0,003	-	25±10	7,8 х 7,4 х 3	1	2-405А

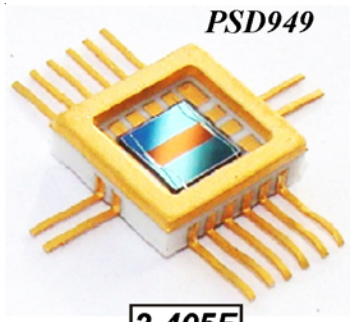
Примечание: *) тип прибора указан условно.











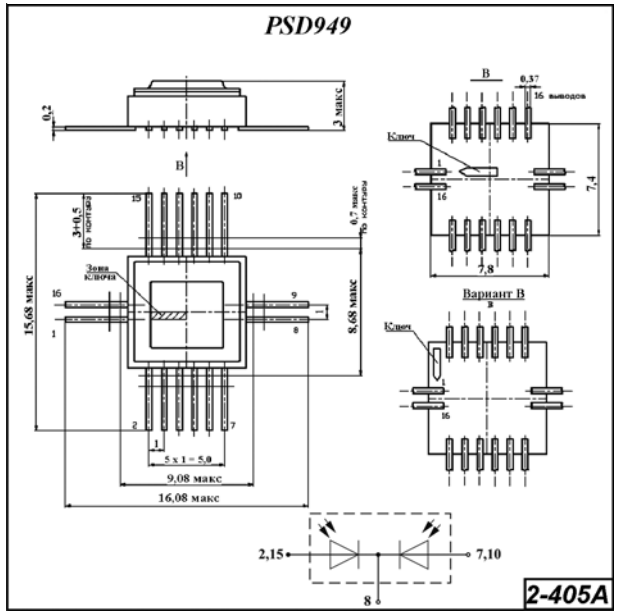


Рис. 2.3.81. Внешний вид, габаритные размеры и выходная характеристика координатно-чувствительных кремниевых фотодиодов КЧФ-1-29, КЧФ-1-29Р, КЧФ-2-18, PSD949.

2.3.8.2. Многоэлементные фотодиоды с кодом Грея ФД246А, ФД246Б, ФД246АМ, ФД246БМ [Δλ=0,4...1,1 и 0,8...1,6 мкм]

Предназначены для обнаружения импульсного лазерного излучения и определения направления на его источник. Сигналы с выводов фотодиода можно непосредственно преобразовать в стандартный двоичный код (код Грея). Область спектральной чувствительности фотодиодов 0,4..1,1 мкм [для ФД-246А (Б) и 0,8...1,6 мкм (для ФД246АМ (БМ)].

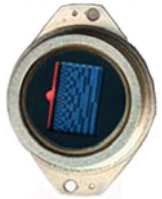
Разряды фотодиодов содержат пары дополняющих элементов, позволяющих взаимно компенсировать синфазные фоновые сигналы помех.

Основные параметры фотодиодов ФД246АМ, ФД246БМ приведены в табл. 2.3.71. Внешний вид и габаритные размеры фотодиодов приведены на рис. 2.3.82.

Таблица 2.3.71. Основные параметры фотодиодов ФД246АМ, ФД246БМ при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра			
	ФД-246А	ФД-246Б	ФД246АМ	ФД246БМ
Количество элементов	12	6	8	4
Размер фоточувствительного элемента, мм	0,3х6	0,3х6	0,3х6	0,3х6
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4 - 1,1		0,8 - 1,6	
Рабочая длина волны 1, мкм	1,06		1,06	
Рабочая длина волны 2, мкм			1,55	
Токовая чувствительность на рабочей длине волны 1, А/Вт, не менее	0,04	0,04	0,2	
Токовая чувствительность на рабочей длине волны 2, А/Вт, не менее			0,2	
Разброс чувствительности между элементами, %, не более	20		20	
Коэффициент взаимосвязи между элементами, %, не более	5		5	
Темновой ток элемента, мкА, не более	0,01	0,01	15	15
Диапазон рабочих температур, °С	-50…+50		-50…+50	
Рабочее напряжение, В	0,2		0,2	
Габаритные размеры, мм, не более	∅24х15		∅24х15	
Масса, г, не более	15		15	
№ рисунка	2-408		2-408	

ФД-246А(Б)



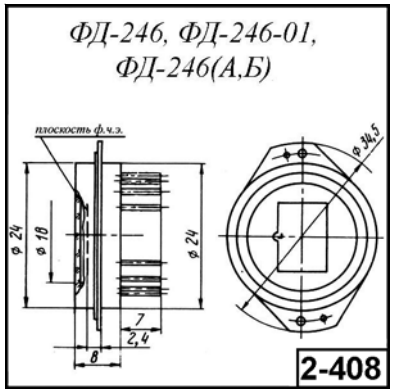


Рис. 2.3.82. Внешний вид и габаритные размеры фотодиодов ФД246А, ФД246Б, ФД246АМ, ФД246БМ.

2.3.8.2д. Датчик позиционно-чувствительный ФУР 42М [Δλ=0,2...1,0 мкм]

Датчик позиционно-чувствительный ФУР 42М (далее датчик) бескорпусной с контактными площадками без кристаллодержателя, без выводов. Изготавливается на кремниевой КСДИ - структуре. Является комплектующим для использования в гибридных микросборках.

Принцип работы позиционно-чувствительного датчика основан на интегральном методе обработки оптического сигнала без сканирования всего поля зрения прибора. Принцип работы датчика иллюстрируется рис. 2.3.82д.

Выходной сигнал датчика непосредственно пропорционален положению медианы оптического сигнала.

Основные параметры позиционно-чувствительного датчика приведены в табл. 2.3.71д.

Датчик позволяет определять в следящем режиме координаты светового пятна с разрешающей способностью не более 1 мкм (10^{-4} от поля зрения прибора). Способен работать в условиях фоновой засветки, превышающей мощность сигнала до 10^4 раз.

Применение ФУР 42М позволяет решать задачи: выделения информативных признаков изображения, включая определение пространственных координат объектов; выделения линии горизонта; определения и классификации текстуры изображения и др.

Таблица 2.3.71д. Основные параметры позиционно-чувствительного датчика ФУР 42М.

Наименование параметра	Норма параметра
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,2-1,0
Положение максимума фоточувствительности (λ_{max}), мкм	0,7
Размер фотоприемной площади, мм	a) 20 x 0,5 b) 6 x 0,5
Разрешающая способность, мкм	<1
Пространственная нелинейность, %	<1
Темновой ток (при Uп=10 В), А	10^{-8}-10^{-11}
Минимально необходимая мощность светового сигнала ($Ф_{min}$), Вт	10^{-9}
Минимальное время определения координаты (при Ф=3 x 10^{-5} Вт), сек	10^{-5}
Величина фоточувствительности при λ_{max},А/Вт	0,3
Рабочее напряжение питания, В	5 - 10
Диапазон рабочих температур, °С	-10 до +60

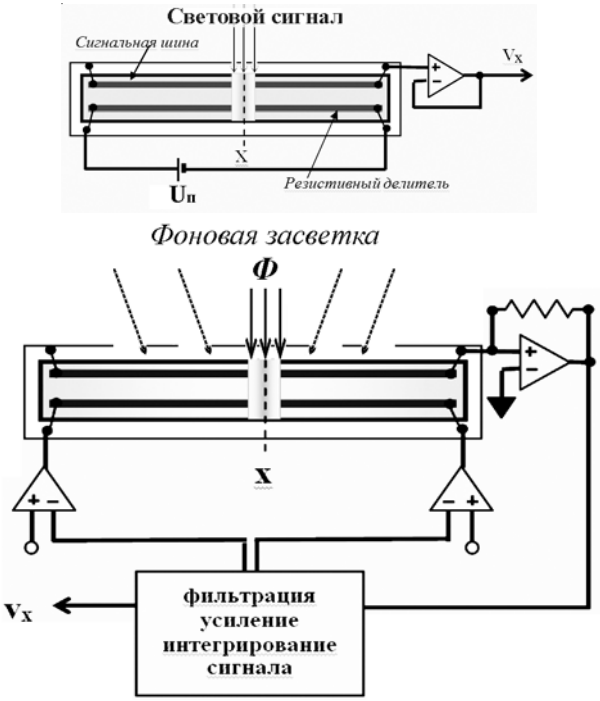


Рис. .2.3.82д. К пояснению принципа работы датчика ФУР 42М.

2.3.8. 3. Интегральные координатно-чувствительные приемники излучения

2.3.8.3.1. Фоточувствительный преобразователь К849ПП1 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{раб}$=0,8...0,9 мкм]

Фоточувствительный преобразователь К849ПП1 выполняет функцию преобразования линейного или углового перемещения объекта контроля в напряжение постоянного тока.

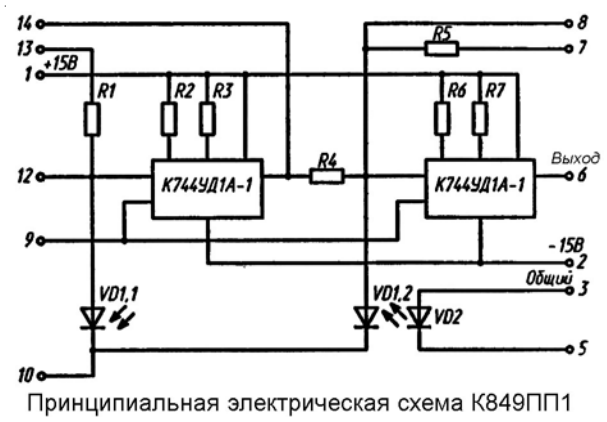
Преобразователь К849ПП1 представляет собой гибридную микросхему, содержащую кремниевый двухэлементный дифференциальный фотодиод, два усилителя фотосигнала и светодиод. Принципиальная схема фоточувствительного преобразователя К849ПП1 приведена на рис.2.3.83. Схема включения приведена ра рис.2.3.84 , в внешний вид и габаритные размеры - на рис. 2.3.85.

Преобразоватеь работает следующим образом. Энергия излучающего диода VD2 микросхемы отражается сферическим зеркалом, закрепленным на контролируемым объекте, на поверхность дифференциального фотодиода {VD1.1— VD1.2). Перемещение сферического зеркала приводит к перераспределению отраженного потока излучения между фоточувствительными площадками фотодиода и вызывает изменение фототока и выходного напряжения микросхемы.

Преобразователь выпускался в металлостеклянном стандартном корпусе типа 1203.15-1.01 со стеклянным выходным окном.

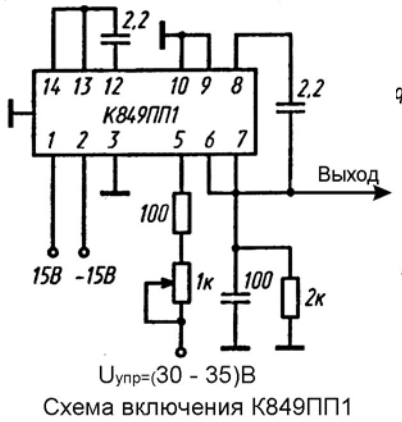
Основные параметры фоточувствительного преобразователя К849ПП1 приведены в табл. 2.3.72, а позиционные характеристики на рис.2.3.86.

Фоточувствительный преобразователь К849ПП1 используется в устройствах высокоточного позиционирования в станкостроении, оптическом и медицинском приборостроении, робототехнике и т.п.



Принципиальная электрическая схема К849ПП1

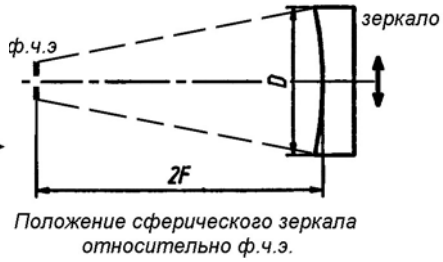
Рис. 2.3.83.



$U_{упр}$=(30 - 35)В

Схема включения К849ПП1

Рис. 2.3.84.



Положение сферического зеркала относительно ф.ч.э.

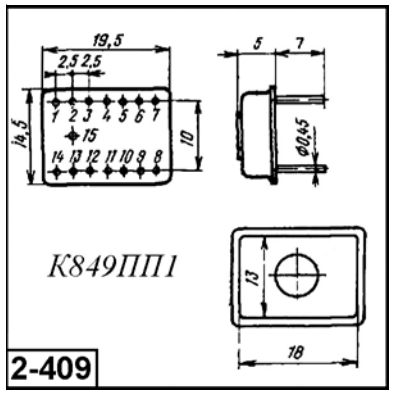
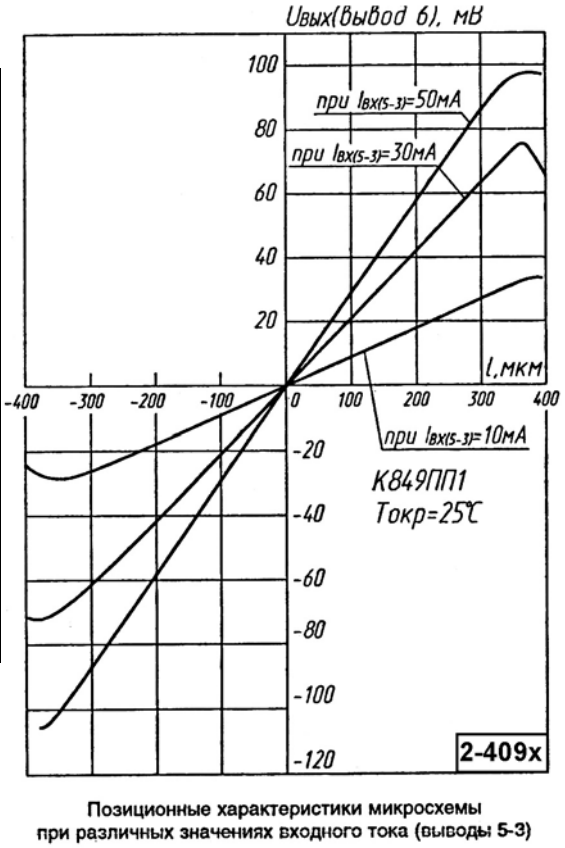


Рис. 2.3.85. Внешний вид и габаритные размеры преобразователя К849ПП1.

Таблица 2.3.72 .Основные параметры фоточувствительного преобразователя К849ПП1 при температуре 25±5°С

Наменование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4…1
Длина рабочей зоны, мкм	700
Позиционная чувствительность при относительномсветовом отверстии D:F= 1:3, мВ/мкм, не менее	15
Коэффициент нелинейности позиционной характеристики, %, не более	5
Время нарастания или спада выходного напряжения, мкс, не более	200
Выходной ток (на выводе 5), мА	10…50
Напряжение питания, В	±15
Диапазон рабочих температур, °С	25±10
Габаритные размеры (без выводов), мм, не более	19,3 x 14,3 x 5
Масса, г, не более	3,5
Минимальная наработка, ч	15 000
№ рисунка	2-409



Позиционные характеристики микросхемы при различных значениях входного тока (выводы 5-3)

Рис. 2.3.86. Позиционные характеристики преобразователя К849ПП1.

2.3.8.3.2. Фотоприемное устройство 1ПП921 [$\Delta\lambda$=0,3...1,1; $\lambda_{раб}$=0,7 мкм]

Фотоприемное устройство 1ПП921 предназначено для преобразования импульсных оптических сигналов в диапазоне длин волн от 0,3 до 1,1 мкм в электрические.

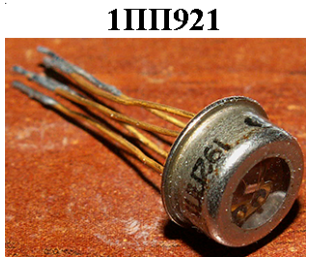
По конструкции оно представляет собой кремниевую полупроводниковую микросхему. На одном кристалле размещаются два канала ФПУ, каждый из которых представляет собой соединенные по схеме Дарлингтона фототранзистор и усилительный транзистор. Выпускается в стандартном металлостеклянном корпусе типа 3101.08. В крышке корпуса имеется стеклянное окно.

Фотоприемное устройство 1ПП921 использовалось в устройствах автоматики и управления РЭА различного назначения.

Основные параметры ФПУ 1ПП921 приведены в табл. 2.3.73. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ приведены на рис. 2.3.87. Принципиальная схема и схема включения – приведены на рис. 2.3.88 .

Таблица 2.3.73. Основные параметры ФПУ 1ПП921 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,3…1,1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,7±0,02
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,05 x1
Количество фоточувствительных элементов	2
Зазор между фоточувствительными элементами, мм	0,05
Интегральная токовая чувствительность от источника типа «А», А/лм, не менее	10
Импульсная 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 мм и длительностью оптического импульса 0,1 мкс, Дж, не более	$4*10^{-15}$
Темновой ток фотоприемника при разомкнутой базе и напряжении коллектор — база 10 В, мкА, не более	0,1
Напряжение коллектор - база, В	10
Рабочий ток эмиттера, мА	0,2…0,8
Предельный ток эмиттера, мА, не более	10
Статический коэффициент передачи тока в схеме с общим эмиттером в режиме большого сигнала при токе эмиттера 1,5 мА и напряжении коллектор — база 5 В, не менее	$2,5*10^{3}$
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+85
Габаритные размеры, мм, [масса,г.], не более	∅9,5 x 4,6 [1,5]
№ рисунка	2-410



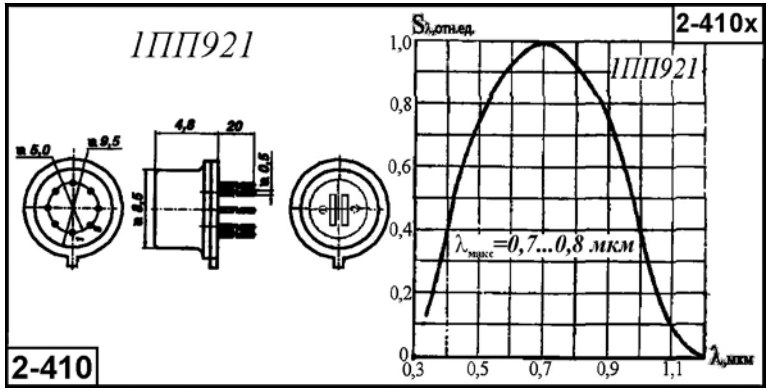
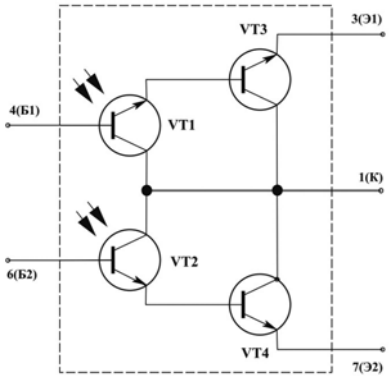
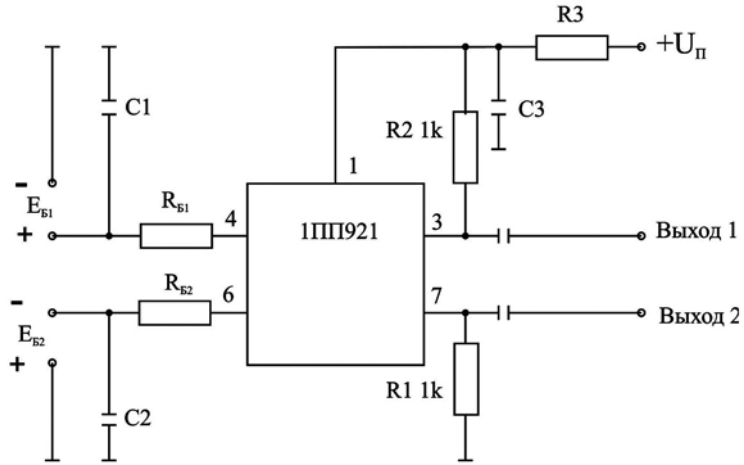


Рис. 2.3.87. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ 1ПП921



а)



б)

Рис. 2.3.88. Принципиальная схема (а) и схема включения (б) ФПУ 1ПП921.

2.3.8.3. 3. Фотоприемное устройство ФУР 117Л [$\Delta\lambda$=0,5...1,1; $\lambda_{макс}$=0,65...0,8 мкм]

Фотоприемное устройство ФУР117Л предназначено для регистрации и преобразования импульсных оптических сигналов в диапазоне длин волн от 0,5 до 1,1 мкм в в электрические сигналы логических уровней.

По конструкции оно представляет собой кремниевую полупроводниковую микросхему. На одном кристалле размещаются два независимых канала ФПУ, каждый из которых представляет собой фотодиод, предусилитель и триггер Шмидта.Напряжение питания и выходные напряжения логического нуля позволяют стыковать прибор со схемами ТТЛ и КМОП.

Выпускается в нестандартном пластмассовом корпусе.

Фотоприемное устройство ФУР117Л предназначено для использования в составе различных оптико-механических устройств, а также в устройствах автоматики и управления различного назначения.

Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.3.74. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис.2.3.89.

Табл. 2.3.74. Основные параметры ФПУ ФУР117Л при температуре 25±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности , мкм	0,5…1,1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,65…0,8
Размеры фоточувствительного элемента, мм	2 x 0,1
Количество фоточувствительных элементов	2
Зазор между фоточувствительными элементами, мм	0,4
Частота модуляции потока излучения, кГц , не менее	70
Выходное напряжение высокого уровня (каждого канала), В, не менее	2,4
Выходное напряжение низкого уровня (каждого канала), В, не более	0,4
Разброс пороговых энергетических освещенностей каналов ФПУ, %, не более	25
Тип выходного сигнала	цифровой ТТЛ
Емкость нагрузки выхода, пФ, не более	200
Напряжение питания, В	4,75…5,5
Потребляемая мощность, мВт, не более	10
Диапазон рабочих температур, °С	- 10… +55
Габаритные размеры, мм, не более	10 x 10 x 4
Масса, г, не более	5
№ рисунка	2-411

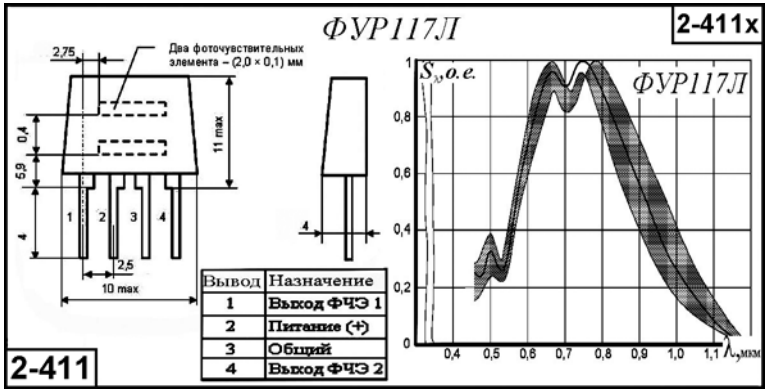


Рис. 2.3.89. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ ФУР117Л.

2.3.8.3. 4. Фотоприемное устройство КБ1130ПП1-3 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм]

По конструкции КБ1130ПП1-3 представляет собой кремниевую полупроводниковую микросхему. На одном кристалле размещаются два фототранзистора и схема усиления и формирования сигнала. Функциональная схема ФПУ приведена на рис. .

Фототранзисторы (VT1, VT2) включены на вход дифференциального усилителя. При воздействии на фототранзистор VT1 потока излучения 2 мВт/см^2 на выходе (вывод 5) формируется высокий логический уровень, а на выходе (вывод 3) — низкий логический уровень. При возбуждении фототранзистора VT2 на выходе «5» — низкий уровень, на выходе «3» — высокий.

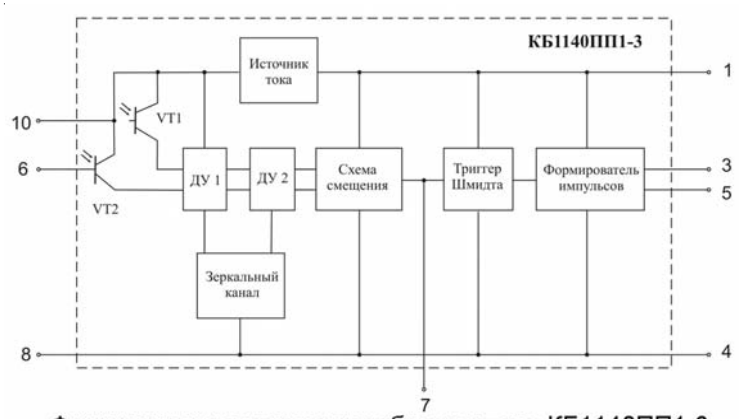
ФПУ КБ1130ПП1-3 выпускалось в двух вариантах конструкции: в бескорпусном варианте с шариковыми выводами, и в стандартном металлостеклянном корпусе типа 3101.08 со стеклянным окном.

Фотоприемное устройство КБ1130ПП1-3 предназначено для использования в составе различных оптико-механических устройств, а также в различном технологическом и металлообрабатывающем оборудовании с программным управлением, и в бесконтактных выключателях.

Основные параметры ФПУ КБ1130ПП1-3 приведены в табл. 2.3.75. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.90.

Табл. 2.3.75.Основные параметры микросхемы ФПУ КБ1130ПП1-3

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,4…1,1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,8 - 0,9
Количество фоточувствительных элементов	2
Поток излучения на входе, мВт/см^2 , не менее	2
Напряжение высокого логического уровня, В, не менее	2,4
Напряжение низкого логического уровня, В, не более	0,4
Выходной ток логического уровня (выв. 3 или 5), мА, не более	12
Выходной ток линейного выхода, мкА, не более	100
Время нарастания или спада выходного логического уровня, мкс, не более	1
Частота переключений, кГц	0…200
Емкость нагрузки на каждом выходе, пф, не более	1700
Тип выходного сигнала	цифровой
Напряжение питания, В	5±10%
Ток потребления, мА, не более	10
Габаритные размеры (бескорпусной вариант), мм, не более	2,0 x 2,1 x 0,35
Габаритные размеры (корпусной вариант), мм, не более	∅9,3 x 6,5
№ рисунка	2-412 и 2-413



Функциональная схема преобразователя КБ1140ПП1-3

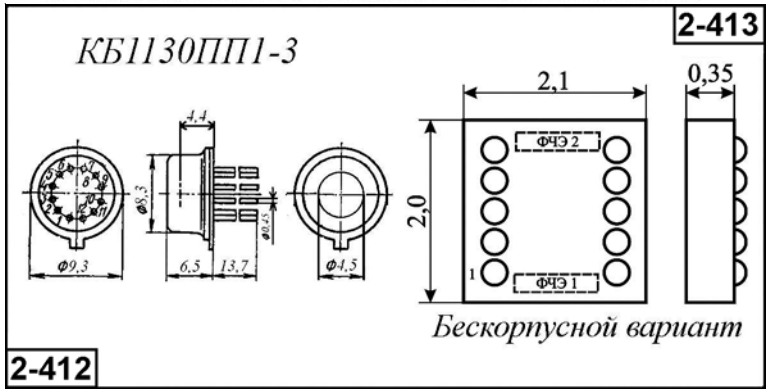


Рис. 2.3.90. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ КБ1130ПП1-3

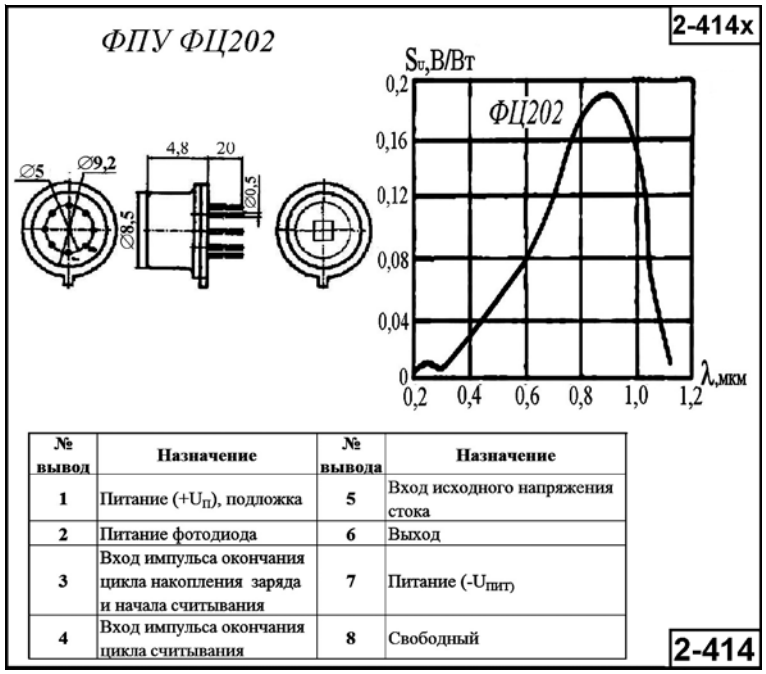
2.3.8.3.5. Фотоприемное устройство ФЦ202 [$\Delta\lambda$=0,2...1,1; $\lambda_{макс}$=0,9 мкм]

Фотоприемное устройство ФЦ202 предназначено для регистрации излучения в диапазоне 0,2...1,1 мкм. Фотоприемное устройство ФЦ202 представляет собой кремниевую полупроводниковую интегральную схему микросхему, содержащую на одном кристалле фотодиод и схему усиления и обработки сигнала.

Конструктивно фотоприемное устройство размещено в стандартном металлостеклянном 8-ми выводном корпусе с прозрачным входным окном.

Фотоприемное устройство ФЦ202 использовалось в прецизионных электронно-оптических системах и в аппаратуре бытового назначения.

Основные параметры ФПУ приведены в табл.2.3.76. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис.2.3.91. На рис. 2.3.92. приведена схема включения ФПУ, а на рис. 2.3.93 форма сигналов на элементах схемы.



№ вывод	Назначение	№ вывода	Назначение
1	Питание (+$U_П$), подложка	5	Вход исходного напряжения стока
2	Питание фотодиода	6	Выход
3	Вход импульса окончания цикла накопления заряда и начала считывания	7	Питание (-$U_{пит}$)
4	Вход импульса окончания цикла считывания	8	Свободный

Рис. 2.3.91. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ ФЦ202.

Таблица 2.3.76. Основные параметры ФПУ ФЦ202 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,2…1,1
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,9
Размеры фоточувствительного элемента, мм	2 x 2
Вольтовая монохроматическая чувствительность на длине волны 0,9 мкм, В/Вт, не менее	$2*10^{11}$
Пороговая чувствительность, Вт*$Гц^{1/2}$, не более	$1*10^{-14}$
Линейность преобразования, %, не хуже	0,1
Динамический диапазон, о.е.	$1*10^{7}$
Температурная нестабильность чувствительности, %/град, не более (на длине волны 0,3 мкм)	0,1
Интервал времени интегрирования фотосигнала, мс	1…200
Тип выходного сигнала	цифровой ТТЛ
Напряжение питания, В	5…15
Потребляемая мощность, мВт, не более	10
Диапазон рабочих температур, °С	20±10
Габаритные размеры, не более	∅9,5 x 4,8
Масса, г, не более	2
№ рисунка	2-414

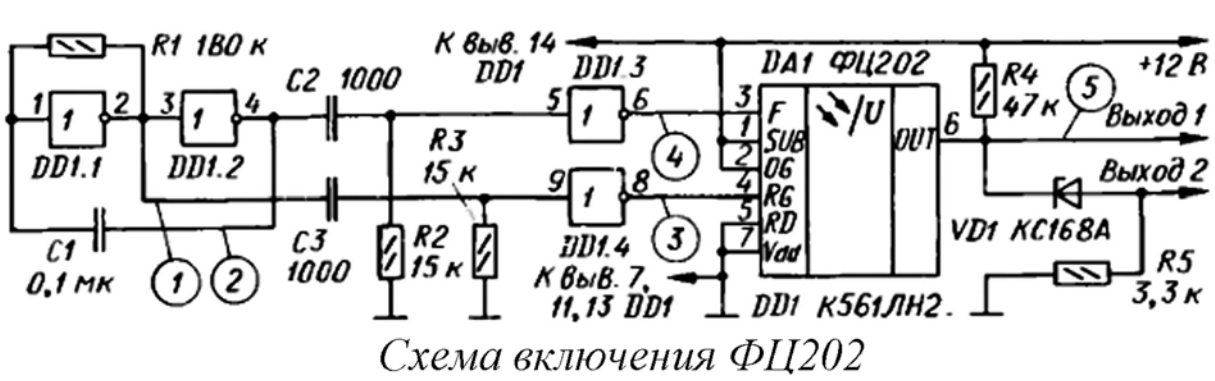


Рис. 2.3.92. Схема включения ФПУ ФЦ202.

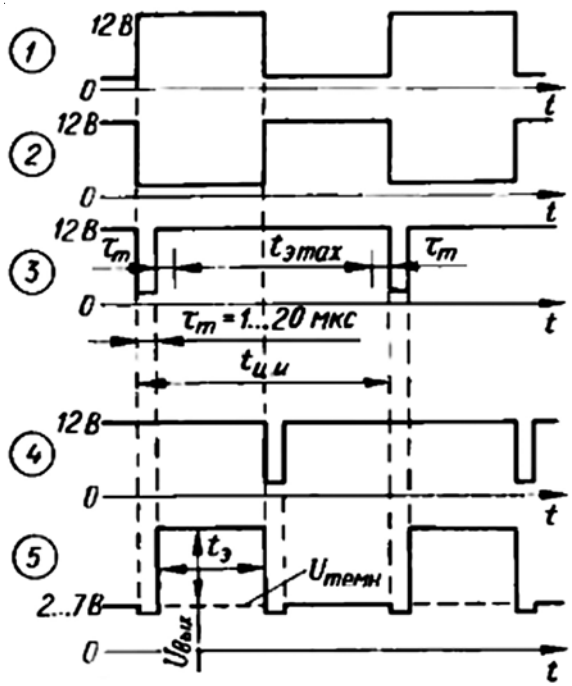


Рис. 2.3.93. Форма сигналов на элементах схемы (см. рис. 2.3.92).

Глава 2.3.9. Фотоприемники на основе арсенида галия для диапазона 1,0...1,6 мкм

В последние годы широкое распространение получают фотодиоды, изготовленные на основе соединений арсенида галия InGaAs, InGaAsP и InGaAs/InP. Эти фотодиоды изготавливаются по планарно-эпитаксиальной и меза-планарной технологии в виде p-i-n структур с небольшими размерами фоточувствительной площадки - от ∅0,04 до ∅2 мм. Приборы отличаются высоким быстродействием и используются для приема высокочастотного оптического излучения с частотой до 1,5 ГГц и выше.

Фотодиоды на основе соединений арсенида галия, предназначенные для широкого применения, реализуются в бескорпусном исполнении или в стандартных металлостеклянных корпусах с плоским прозрачным входным окном.

Для стабилизации параметров фотодиодов используют конструкции, содержащие тэрмоэлектрические микроохладители (ТЭО) и датчики температуры (терморезисторы). Такие приборы содержат в своей маркировке индекс “ТС”. Например, ДФД1000ТС или ДФД2000ТС.

Фотоприемные устройства на основе фотодиодов из соединений арсенида галия могут иметь и оригинальные конструктивные решения.

Основные параметры некоторых типов фотоприемников на основе арсенида галия приведены в табл. 2.3.77...2.3.81. Внешний вид приборов приведен на рис. 2.3.94...2.3.99.

Принятые сокращения и обозначения в главе 2.3.9:

$A_{ФЧЭ}$ – размер (мм) или площадь фоточувствительной площадки, мм^2; 2β – плоский угол зрения, град; $\Delta\lambda$ – область спектральной чувствительности, мкм; $l_{макс}$ – максимум спектральной характеристики, мкм; $U_Р$ – рабочее напряжение, В; $I_Т$ – темновой ток, мкА; τ – постоянная времени по спаду или нарастанию фототока, с; $C_Д$ – емкость фотодиода, пФ; $K_{ФС}$ – коэффициент фотоэлектрической связи между элементами, %; ΔT – диапазон рабочих температур, °С; $S_{а.инт}$ – интегральная токовая чувствительность, мкА/лк, А/лм или А/Вт. ; $Ф_{П}$ – пороговая чувствительность, лм·Гц$^{-1/2}$.

2.3.9.1. Фотодиоды ДФД 40, ДФД 70, ДФД 250/Б, ДФД 500/Б, ДФД 250ТО/Б, ДФД 500ТО/Б, ДФД300Б, ДФД300С, ДФД500Б, ДФД500С, ДФД1000ТО, ДФД1000ТО-К, ДФД1000ТС, ДФД2000ТС [$\Delta\lambda$=0,9...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,55 мкм]

Модели PIN фотодиодов ДФД40 - ДФД500 разработаны для использования в составе волоконно-оптических лазерных излучателях при создания обратной связи. Эти фотодиоды также используются для оптических линий связи и различных ИК датчиков. Модели ДФД1000 и ДФД2000 разработаны для использования в качестве приемников и датчиков ИК - излучения в различной оптико-электронной аппаратуре. Все модели фотодиодов серии ДФД имеют конструкцию с вводом излучения через мезаструктуру с относительно большими активными размерами фоточувствительной площадки (300, 500, 1000 и 2000 мкм соответственно).

Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.3.77, внешний вид и габаритные размеры - на рис.2.3.94. Типовая спектральная характеристика фотодиодов серии ДФД приведена на рис. 2.3.95.

Таблица 2.3.77.. Основные параметры PIN фотодиодов серии ДФД при температуре 20±5°С

Тип прибора	$A_{фчэ}$, мм	$\Delta\lambda$, мкм	$\lambda_{раб}$, мкм	$U_{Р}$, В	$I_{т}$, мкА, не более	$S_{\lambda макс}$, А/Вт, не менее		Время отклика, с	Полная емкость, пф	ΔT, °С	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г. не более	№ рис.
						1,3 мкм	1,55 мкм						
ДФД 40	∅0,04	0,9…1,6	1,3 и 1,55	-5	0,005	0,8	0,85	$6*19^{-11}$	0,18	-60…+55	2,8х1,4х0,9 б/к	0,2	2-415
ДФД 70	∅0,07	0,9…1,6	1,3 и 1,55	-5	0,005	0,8	0,85	$8*19^{-11}$	0,3	-60…+55	2,8х1,4х0,9 б/к	0,2	2-415
ДФД 250/Б	∅0,25	0,9…1,6	1,3 и 1,55	-5	0,02	0,75	0,8	$2*10^{-9}$	6	-60…+55	2,8х1,4х0,9 б/к	0,2	2-415
ДФД 500/Б	∅0,5	0,9…1,6	1,3 и 1,55	-5	0,03	0,75	0,8	$1*10^{-8}$	35	-60…+55	2,8х1,4х0,9 б/к	0,2	2-415
ДФД 250ТО/Б	∅0,25	0,9…1,6	1,3 и 1,55	-5	0,02	0,7	0,75	$2*10^{-9}$	6	-60…+55	∅5,6 х 5,2	1	2-416
ДФД 500ТО/Б	∅0,5	0,9…1,6	1,3 и 1,55	-5	0,03	0,7	0,75	$1*10^{-8}$	35	-60…+55	∅5,6 х 5,2	1	2-416
ДФД300Б	∅0,3	0,95...1,7	1,3 и 1,55	-5	0,02	0,75	0,8	$2*10^{-9}$	10…30	-60…+55	1,8 х 1,8 х 0,7 б/к	0,1	2-417
ДФД300С	∅0,3	0,95...1,7	1,3 и 1,55	-5	0,02	0,75	0,8	$2*10^{-9}$	10…30	-60…+55	∅5,6 х 4,3	1	2-416
ДФД500Б	∅0,5	0,95...1,7	1,3 и 1,55	-5	0,05	0,75	0,8	$1*10^{-8}$	35…50	-60…+55	1,8 х 1,8 х 0,7 б/к	0,1	2-417
ДФД500С	∅0,5	0,95...1,7	1,3 и 1,55	-5	0,05	0,75	0,8	$1*10^{-8}$	35…50	-60…+55	∅5,6 х 4,3	1	2-416
ДФД1000ТО	∅1	0,95...1,7	1,3 и 1,55	-5	0,02	0,75…0,85	0,8…0,9	$2*10^{-8}$	35…40	-60…+55	∅5,6 х 4,3	1	2-416
ДФД1000ТО-К	∅1	0,85...1,7	0,85 1,3 1,55	-5	0,04	0,15…0,2 (λ=0,85мкм) 0,75…0,85 (λ=1,3 мкм)	0,8…0,9	$2*10^{-8}$	35…40	-60…+55	∅5,6 х 4,3	1	2-416
ДФД1000ТС	∅1	0,95...1,7	1,3 и 1,55	-5	0,02…0,04	0,75…0,85	0,8…0,9	$2*10^{-8}$	35…40	-60…+55	∅9,2 х 4,2	3	2-418
ДФД2000ТС	∅2	0,95...1,7	1,3 и 1,55	-5	0,12…0,2	0,65…0,75	0,75…0,85	$3*10^{-8}$	370…350	-60…+55	38,8 х 25,5 х 10	5	2-419

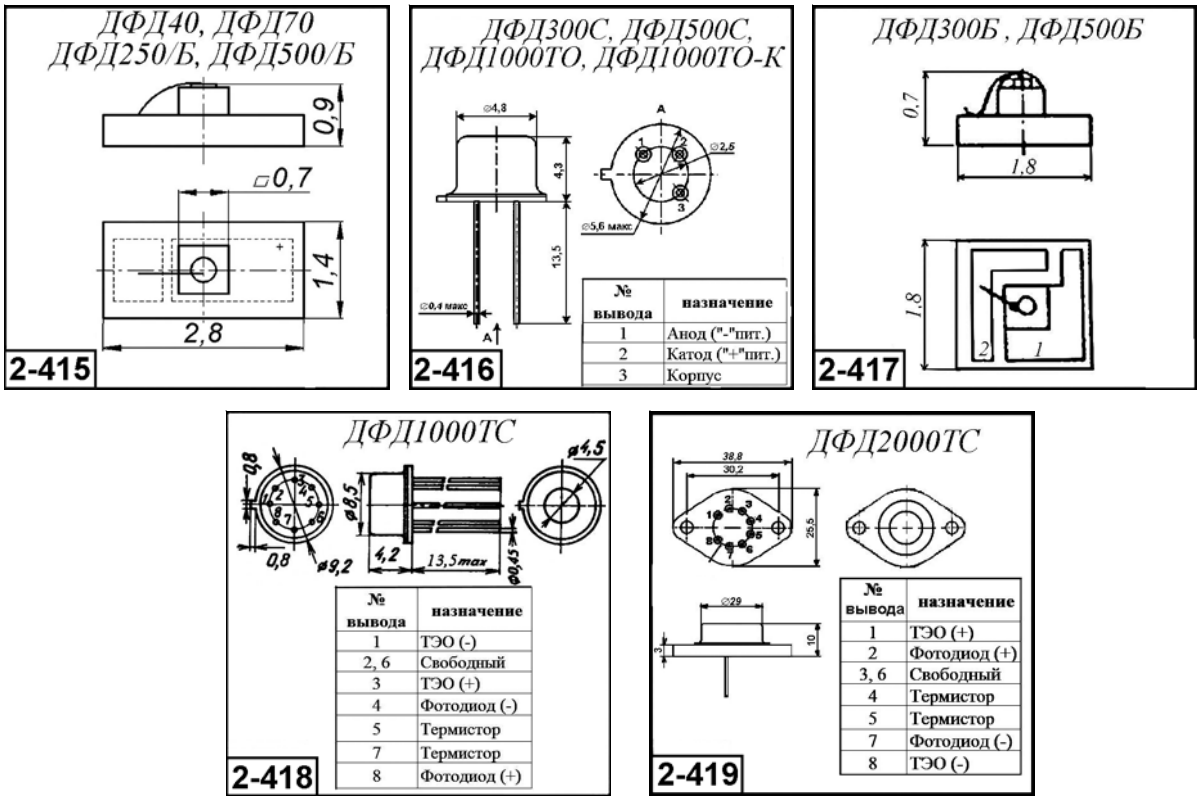


Рис. 2.3.94. Внешний вид и габаритные размеры фотодиодов серии ДФД.

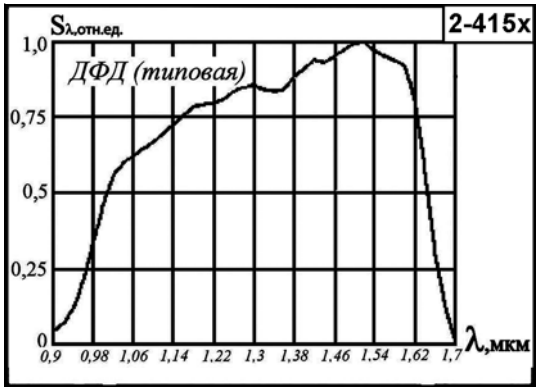


Рис. 2.3.95. Типовая относительная спектральная характеристика фотодиодов серии ДФД.

2.3.9.2. Фотодиоды ФД-161А б/к, ФД-161А п/о, ФД-161-01А б/к, ФД-161-01А п/о, ФД-161Б б/к, ФД-161Б п/о, ФД-161-01Б б/к, ФД-161-01Б п/о, 4ДФ106А-5 [$\Delta\lambda$=1...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,55 мкм]

Модели PIN фотодиодов ФД-161А б/к, ФД-161А п/о, ФД-161-01А б/к, ФД-161-01А п/о, ФД-161Б б/к, ФД-161Б п/о, ФД-161-01Б б/к, ФД-161-01Б п/о и 4ДФ106А-5 изготавливаются по планарно-эпитаксиальной технологии на основе соединений арсенида галия InGaAs и InGaAs P.

Фотодиоды реализованы в различных вариантах конструкции. Фотодиоды с индексом “п/о” - выпускаются в бескорпусном исполнении, а приборы с индексом “п/о” - выпускаются в герметичных металлостеклянных корпусах с плоским стеклянным окном.

Основные параметры фотодиодов серии ФД-161 приведены в табл. 2.3.78. Внешний вид и габаритные размеры фотодиодов приведены на рис. 2.3.96, а спектральная характеристика - на рис. 2.3.97.

Таблица 2.3.78. Основные параметры PIN фотодиодов серии ДФД при температуре 20±5°С

Тип прибора	$А_{ФЧЭ}$, мм	$\Delta\lambda$, мкм	$\lambda_{раб}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{\lambda макс}$, А/Вт, не менее	Время отклика, с	Полная емкость, пф	ΔT, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г. не более	№ рис.
ФД-161А б/к	∅0,2	1…1,45	1,3	-10	$(1…5)*10^{-3}$	0,6…0,8 (λ=1,3 мкм)	$(1,5…3)*10^{-10}$	1…3	-60…+60	3 х 1,3 х 1 б/к	0,1	2-420
ФД-161А п/о	∅0,2	1…1,45	1,3	-10	$(1…5)*10^{-3}$	0,6…0,8 (λ=1,3 мкм)	$(1,5…3)*10^{-10}$	1…3	-60…+60	∅9,5 х 4,2	1	2-421
ФД-161-01А б/к	∅0,08	1…1,6	1,55	-10	$(0,1…1)*10^{-9}$	0,5…0,8 (λ=1,55 мкм)	$(1…2)*10^{-10}$	0,5…0,8	-60…+60	3 х 1,3 х 1 б/к	0,1	2-420
ФД-161-01А п/о	∅0,08	1…1,6	1,55	-10	$(0,1…1)*10^{-9}$	0,5…0,8 (λ=1,55 мкм)	$(1…2)*10^{-10}$	0,5…0,8	-60…+60	∅9,5 х 4,2	1	2-421
ФД-161Б б/к	∅0,2	1…1,45	1,3	-5	$(1…5)*10^{-9}$	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$(1,5…3)*10^{-10}$	1…3	-60…+60	3 х 1,3 х 1 б/к	0,1	2-420
ФД-161Б п/о	∅0,2	1…1,45	1,3	-5	$(1…5)*10^{-9}$	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$(1,5…3)*10^{-10}$	1…3	-60…+60	∅9,5 х 4,2	1	2-421
ФД-161-01Б б/к	∅0,08	1…1,6	1,55	-5	$(0,1…1)*10^{-9}$	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$(1…2)*10^{-10}$	0,5…0,8	-60…+60	3 х 1,3 х 1 б/к	0,1	2-420
ФД-161-01Б п/о	∅0,08	1…1,6	1,55	-5	$(0,1…1)*10^{-9}$	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$(1…2)*10^{-10}$	0,5…0,8	-60…+60	∅9,5 х 4,2	1	2-421
4ДФ106А-5	∅0,08	1,1…1,6	1,3	-5	0,08	0,4	$1*10^{-9}$	3	-60…+70	0,7 х 0,7 х 0,35 б/к	0,005	2-422

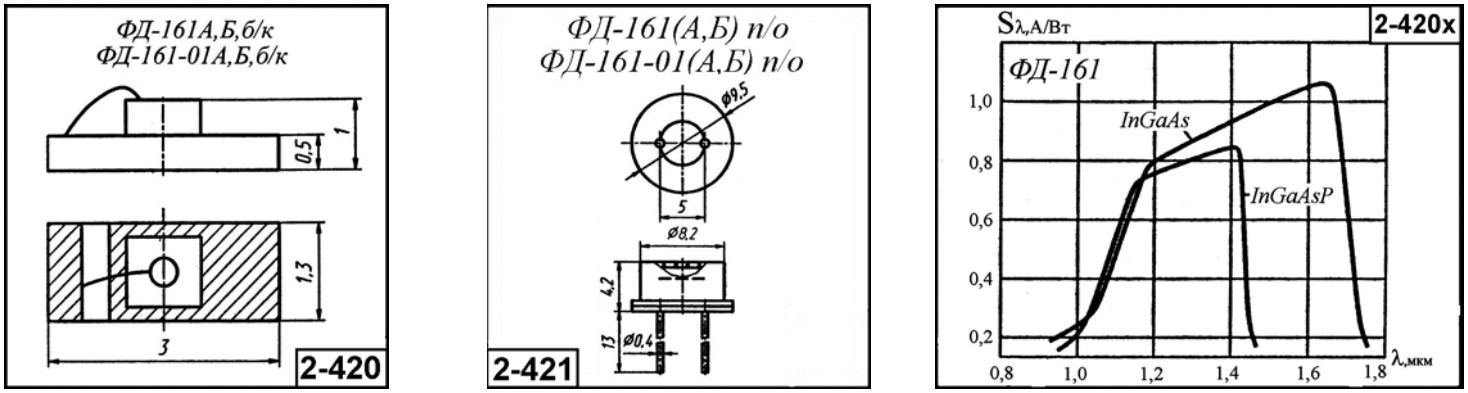


Рис. 2.3.96. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика фотодиодов серии ДФД.

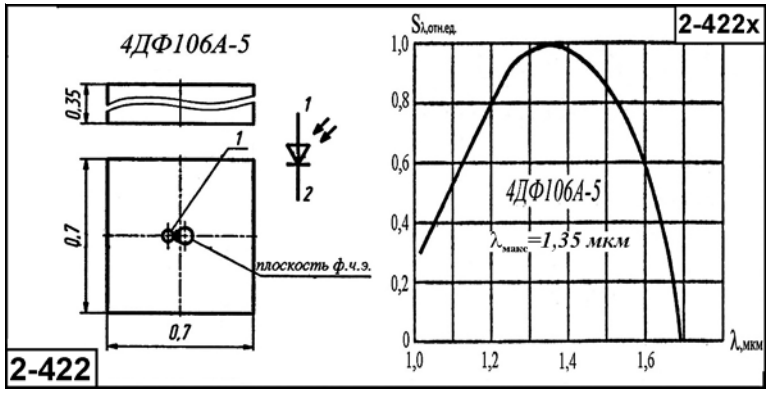


Рис. 2.3.97. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика фотодиода 4ФД106А-5.

2.3.9.3. Фотоприемные устройства на основе фотодиодов из арсенида галия

2.3.9.3.1. Фотоприемное устройство ФПУ-073 [$\Delta\lambda$=0,95...1,65; $\lambda_{макс}$=1,55 мкм]

Фотоприемное устройство ФПУ-073 предназначено для приема оптических сигналов длительностью 30 нс в спектральном диапазоне 1,06-1,57 мкм и последующего формирования ТТЛ импульсов.

Состав ФПУ: p-i-n фотодиод на основе InGaAs, предусилитель на малошумящих биполярных транзисторах, ключевая схема АРУ (ВАРП), пороговое устройство и стабилизатор напряжения питания.

Предусилитель имеет защиту от перегрузок при мощности импульсной засветки >10^{-3} Вт и работает на канал обнаружения, порог срабатывания которого за 10 мкс после подачи сигнала ВАРП уменьшается в 250 раз. Канал обнаружения имеет парафазный ТТЛ выход.

Подключение ФПУ к внешним цепям производится плоским шлейфом через разъем 52745-0890 фирмы MOLEX.

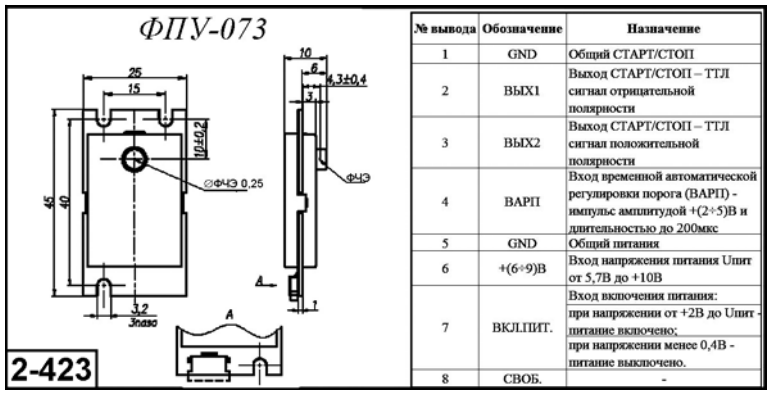
Применение: регистрации импульсного излучения в системах лазерной дальнометрии и целеуказания.

Основные параметры ФПУ-073 приведены в табл.2.3.79. Внешний вид, габаритные размеры и таблица назначения выводов ФПУ приведены на рис. 2.3.98.



а)

б)



№ вывода	Обозначение	Назначение
1	GND	Общий СТАРТ/СТОП
2	ВЫХ1	Выход СТАРТ/СТОП – ТТЛ сигнал отрицательной полярности
3	ВЫХ2	Выход СТАРТ/СТОП – ТТЛ сигнал положительной полярности
4	ВАРП	Вход временной автоматической регулировки порога (ВАРП) - импульс амплитудой +(2÷5)В и длительностью до 200мкс
5	GND	Общий питания
6	+(6÷9)В	Вход напряжения питания Uпит от 5,7В до +10В
7	ВКЛ.ПИТ.	Вход включения питания: при напряжении от +2В до Uпит - питание включено; при напряжении менее 0,4В - питание выключено.
8	СВОБ.	-

Рис. 2.3.98. Внешний вид (а) , габаритные размеры и таблица назначения выводов (б) ФПУ-073

Таблица 2.3.79. Основные параметры ФПУ-073 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,95...1,65
Максимум спектральной характеристики, мкм	1,55
Диаметр фоточувствительной зоны, мм	0,25
Токовая чувствительность фотодиода (λ=1,55 мкм), А/Вт	0,9
Длительность входного импульса засветки по уровню 0,5, нс	30±3
Мощность импульсной засветки (λ=1,54мкм), необходимая для формования выходных ТТЛ импульсов при вероятности обнаружения β=0,5, Вт, не более	$5*10^{-8}$
Длительность выходного импульса по уровню 0.5 при засветке импульсным излучением мощностью до 1.0?10^{-3} Вт, нс, не более	200
Время нарастания выходного импульса ФПУ от уровня 0,1 до уровня 0.9 амплитуды при мощности импульсной засветки на λ=1,54мкм до $1*10^{-7}$ Вт, нс, не более	10
Время выхода ФПУ на режим максимальной чувствительности с момента положительного перепада импульса ВАРП, мкс	6…10
Увеличение мощности импульсной засветки при изменении напряжения ВАРП от лог.1 до лог.0, раз, не менее	250
Изменение временного положения переднего фронта выходного импульса ФПУ при изменении мощности импульсной засветки от $1*10^{-7}$ до $1*10^{-3}$ Вт , нс, не более	25
Тип выходного сигнала	цифровой ТТЛ
Ёмкость нагрузки ТТЛ выхода, пФ, не более	7
Сопротивление нагрузки ТТЛ выхода, Ом, не менее	500
Напряжение питания ($U_П$), В	+(5,7-10)
Напряжение включения питания ФПУ, В	от +2,4 до Uп
Напряжение выключения питания ФПУ.В, не более	0,4
Ток потребления в рабочем режиме, мА, не более	15
Ток потребления в выключенном состоянии, мА, не более	0,005
Время, в течение которого ФПУ выходит в режим готовности к приему оптических сигналов после включения напряжения питания, мс, не более	20
Диапазон рабочих температур, °С	-40…+60
Габаритные размеры, мм	45 x 25 x 10
Масса, г, не более	30
№ рисунка	2-423

2.3.9.3.2. Фотоприемное устройство ФПУ-092 [$\Delta\lambda$=0,95...1,65; $\lambda_{макс}$=1,55 мкм]

Фотоприемное устройство ФПУ-092 предназначено для приема оптических сигналов колоколообразной формы длительностью 30 нс (по уровню 0,5) в спектральном диапазоне 1,06...1,65 мкм и последующего формирования ТТЛ импульсов.

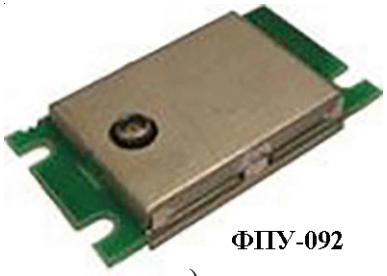
Состав ФПУ: p-i-n фотодиод на основе InGaAs, предусилитель на малошумящих биполярных транзисторах, ключевая схема АРУ (ВАРП), пороговое устройство и стабилизатор напряжения питания.

Предусилитель имеет защиту от перегрузок при мощности импульсной засветки >10^{-3} Вт и работает на канал обнаружения, порог срабатывания которого за 15-20 мкс после подачи сигнала ВАРП уменьшается в 250-300 раз. Канал обнаружения имеет парафазный ТТЛ выход.

Подключение ФПУ к внешним цепям производится плоским шлейфом через разъем 52745-0890 фирмы MOLEX.

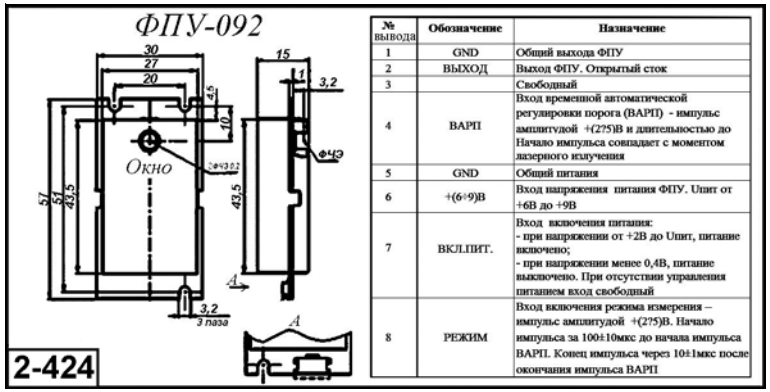
Применение: регистрации импульсного излучения в системах лазерной дальнометрии и целеуказания.

Основные параметры ФПУ-092 приведены в табл. 2.3.80. Внешний вид, габаритные размеры и таблица назначения выводов ФПУ приведены на рис. 2.3.99.



а)

б)



№ вывода	Обозначение	Назначение
1	GND	Общий выхода ФПУ
2	ВЫХОД	Выход ФПУ. Открытый сток
3		Свободный
4	ВАРП	Вход временной автоматической регулировки порога (ВАРП) - импульс амплитудой +(275)В и длительностью до Начало импульса совпадает с моментом лазерного излучения
5	GND	Общий питания
6	+(6÷9)В	Вход напряжения питания ФПУ. Uпит от +6В до +9В
7	ВКЛ.ПИТ.	Вход включения питания: - при напряжении от +2В до Uпит, питание включено; - при напряжении менее 0,4В, питание выключено. При отсутствии управления питанием вход свободный
8	РЕЖИМ	Вход включения режима измерения – импульс амплитудой +(275)В. Начало импульса за 100±10мкс до начала импульса ВАРП. Конец импульса через 10±1мкс после окончания импульса ВАРП

Рис. 2.3.99. Внешний вид (а) , габаритные размеры и таблица назначения выводов (б) ФПУ-092

Таблица 2.3.80. Основные параметры ФПУ-092 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,95...1,65
Максимум спектральной характеристики, мкм	1,55
Диаметр фоточувствительной зоны, мм	0,20
Токовая чувствительность фотодиода (λ=1,55 мкм), А/Вт	0,9
Длительность входного импульса засветки по уровню 0,5, нс	30±3
Мощность импульсной засветки (λ=1,54мкм), необходимая для формования выходных ТТЛ импульсов при вероятности обнаружения β=0,5, Вт, не более	$1*10^{-8}$
Вероятность ложной тревоги в интервале наблюдения до 300мкс,	$1*10^{-3}$
Время выхода ФПУ на режим максимальной чувствительности с момента положительного перепада импульса ВАРП, мкс	15…20
Увеличение мощности импульсной засветки при изменении напряжения ВАРП от лог.1 до лог.0, раз	200-350
Изменение временного положения переднего фронта выходного импульса ФПУ при изменении мощности импульсной засветки от $2*10^{-8}$ до $1*10^{-3}$ Вт, нс, не более	±10
Тип выходного сигнала	цифровой ТТЛ
Напряжение на выходе ФПУ, В, не более	10
Ток на выходе ФПУ, мА, не более	15
Напряжение питания ($U_П$), В	5,7-10
Напряжение включения питания ФПУ, В	от +2,4 до $U_П$
Напряжение выключения питания ФПУ.В, не более	0,4
Ток потребления в рабочем режиме, мА, не более	50
Ток потребления в выключенном состоянии, мА, не более	0,005
Время, в течение которого ФПУ выходит в режим готовности к приему оптических сигналов после включения напряжения питания, мс, не более	20
Диапазон рабочих температур, ^{o}С	-40…+60
Габаритные размеры, мм	57 x 30 x 15
Масса, г, не более	40
№ рисунка	2-424

2.3.9.3.3. Фотоприемные устройства ФУО-155 и ФУО-157 [$\Delta\lambda$=1...1,6; $\lambda_{раб}$=1,06 и 1,54 мкм]

Фотоприемные устройства ФУО-155 и ФУО-157 предназначены для регистрации импульсного излучения в спектральном диапазоне 1,0...1,6 мкм.

Состав ФПУ: *p-i-n* – фотодиод на основе гетероструктур InGaAs/InP и предварительный усилитель с полевым GaAs – транзистором на входе.

Основные параметры ФПУ ФУО-155 и ФУО-157 приведены в табл. 2.3.81., внешний вид - на рис.2.3.99л. и 2.3.99д1.

Применение: регистрации импульсного излучения в системах лазерной дальнометрии, локации и целеуказания.

Таблица 2.3.81. Основные параметры ФПУ ФУО-155 и ФУО-157 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра	
	ФУО-155	ФУО-157
Область спектральной чувствительности	1,0…1,6	
Рабочий спектральный диапазон, мкм	1,06	1,54
Диаметр фоточувствительного элемента, мм	0,2	
Пороговая чувствительность к импульсному излучению (t=5 нс, при отношении Vc/Vш=1), Вт, не более	$6*10^{-8}$	-
Пороговая чувствительность к импульсному излучению (t=20 нс, при отношении Vc/Vш=1), Вт, не более	-	$5*10^{-9}$
Вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	$4\cdot10^{4}$	$4\cdot10^{5}$
Время разрешения при Р=75 мВт, нс:		300
Время разрешения при Р=50 мВт, нс:	100	-
Время разрешения при Р=20 мВт, нс:	300	-
Время разрешения при Р=1 мВт, нс:	-	600
Время нарастания, нс	<20	<10
Напряжение питания, В:	9±5%	12±5%
Ток потребления, мА, не более	50	50
Диапазон рабочих температур, °С	-50…+50	-60…+60
Габаритные размеры, мм, не более	30 x 20 x 6	



Рис.2.3.99д. Внешний вид ФУО-155.



Рис.2.3.99д1. Внешний вид ФУО-155.

2.3.9.3.3д. Матричное фотоприемное устройство на основе арсенида индия-галлия ФУК20М [Δλ=0,9...1,7 мкм]

Матричное фотоприемное устройство ФУК20М предназначено для работы в системах ночного видения в диапазоне 0,9-1,7 мкм. Фоточувствительный элемент изготовлен на основе арсенида индия-галлия.

Основные параметры фотоприемного устройства ФУК20М приведены в табл. 2.3.81д. Внешний вид показан на рис.2.3.99д2.

Таблица 2.3.81д. Основные параметры фотоприемного устройства ФУК20М

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Спектральный диапазон, мкм	0,9…1,7
Количество фоточувствительных элементов	320 x 256
Расположение ф.ч.э	матрица
Шаг фоточувствительных элементов, мкм	30
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, см×Гц$^{-1/2}$×Вт$^{-1}$, не менее	1 x 10^{13}

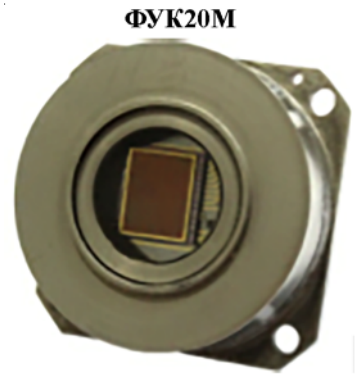


Рис.2.3.99д2. Внешний вид фотоприемного устройства ФУК20М

Глава 2.3.10. Фотоприемники для волоконно-оптических систем передачи и волоконно-оптических линий связи

Фотоприемник является основным элементом волоконно-оптических систем передачи (ВОСП) и волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) к которому предъявляются специфические требования. Фотоприемник для ВОЛС должен обладать: высокой чувствительностью на рабочей длине волны, иметь малую постоянную времени и минимальный уровень шумов в широком диапазоне рабочих температур. В настоящее время обмен информации по оптоволокну осуществляют в трех диапазонах: 0,85 мкм, 1,3 мкм, 1,55 мкм.

В качестве чувствительных элементов фотоприемников для ВОСП используются p-i-n фотодиоды, изготовленные из кремния (для диапазона 0,8…0,9 мкм), а на большие длины волн (1,2… 1,6 мкм) - p-i-n и лавинные фотодиоды (ЛФД), которые изготавливаются - из германия (Ge), InGaAs или InGaAP и др. ЛФД имеют высокую пороговую чувствительность и повышенное быстродействие, их предельная частота достигает нескольких гигагерц. К недостаткам этих приборов можно отнести сильную температурную зависимость коэффициента усиления, нелинейность преобразования и малую площадь рабочей поверхности (0,05 мм^2), а также необходимость жесткой температурной стабилизации коэффициента лавинного умножения.

Конструктивная особенность фотоприемников для ВОЛС заключается в том, что оптический вход этих приборов должен совмещаться с элементами ВОЛС, с тем, чтобы полностью использовалась эффективная площадь фоточувствительного элемента приемника излучения. В качестве входных элементов фотоприемников, наиболее широкое применение получили: плоские окна, фоконы, микрообъективы, встроенные световоды, отрезки волоконно-оптического кабеля и оптические разъемы. Фотоприемник, снабженный стандартным оптическим разъемом, получил наименование фотодиодного модуля (ФДМ). Иногда модулем называют фотодиод, снабженный отрезком волоконно-оптического кабеля.

Наиболее широкое распространение получили, т.н. фотоприемные устройства (ФПУ), а также приёмные оптоэлектронные модули (ПРОМ), которые подразделяются: на аналоговые и цифровые.(В некоторых публикациях используется абревиатура “OEM”- оптоэлектронные приемные модули).

В состав аналогового приемного модуля входит p-i-n или лавинный фотодиод и широкополосный предусилитель, усиливающий сигнал фотоприемника и преобразующий его в форму, пригодную для дальнейшей обработки. В состав модуля может входить демодулятор, отделяющий сигнал от несущей и воспроизводящий его первоначальную форму. Все электронные компоненты размещаются в едином защитном корпусе ПРОМ.

Аналоговые ПРОМ принимают аналоговый оптический сигнал и на выходе также выдают аналоговый электрический сигнал. К аналоговым приемникам предъявляются требования высокой линейности преобразования и усиления сигнала при минимуме вносимых шумов – в противном случае возрастают искажения сигнала.

При цифровой передаче, когда не требуется очень точная ретрансляция форм импульсов, цифровой приемный модуль, кроме указанных элементов, включает узел принятия решения или дискриминатор, имеющий установленные пороги на принятие сигналов «0» и «1», который распознает, какой сигнал пришел, устраняет шумы и восстанавливает необходимую амплитуду сигнала. Уверенное выделение нужного сигнала может происходить даже при большом уровне шумов.

Приемные модули также содержат необходимые входные оптические элементы, как правило, стандартные оптические разъемы: FC, ST, SC, FC/PC, FC/APC и др.

Глава 2.3.10.1. Кремниевые фотоприемники для ВОЛС и ВОСПИ

Кремниевые фотодиоды предназначены для применения в качестве приемников излучения в системах волоконно-оптических систем передачи (ВОСП) и волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), работающих в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,12 мкм.

В качестве чувствительных элементов фотодиодов используются p-i-n или n-p-i-p структуры с лавинным умножением, которые отличаются высоким быстродействием.

Фотодиоды выпускаются в герметичных металлостеклянных корпусах или в бескорпусном исполнении, когда полупроводниковая структура размещается на ситалловой или керамической подложке. Плюсовой вывод фотодиода маркируется точкой на корпусе или чипе.

Бескорпусные элементы, как правило, используются в составе фотодиодных модулей (ФДМ), фотоприемных устройств (ФПУ) и ПРОМ.

Лавинные фотодиоды в своем наименовании содержат индекс «Л». Например, ФД-311Л.

Для соединения с волоконно-оптическими кабелями и ввода излучения используются: плоские окна, фоконы, микрообъективы, встроенные световоды, отрезки волоконно-оптического кабеля.

Фотодиоды серий ФДЛ-118, ФДЛ-119, ФД-161 и ФД-252 выпускаются в нескольких конструктивных вариантах, отмеченных соответствующими индексами: п/о – с плоским входным окном, с/в – с встроенным световодом, м/о – с двухлинзовым микрообъективом, б/к – в бескорпусном исполнении.

В качестве входных окон фотодиодов ФД-К-227 используется иммерсионный конус, у ФД-252 , ФД-311 и ФД-317Л - световод;

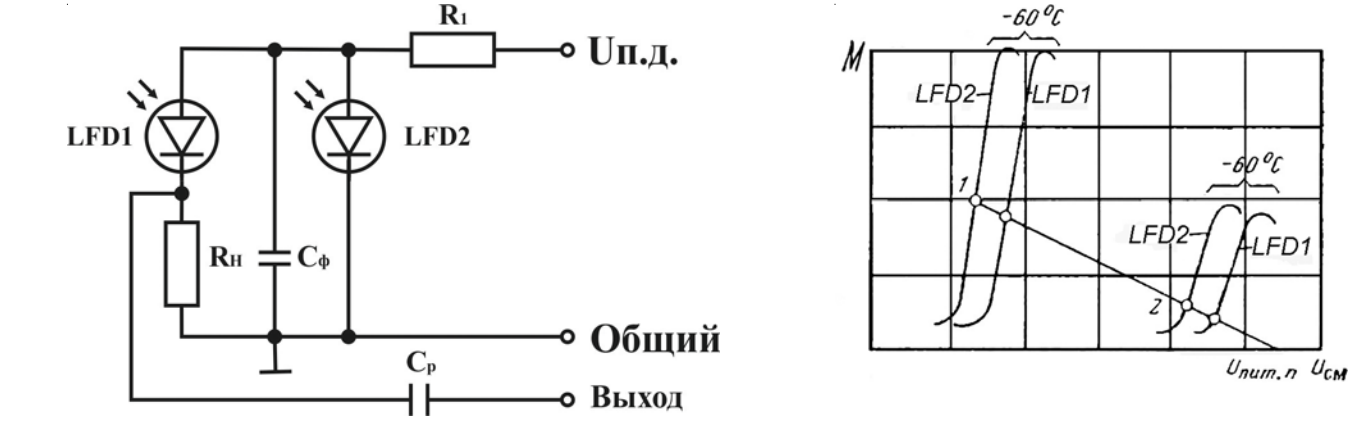
Приборы используются в фотодиодном режиме - с внешним источником смещения. Напряжение смещения, в зависимости от типа прибора, составляет: для p-i-n фотодиодов от 5 до 24, для лавинных – от 30 до 450 В.

Лавинные фотодиоды требуют стабилизации режима лавинного умножения, для чего используются специальные схемы и дополнительные элементы. Для термостабилизации режима лавинного умножения и повышения пороговой чувствительности фотодиоды снабжаются термоэлектрическими охладителями (ТЭО). На рис. 2.3.100д. приведены примеры типовых схемм включения лавинного фотодиода.

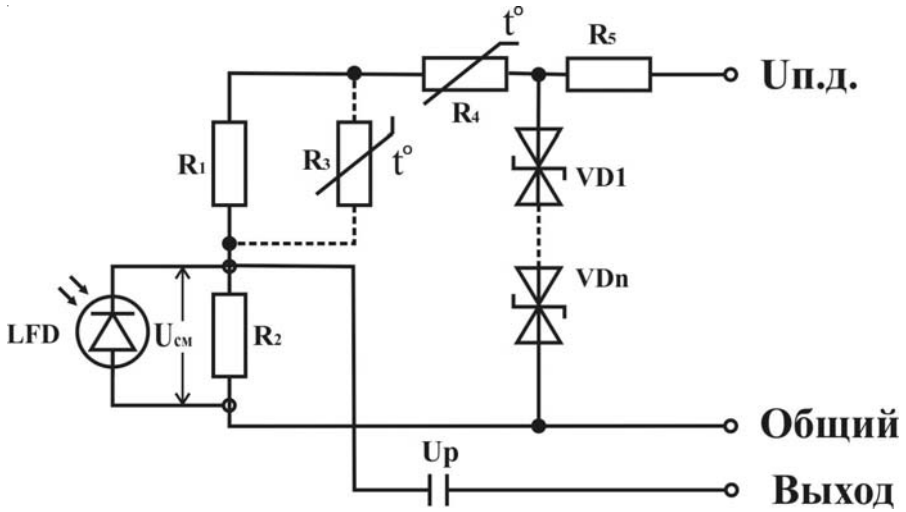
Далее приводятся основные параметры фотоприемников для ВОЛС и ВОСПИ.

Принятые сокращения и обозначения в главе 2.3.10:

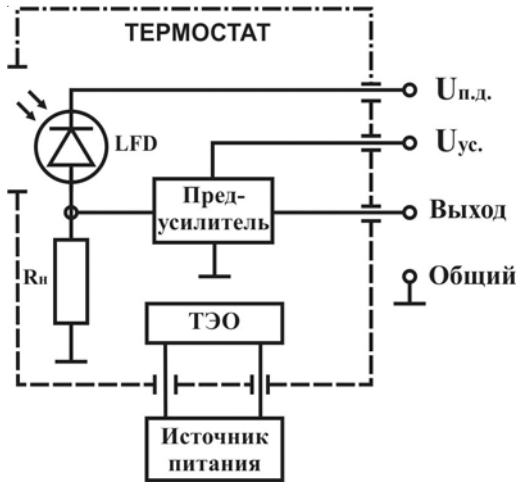
$_A_{ФЧЭ}$ – размер фоточувствительной площадки, см^2 ; $\Delta\lambda$ – область спектральной чувствительности, мкм; $\lambda_{макс}$ – максимум спектральной характеристики, мкм; U_P – рабочее напряжение, В; I_T – темновой ток, мкА; τ - постоянная времени по спаду или нарастанию фототока, с; $M_Ф$ - коэффициент умножения фототока, о.е.% T_{UP}- температурный коэффициент рабочего напряжения, В/^{o}С; $C_Д$ - емкость фотодиода, пФ; $t_{нар}$ - время нарастания фототока, с; $t_{сп}$ - время спада фототока, с; $S_{Iλ}$ - монохроматческая токовая чувствительность, А/Вт; $Ф_{П1}$ - порог чувствительности, Вт*Гц$^{-1/2}$; ΔT - диапазон рабочих температур, ^{0}С; **б/к** – бескорпусной фотодиод; **п/о** -вход плоское окно; **с/в** -вход световод; **м/о** - вход микрообъектив.



а)



б)



в)

Рис. 2.3.100д. Типовые схемы включения лавинного фотодиода с применением: а - опорного фотодиода; б - терморезисторов и стабилитронов; в - “термостата”.

2.3.10.1.1. Кремниевые PIN фотодиоды ФД-К-227, ФД-252А п/о. ФД-252А с/в, ФД-252А б/к, ФД-252Б п/о, ФД-252Б с/в, ФД-252Б б/к, ФД-252-01А п/о, ФД-252-01А с/в, ФД-252-01А м/о, ФД-252-01А б/к, ФД-252-01Б п/о, ФД-252-01Б с/в, ФД-252-01Б м/о, ФД-252-01Б б/к, ФД-252-02А п/о, ФД-252-02А б/к, ФД-252-02Б п/о, ФД-252-02Б б/к, ФД-290, ФД-290-01(гр.А), ФД-290-01(гр.Б), ФД-324,ФП1-850К, ФП-3, У-244 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,7...0,88 мкм]

Основные параметры кремниевых PIN фотодиодов приведены в табл. 2.3.82. Внешний вид и габаритные размеры кремниевых PIN фотодиодов приведены на рис. 2.3.100.

Таблица 2.3.82. Основные параметры кремниевых PIN фотодиодов для ВОЛС при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{фчэ}$, (диаметр сердцевины светоовода), мм	$\Delta\lambda$, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{\lambda макс}$, А/Вт, не менее	$Ф_{П1}$, Вт* Гц$^{-1/2}$, не более	$t_{нар}$, ($t_{сп}$), с, не более	$C_д$, пф	ΔT, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г., не более	№ рис.
ФД-К-227	∅0,5 (2,2)	0,4...1,1	0,7...0,88	10	0,1	3 мА/лм 0,15 А/Вт (λ=0,63 мкм)	[5*10^{-12} лм/Гц$^{1/2}$]	5*10^{-9}	-	-60…+80	∅3,9 x 18,5	2	2-438
ФД-252Аб/к	∅0,5	0,4…1,1	0,88	24	0,01	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	2*10^{-9}	3	-60…+85	3 x 1,3 x 1 б/к	0,1	2-433
ФД-252Ап/о	∅0,5	0,4…1,1	0,88	24	0,01	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	2*10^{-9}	3	-60…+85	∅9,5 x 4,2	1	2-434
ФД-252Ас/в	∅0,5 (0,2)	0,4…1,1	0,88	24	0,01	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	2*10^{-9}	3	-60…+85	∅10,6 x 15	5	2-432
ФД-252Б б/к	∅0,5	0,4…1,1	0,88	5	0,005	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	1*10^{-8}	7	-60…+85	3 x 1,3 x 1 б/к	0,1	2-433
ФД-252Б п/о	∅0,5	0,4…1,1	0,88	5	0,005	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	1*10^{-8}	7	-60…+85	∅9,5 x 4,2	1	2-434
ФД-252Б с/в	∅0,5 (0,2)	0,4…1,1	0,88	5	0,005	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	1*10^{-8}	7	-60…+85	∅10,6 x 15	3	2-432
ФД-252-01А б/к	∅0,2	0,4…1,1	0,88	24	0,005	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	1*10^{-9}	1	-60…+85	3 x 1,3 x 1 б/к	0,1	2-433
ФД-252-01А п/о	∅0,2	0,4…1,1	0,88	24	0,005	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	1*10^{-9}	1	-60…+85	∅9,5 x 4,2	1	2-434
ФД-252-01А с/в	∅0,2 (0,1)	0,4…1,1	0,88	24		0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	1*10^{-9}	1	-60…+85	∅10,6 x 15	3	2-432
ФД-252-01А м/о	∅0,2	0,4…1,1	0,88	24	0,005	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	1*10^{-9}	1	-60…+85	16 x 16 x 25	11	2-430

Продолжение таблицы 2.3.82. Основные параметры кремниевых PIN фотодиодов для ВОЛС при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, (диаметр сердце-вины свето-вода), мм	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Iт, мкА, не более	Sλмакс, А/Вт, не менее	Фп1, Вт* Гц$^{-1/2}$, не более	tнар, (tсп), с, не более	Сд, пф	ΔТ, ^{o}С	Габарит-ные размеры, мм, не более	Масса, г., не более	№ рис.
ФД-252-01Б б/к	∅0,2	0,4…1,1	0,88	5	0,002	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	5*10^{-9}	1	-60…+85	3 х 1,3 х 1 б/к	0,1	2-433
ФД-252-01Б п/о	∅0,2	0,4…1,1	0,88	5	0,002	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	5*10^{-9}	1	-60…+85	∅9,5 х 4,2	1	2-434
ФД-252-01Б с/в	∅0,2 (0,1)	0,4…1,1	0,88	5	0,002	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	5*10^{-9}	1	-60…+85	∅10,6 х 15	3	2-432
ФД-252-01Б м/о	∅0,2	0,4…1,1	0,88	5	0,002	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	5*10^{-9}	1	-60…+85	16 х 16 х 25	11	2-430
ФД-252-02А б/к	∅0,8	0,4…1,1	0,88	24	0,01	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	5*10^{-9}	4	-60…+85	3 х 1,3 х 1 б/к	0,1	2-433
ФД-252-02А п/о	∅0,8	0,4…1,1	0,88	24	0,01	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	5*10^{-9}	4	-60…+85	∅9,5 х 4,2	1	2-434
ФД-252-02Б б/к	∅0,8	0,4…1,1	0,88	5	0,005	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	1*10^{-8}	10	-60…+85	3 х 1,3 х 1 б/к	0,1	2-433
ФД-252-02Б п/о	∅0,8	0,4…1,1	0,88	5	0,005	0,4…0,5 (λ=0,88 мкм)	-	1*10^{-8}	10	-60…+85	∅9,5 х 4,2	1	2-434
ФД-252	∅0,6	0,4…1,1	0,76… 0,88	24	0,01	0,35 (λ=0,63 мкм)	-	5*10^{-9}		-60…+85	∅8 х 10	3	2-436
ФД-252-01	∅0,3	0,4…1,1	0,76… 0,88	24	0,01	0,35 (λ=0,63 мкм)	-	2*10^{-9}		-60…+85	∅8 х 10	3	2-436
ФД-290	0,63 мм^2	0,4…1,1	0,88	24	0,005	0,4 (λ=0,85 мкм)	-	4*10^{-9}	5	-60…+85	∅8,2 х 9,7 [3]	3	2-435
ФД-290-01(гр.А)	0,63 мм^2	0,4…1,1	0,88	24	0,005	0,4 (λ=0,85 мкм)	-	2*10^{-9}	2	-60…+85	∅8,2 х 9,7	3	2-435
ФД-290-01(гр.Б)	0,63 мм^2	0,4…1,1	0,88	5	0,005	0,4 (λ=0,85 мкм)	-	8*10^{-9}	10	-60…+85	∅8,2 х 9,7	3	2-435
ФД-324	∅0,5	0,4…1,1	0,85	5	-	0,4 (λ=0,85 мкм)	-	1*10^{-8}		-60…+85	1,5х1,5х0,22 б/к	0,03	2-439

Окончание таблицы 2.3.82. Основные параметры кремниевых PIN фотодиодов для ВОЛС при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$А_{фчэ}$, (диаметр сердцевины световода), мм	$\Delta\lambda$, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{\lambda макс}$, А/Вт, не менее	$Ф_{П1}$, Вт* $Гц^{-1/2}$, не более	$t_{нар}$, ($t_{сп}$), с, не более	$С_д$, пф	ΔT, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г., не более	№ рис.
ФП1-850К	-	0,8…0,87	0,83	5 (24)	0,005	0,3 (λ=0,83 мкм)	-	$4*10^{-9}$	5	-40…+50	ВОЛС ввод	1	2-439а
ФП-3	∅0,1 или ∅0,6	0,6…0,9	0,83	10 (20)	0,001	0,4 (λ=0,83 мкм)	-	$4*10^{-9}$	1	-20…+55	0,85х0,85х0,3 б/к	0,005	2-437
У-244	0,7 $мм^2$	0,4…1,1	0,87	10	0,005	[$I_ф$>3 мкА при Е=1 $мВт/см^2$, λ=0,87 мкм]	-	$1,5*10^{-8}$	-	-60…+70	∅5 х 5,5	0,5	2-431

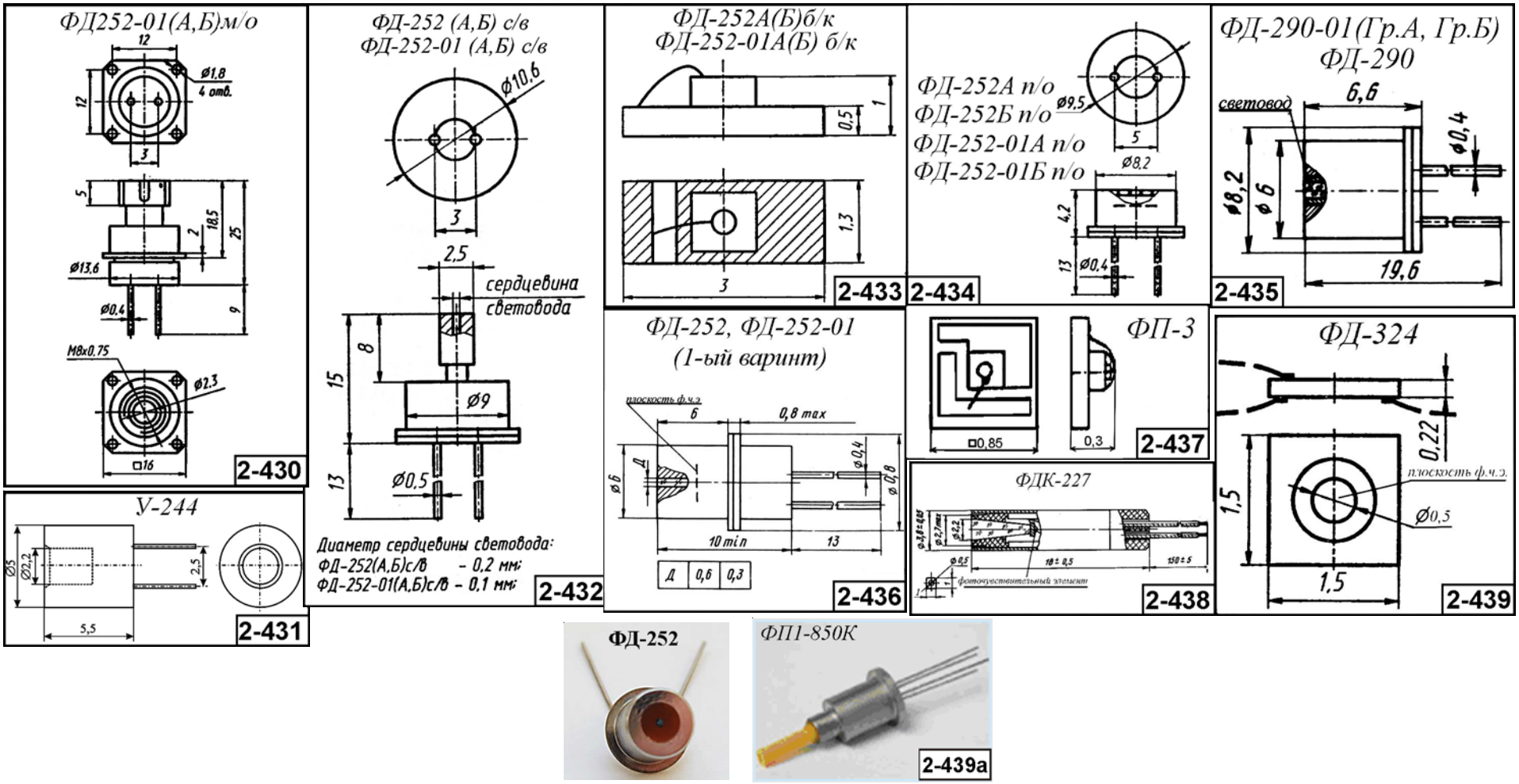


Рис. 2.3.100. Внешний вид и габаритные размеры кремниевых PIN фотодиодов для ВОЛС.

2.3.10.1.2. Кремниевые лавинные фотодиоды ФДЛ-118 б/к, ФДЛ-118 п/о, ФДЛ-118 с/в, ФДЛ-118 м/о, ФДЛ-118-01 с/в, ФДЛ-118-01 б/к, ФДЛ-118-01 п/о, ФДЛ-118-01 м/о, ФДЛ-118-02 б/к, ФДЛ-118-02 п/о, ФДЛ-118-03 б/к, ФДЛ-118-03 п/о, ФДЛ-118-03 с/в, ФДЛ-118-03 м/о, ФДЛ-118-04 б/к, ФДЛ-118-04 п/о, ФД-311Л , ФДЛ-311, ФД-317Л [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,85 мкм]

Основные параметры кремниевых лавинных фотодиодов приведены в табл. 2.3.83. Внешний вид и габаритные размеры кремниевых PIN фотодиодов приведены на рис.2.3.101.

Таблица 2.3.83. Основные параметры кремниевых лавинных фотодиодов для ВОЛС при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, (диаметр сердцевины световода), мм	$\Delta\lambda$, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	U_P, В	I_T, мкА, не более	$S_{\lambda макс}$, А/Вт не менее	$Ф_{П1}$, Вт* Гц$^{-1/2}$, не более	$t_{нар}$, ($t_{сп}$), с, не более	$М_Ф$, о.е.	T_{UP}, В/^{0}С	$С_д$, пф	ΔT, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [Масса, г.] не более	№ рис.
ФДЛ-118б/к	∅0,5	0,6…1,06	150…400	0,01…0,02	40…60 (λ=0,9 мкм) 12…20 (λ=1,06 мкм)	(1…3)*10^{-14} (λ=0,9 мкм) (4…8)*10^{-14} (λ=1,06 мкм)	(1…3)*10^{-9}	80…120	2,3…2,4	2…3	-40…+60	3 x 1,3 x 1 [0,1]	2-450
ФДЛ-118п/о	∅0,5	0,6…1,06	150…400	0,01…0,02	40…60 (λ=0,9 мкм) 12…20 (λ=1,06 мкм)	(1…3)*10^{-14} (λ=0,9 мкм) (4…8)*10^{-14} (λ=1,06 мкм)	(1…3)*10^{-9}	80…120	2,3…2,4	2…3	-40…+60	∅9,5 x 4,2 [1]	2-451
ФДЛ-118с/в	∅0,5 (0,2)	0,6…1,06	150…400	0,01…0,02	40…60 (λ=0,9 мкм) 12…20 (λ=1,06 мкм)	(1…3)*10^{-14} (λ=0,9 мкм) (4…8)*10^{-14} (λ=1,06 мкм)	(1…3)*10^{-9}	80…120	2,3…2,4	2…3	-40…+60	∅10,6 x 15 [3]	2-452
ФДЛ-118-01 б/к	∅0,2	0,6…1,06	70…350	1*10^{-9}	50 (λ=0,9 мкм)	2*10^{-14} (λ=0,9 мкм)	2*10^{-9}	100	0,5…1	2	-40…+60	3 x 1,3 x 1 [0,1]	2-450

Продолжение таблицы 2.3.83. Основные параметры кремниевых лавинных фотодиодов для ВОЛС при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{фчэ}$, (диаметр сердцевины свето-вода), мм	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	U_P, В	$I_т$, мкА, не более	$S_{\lambda макс}$, А/Вт не менее	$Ф_{П1}$, Вт* Гц$^{-1/2}$, не более	$t_{нар}$, ($t_{сп}$), с, не более	$М_Ф$, о.е.	T_{UP}, В/^{0}С	$С_д$, пф	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [Масса, г.] не более	№ рис.
ФДЛ-118-01 п/о	∅0,2	0,6…1,06	70…350	$1*10^{-9}$	50 (λ=0,9 мкм)	$2*10^{-14}$ (λ=0,9 мкм)	$2*10^{-9}$	100	0,5…1	2	-40…+60	∅9,5 x 4,2 [1]	2-451
ФДЛ-118-01 с/в	∅0,2 (0,1)	0,6…1,06	70…350	$1*10^{-9}$	50 (λ=0,9 мкм)	$2*10^{-14}$ (λ=0,9 мкм)	$2*10^{-9}$	100	0,5…1	2	-40…+60	∅10,6 x 15 [3]	2-452
ФДЛ-118-01 м/о	∅0,2	0,6…1,06	70…350	$1*10^{-9}$	50 (λ=0,9 мкм)	$2*10^{-14}$ (λ=0,9 мкм)	$2*10^{-9}$	100	0,5…1	2	-40…+60	16 x 16 x 25 [11]	2-453
ФДЛ-118-02 б/к	∅0,8	0,6…1,06	280…450	0,01…0,02	30…50 (λ=0,9 мкм) 12…20 (λ=1,06 мкм)	(2…3)*10^{-14} (λ=0,9 мкм) (5…8)*10^{-14} (λ=0,9 мкм)	(3…4)*10^{-9}	60…100	2,3…2,4	2…3	-40…+60	3 x 1,3 x 1 [0,1]	2-450
ФДЛ-118-02 п/о	∅0,8	0,6…1,06	280…450	0,01…0,02	30…50 (λ=0,9 мкм) 12…20 (λ=1,06 мкм)	(2…3)*10^{-14} (λ=0,9 мкм) (5…8)*10^{-14} (λ=0,9 мкм)	(3…4)*10^{-9}	60…100	2,3…2,4	2…3	-40…+60	∅9,5 x 4,2 [1]	2-451
ФДЛ-118-03 б/к	∅0,08	0,6…1,06	70…350	0,001	100 (λ=0,9 мкм)	$1*10^{-14}$ (λ=0,9 мкм)	$1*10^{-9}$	200	0,5…1	1	-40…+60	3 x 1,3 x 1 [0,1]	2-450
ФДЛ-118-03 п/о	∅0,08	0,6…1,06	70…350	0,001	100 (λ=0,9 мкм)	$1*10^{-14}$ (λ=0,9 мкм)	$1*10^{-9}$	200	0,5…1	1	-40…+60	∅9,5 x 4,2 [1]	2-451

Окончание таблицы 2.3.83. Основные параметры кремниевых лавинных фотодиодов для ВОЛС при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$А_{ФЧЭ}$, (диаметр сердцевины светоовода), мм	$\Delta\lambda$, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{\lambda макс}$, А/Вт не менее	$Ф_{П1}$, Вт* Гц$^{-1/2}$, не более	$t_{нар}$, ($t_{сп}$), с, не более	$М_Ф$, о.е.	T_{UP}, В/^{o}С	$С_д$, пф	ΔT, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [Масса, г.] не более	№ рис.
ФДЛ-118-03 с/в	∅0,08 (0,05)	0,6…1,06	70…350	0,001	100 (λ=0,9 мкм)	$1*10^{-14}$ (λ=0,9 мкм)	$1*10^{-9}$	200	0,5…1	1	-40…+60	∅10,6 x 15 [3]	2-452
ФДЛ-118-03 м/о	∅0,08	0,6…1,06	70…350	0,001	100 (λ=0,9 мкм)	$1*10^{-14}$ (λ=0,9 мкм)	$1*10^{-9}$	200	0,5…1	1	-40…+60	16 x 16 x 25 [11]	2-453
ФДЛ-118-04 б/к	∅2	0,6…1,06	280…450	0,04…0,05	20…25 (λ=0,9 мкм) 8…10 (λ=1,06 мкм)	$(4…6)*10^{-14}$ (λ=0,9 мкм) $(8…10)*10^{-14}$ (λ=1,06 мкм)	$(3…4)*10^{-9}$	40…50	2,3…2,4	6…7	-40…+60	3 x 1,3 x 1 [0,1]	2-450
ФДЛ-118-04 п/о	∅2	0,6…1,06	280…450	0,04…0,05	20…25 (λ=0,9 мкм) 8…10 (λ=1,06 мкм)	$(4…6)*10^{-14}$ (λ=0,9 мкм) $(8…10)*10^{-14}$ (λ=1,06 мкм)	$(3…4)*10^{-9}$	40…50	2,3…2,4	6…7	-40…+60	∅9,5 x 4,2 [1]	2-451
ФД-311Л ФДЛ-311	∅0,5 (0,25)	0,4…1,1 [0,85±0,04]	70…400	0,005…0,01	18 ($U_Р=U_{ном}$, λ=0,85 мкм)	[$I_Ш=1*10^{-9}$ А/Гц$^{1/2}$]	$3*10^{-9}$	-	-	3	-60…+60	∅8,2 x 7 [4]	2-454
ФД-317Л	∅0,2 (0,1)	0,4…1,1 [0,85±0,04]	70…400	-	50 (λ=0,85 мкм)	[$I_Ш=1*10^{-9}$ А/Гц$^{1/2}$]	$2*10^{-9}$	-	-	2	-40…+60	∅10,9 x 15 [3]	2-455

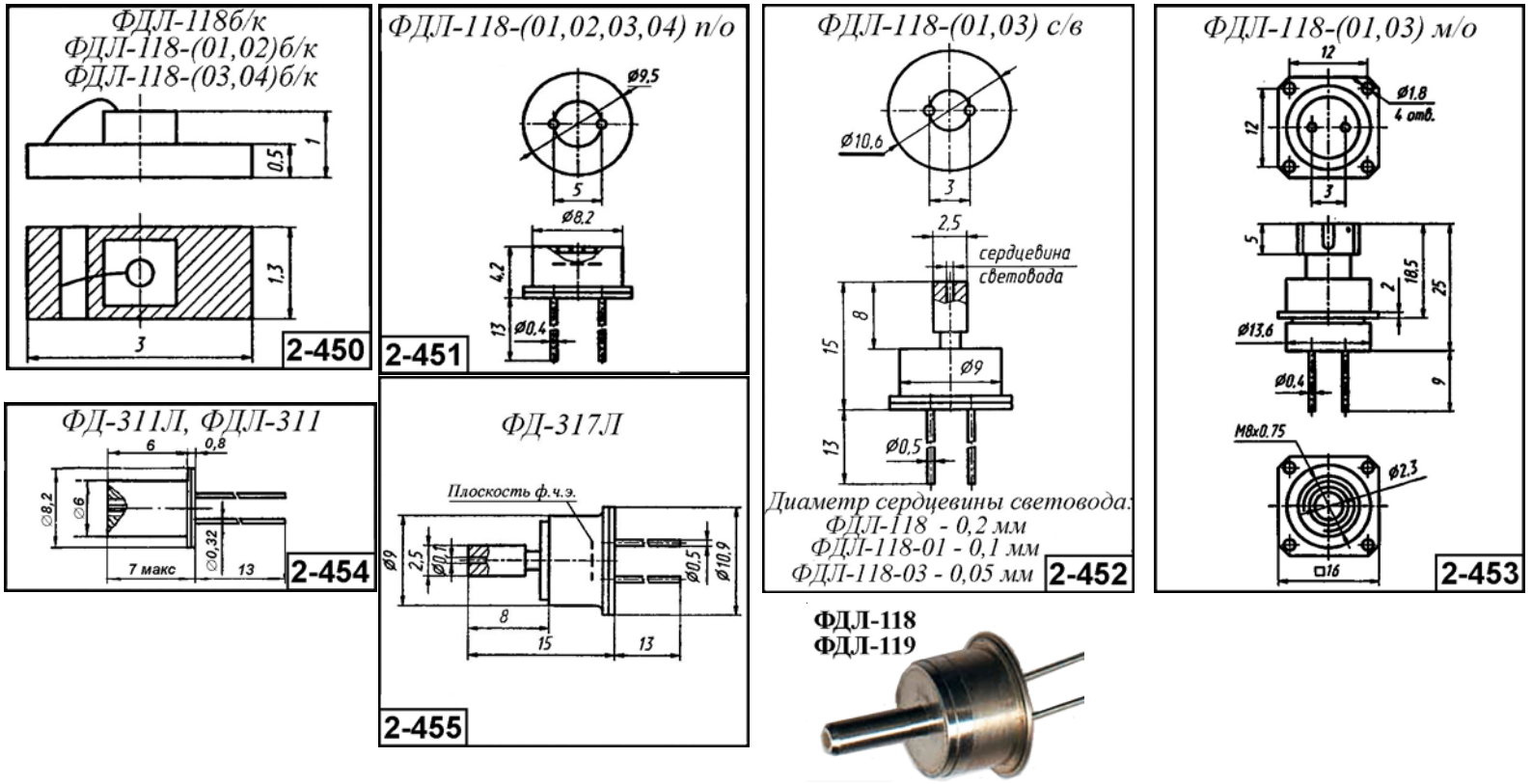


Рис. 2.3.101. Внешний вид и габаритные размеры кремниевых лавинных фотодиодов для ВОЛС.

Глава 2.3.10.2. Фотоприемные устройства на основе кремниевых фотодиодов

2.3.10.2.1. Аналоговые фотоприемные модули АФПУ-01-А и ФПУ-17А [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{раб}$=0,85 мкм]

Аналоговые фотоприемные модули АФПУ-01-А и ФПУ-17А предназначены для использования в качестве приёмников излучения ВОСПИ работающих в диапазоне 0,6…0,9 мкм и на рабочей длине волны 0,85 мкм. Могут использоваться в волоконно-оптических сенсорах, медицинской технике и контрольно-измерительной аппаратуре.

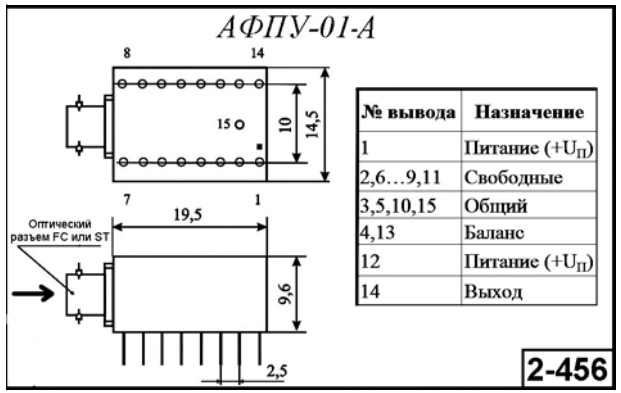
В состав фотоприемных модулей АФПУ-01-А входят: кремниевый p-i-n фотодиод и трансимпедансный линейный малошумящий усилительсигнала.

Конструктивно устройство представляет собой микромодуль, выполненный в металлостеклянном корпусе, что обеспечивает хорошую защиту от электромагнитных помех.

Внешний вид,габаритные размеры и таблица назначения выводов фотоприемных модулей АФПУ-01-А приведены на рис.2.3.102. На рис. 2.3.103. приведена схема включения модуля АФПУ-01-А.

В состав фотоприемных модулей ФПУ-17А входят: кремниевый лавинный фотодиод со схемой температурной стабилизации режима ЛФД и усилитель сигнала. ФПУ-17А могут комплектоваться высоковольтными преобразователями (ВИП) для питания лавинного фотодиода от источника стандартных напряжений.

Основные параметры фотоприемных модулей АФПУ-01-А и ФПУ-17А приведены в таб. 2.3.84.



№ вывода	Назначение
1	Питание (+$U_П$)
2,6…9,11	Свободные
3,5,10,15	Общий
4,13	Баланс
12	Питание (+$U_П$)
14	Выход

Рис. 2.3.102.Внешний вид,габаритные размеры и таблица назначения выводов фотоприемных модулей АФПУ-01-А.

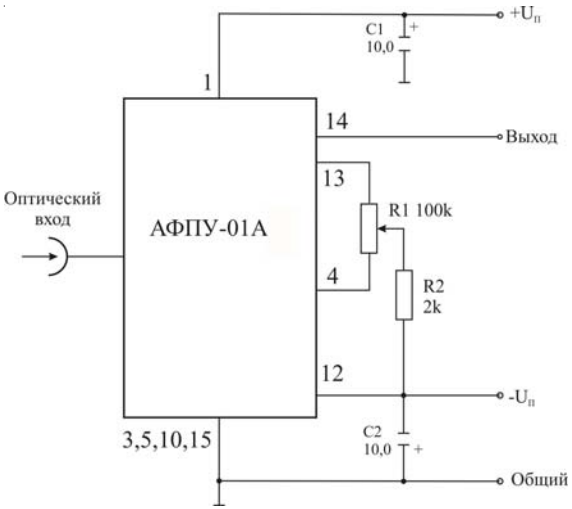


Рис. 2.3.103. Схема включения модуля АФПУ-01-А.

Таблица 2.3.84. Основные параметры аналоговых фотоприемных модулей АФПУ-01-А и ФПУ-17А при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Рабочая длина волны, мкм	Монохроматическая вольтовая чувствительность, S_U, В/Вт, не менее	Пороговая чувствительность, $H_{ПОР}$, дБм	Полоса рабочих частот (по уровню 3 дБ), кГц	Тип оптического ввода	Динамический диапазон входных сигналов, дБ, не менее	Напряжение питания, В	Ток потребления, мА, не более	Диапазон рабочих температур,^{o}С	Габаритные размеры без оптического разъема, мм	№ рис.
АФПУ-01-А	0,85	$4,5*10^6$	-70	0…35	FC, ST	33 ($U_П$=±5В) 36 ($U_П$=±10В)	±5; ±15;	1,5	-0…+70	19,5×14,5×9,6	2-456
ФПУ-17А	0,6...0,9	$(4,0...4,8)*10^7$ (λ=0,85 мкм)	-78…-80	0,1...2 МГц	ЛИСТ-Х	22…40	±5; 300	30(+5 В); 20(-5 В); 0,1(+300 В)	-25…+55	-	-



Рис. 2.3.102а. Внешний вид,фотоприемных модулей АФПУ-01-А.

2.3.10.2.2. Цифровые фотоприемные модули MRD-2A, MRD-8A, MRD-34A, ФПМ-70-0,85СТ, ФПУ-17Ц [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{раб}$=0,85 мкм]

Цифровые фотоприемные модули MRD-2A, MRD-8A, MRD-34A, ФПМ-70-0,85СТ (с ТЭО), ФПУ-17Ц предназначены для использования в ВОСПИ, в аппаратуре объектовой и межобъектовой связи, телефонии, спектрометрии, фотометрии и медицинской технике, работающих в диапазоне 0,4…0,9 мкм и на рабочей длине волны 0,85 мкм.

В состав фотоприемных модулей MRD-2A, MRD-8A, MRD-34A входят: кремниевый лавинный фотодиод, малошумящий трансимпедансный усилитель (ТИУ), источник опорного напряжения (ИОП) и высокочувствительное пороговое устройство (ПУ). Модули размещены в герметичном металлостеклянном корпусе. Модули имеют оптический вход в розетки FC, ST или «Лист-Х». Функциональная схема модулей приведена на рис. 2.3.104, внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.105, а схема включения на рис. 2.3.106.

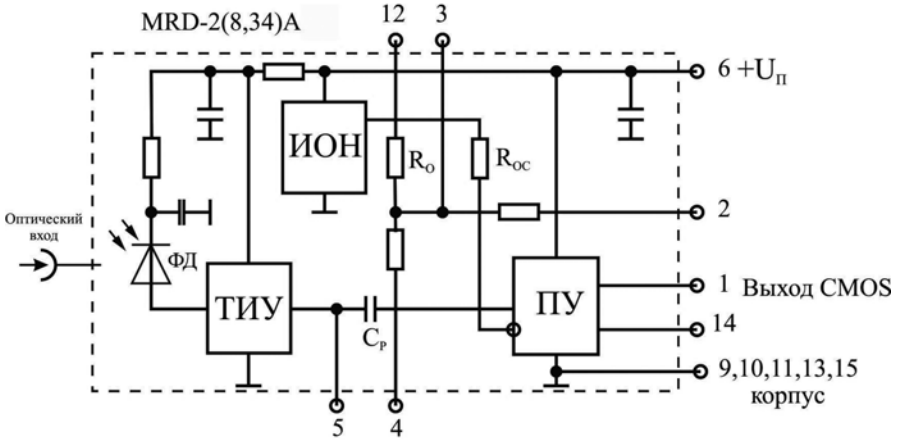
В состав фотоприемных модулей ФПМ-70-0,85СТ входят: кремниевый лавинный фотодиод, усилитель, схема цифровой обработки сигнала и вторичный источник питания (ВИП), предназначенный для питания ЛФД от источника стандартных напряжений.

Модуль снабжен устройством термостабилизации режима работы ЛФД, которое включает термоэлектрический охладитель (ТЭО) и схему управления охладителем. Ток потребления ТЭО, не более 0,4 А. Время выхода прибора на режим 1,5 с.

Конструктивно модули выполнены в прямоугольном корпусе с кабельным волоконно-оптическим входом (FC, ST) либо с плоским окном. Внешний вид и габаритные размеры модуля приведены на рис. 2.3.107.

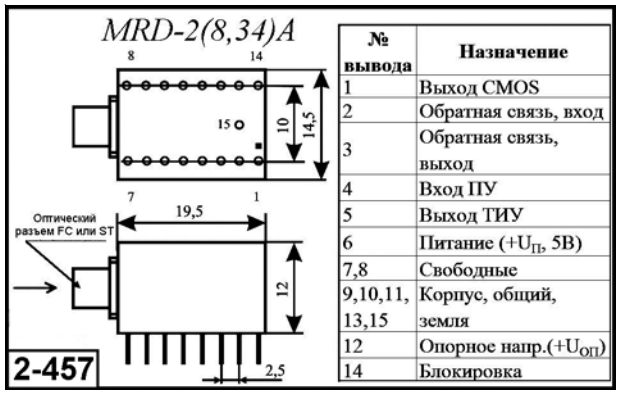
В состав фотоприемных модулей ФПУ-17Ц входят: кремниевый лавинный фотодиод со схемой температурной режима ЛФД , усилитель и схема цифровой обработки сигнала. ФПУ-17Ц могут комплектоваться высоковольтными преобразователями (ВИП) для питания лавинного фотодиода от источника стандартных напряжений. Модули имеют оптический вход в розетки типа «ЛИСТ-Х».

Основные параметры фотоприемных модулей MRD-2A, MRD-8A, MRD-34A, ФПМ-70-0,85СТ (с ТЭО), ФПУ-17Ц приведены в таб. 2.3.85.



ТИУ-трансимпедансный усилитель, ИОН-источник опорного напряжения. ПУ-пороговое устройство.

Рис. 2.3.104. Функциональная схема цифровых фотоприемных модулей MRD-2A, MRD-8A, MRD-34A.



№ вывода	Назначение
1	Выход CMOS
2	Обратная связь, вход
3	Обратная связь, выход
4	Вход ПУ
5	Выход ТИУ
6	Питание (+$U_П$, 5В)
7,8	Свободные
9,10,11, 13,15	Корпус, общий, земля
12	Опорное напр.(+$U_{ОП}$)
14	Блокировка

Рис.2.3.105. .Внешний вид,габаритные размеры и таблица назначения выводов фотоприемных модулей MRD-2A, MRD-8A, MRD-34A.

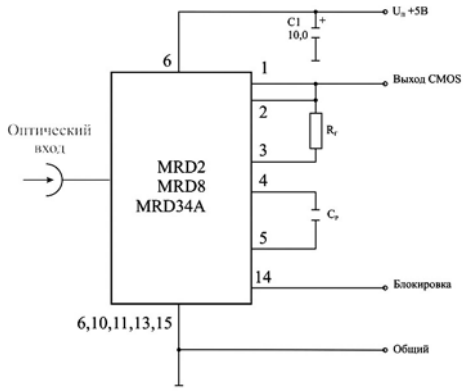


Рис. 2.3.106. Схема включения модулей MRD-2A, MRD-8A, MRD-34A.

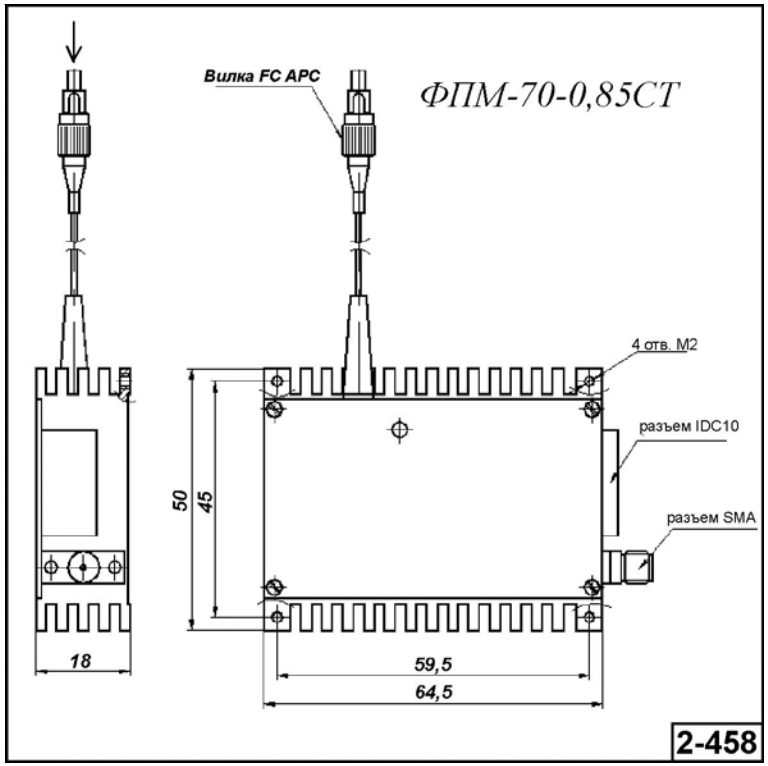


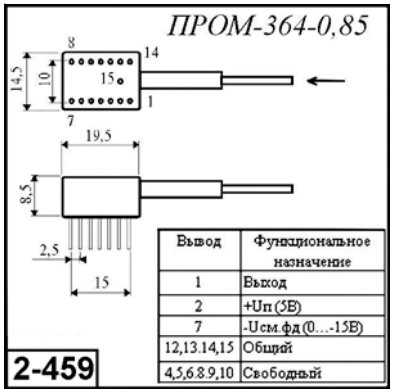
Рис. 2.3.107. Внешний вид и габаритные размеры фотодиодного модуля ФПМ-70-0,85СТ.

Таблица 2.3.85. Основные параметры фотоприемных модулей MRD-2A, MRD-8A, MRD-34A, ФПМ-70-0,85СТ, ФПУ-17Ц. при температуре 20±5^{0}C

Тип прибора	Рабочая длина волны, мкм	Скорость приема данных, Мбит/с	Максимальная чувствительность, Н (БИФ, ПСП=1+2^{23}, BER=10^{-9}), дБм	Тип оптического ввода	Динамический диапазон, дБ, не менее	Уровень выходного сигнала	Напряжение питания, В	Ток потребления, мА, не более	Диапазон рабочих температур, ^{o}C	Габаритные размеры без оптического разъема, мм	№ рис.
MRD-2A	0,85	2	-49	разъем FC, ST или «Лист-Х»	20	CMOS	5	12	-40…+85	19,5×14,5×12	2-457
MRD-8A	0,85	8	-42					12	-40…+85		
MRD-34A	0,85	34	-35					20	-40…+85		
ФПМ-70-0,85СТ (с ТЭО)	0,85	F_P=70 МГц	5*10^{-10} Вт	разъем FC, ST	-		5	-	-60…+60	64 x 50 x 19	2-458
ФПУ-17Ц	0,85	2	-78…-80	разъем «Лист-Х».	22…40	ТТЛ	±5; 300	30(+5 В); 20(-5 В); 0,1(+300 В)	-25…+50	-	-

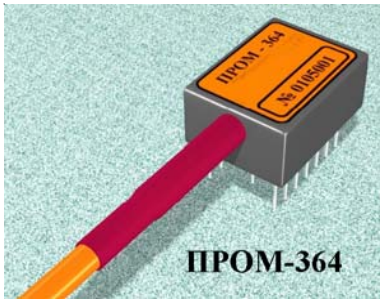
2.3.10.2.3. Цифровые фотоприемные модули ПРОМ-364-0,85-2048, ПРОМ-364-0,85-8448, ПРОМ-364-0,85-34368 [Δλ=0,78...0,9; $\lambda_{раб}$=0,85 мкм]

Модули серии ПРОМ - 364 - 0,85 предназначены для работы в спектральном диапазоне 0,78...0,9 мкм. В качестве фотоприемника используются кремниевые p-i-n фотодиоды. Серия содержит три модификации ПРОМ - 364 - 0,85 - 2048; ПРОМ - 364 - 0,85 - 8448; ПРОМ - 364 - 0,85 - 34368, оптимизированных для приема цифровых сигналов со скоростью 2,048; 8,448 и 34,368 Мбит/с соответственно.Модуль изготовляется в металлостеклянном корпусе TL - 155 - 15 - 10. Внешний вид, габаритные и присоединительные размеры модуля приведены на рис.2.3.108. Схема включения приведена на рис.2.3.109. Основные параметры модулей серии ПРОМ-364-0,85 приведены в табл. 2.3.86.



Вывод	Функциональное назначение
1	Выход
2	+Uп (5В)
7	-Uсм.фд (0...-15В)
12,13.14,15	Общий
4,5,6.8.9,10	Свободный

Рис.2.3.108. Внешний вид,габаритные размеры и таблица назначения выводов фотоприемных модулей серии ПРОМ-364-0,85.



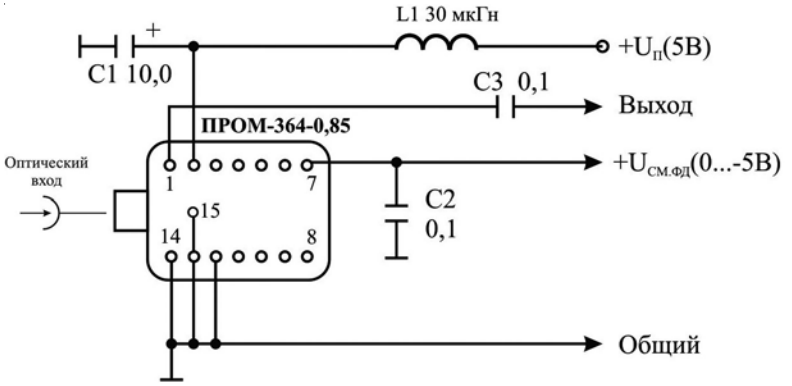


Рис. 2.3.109. Схема включения фотоприемных модулей серии ПРОМ-364-0,85.

Таблица 2.3.86. Основные параметры цифровых фотоприемных модулей ПРОМ-364-0,85 при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Рабочий спектральный диапазон, мкм	Скорость приема информации, Мбит/с	$P_{мин}$, дБм, не менее	$P_{макс}$, дБм, не менее (Uсм.фд)	$B_ш$, МГц (тип)	$K_п$, В/мВт	$F_ш$, Вт*Гц$^{1/2}$	Напряжение обратного смещения фотодиода, В	$U_{ВЫХ(DC)}$, В	$R_Н$, Ом, не более	$U_п$, В	$I_п$, мА, не более	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
ПРОМ-364-0,85-2048	0,78…0,9	2,048	-52	-6 (-15)	2,5	200	$0,4*10^{-12}$	5...15	0,5…1,8	500	4,5…5,5	30	8,5 x 14,5 x 15	2-459
ПРОМ-364-0,85-8448		8,448	-48	-6 (-15)	11	100	$0,6*10^{-12}$							
ПРОМ-364-0,85-34368		34,368	-42	-6 (-15)	50	35	$1,4*10^{-12}$							

Глава 2.3.10.3. Германиевые фотоприемники для ВОСП и ВОЛС

2.3.10.3.1. Германиевые фотодиоды УФД07, УФД07-01, ФД100А, ФД100Б, ФД100В, ФД-312, ФДМ-1, ФДМ-14-2к, ФП1-1300 [$\Delta\lambda$=0,45...1,8; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Основные параметры германиевых PIN фотодиодов приведены в табл. 2.3.87. Внешний вид и габаритные размеры и германиевых PIN фотодиодов приведены на рис. 2.3.110.

Таблица 2.3.87. Основные параметры германиевых PIN фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{фчэ}$, мм, (диаметр сердцевины световода)	$\Delta\lambda$, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{I\lambda}$, А/Вт, не менее	$t_{нар}$, ($t_{сп}$), с, не более	$C_д$, пф, не более	ΔT, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.] не более	№ рис.
УФД07 УФД07-01	0,08 мм^2 (0,1)	0,45…1,8	1,5 1,3 (раб)	8	0,4	0,5А/Вт (λ=1,3 мкм)	$3*10^{-9}$	5	-60…+50	∅9 x 15 [3]	2-463
ФД100А	∅0,025	1,2…1,6	1,3 (раб.)	5	0,005	0,7 (λ=1,3 мкм)	$2*10^{-10}$	0,4	-40…+50	10 x 4 x 20	2-460
ФД100Б	∅0,035	1,2…1,6	1,3 (раб.)	5	0,005	0,7 (λ=1,3 мкм)	$2*10^{-10}$	0,5	-40…+50	10 x 4 x 20	2-460
ФД100В	∅0,075	1,2…1,6	1,3 (раб.)	5	0,005	0,7 (λ=1,3 мкм)	$2*10^{-10}$	0,8	-40…+50	10 x 4 x 20	2-460
ФД-312	∅0,2	0,5…1,8	1,5	40	0,4	0,5 (λ=1,3 мкм)	$3*10^{-9}$	5	-60…+60	∅10 x 15 [3]	2-463
ФДМ-1 (с отрезком кабеля)	-	1…1,7	1,3 (раб)	5	0,0005…0,0007	0,8…1 (λ=1,3 мкм)	-	0,5	-50…+40	∅5,6 x 10	2-461
ФДМ-14-2к (с отрезком кабеля)	-	1…1,7	1,3 (раб)	5	0,001…0,002	0,8…1 (λ=1,3 мкм)	-	0,5	-60…+75	12 x 12 x 4	2-462
ФП1-1300 (с отрезком кабеля)	-	0,95…1,62	1,3 (раб)	5	0,0005…0,005	0,7 (λ=1,3 мкм)	$3*10^{-9}$	5	-20…+55	∅5,6	2-464

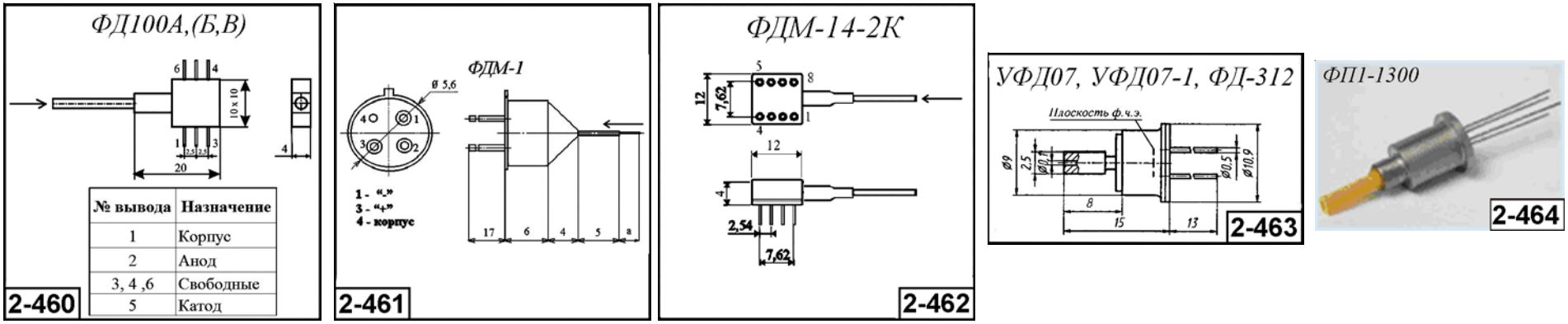


Рис. 2.3.110. Внешний вид и габаритные размеры германиевых фотодиодов для ВОСП и ВОЛС.

2.3.10.3.2. Германиевые лавинные фотодиоды ФД-119Л, ФДЛ-119А б/к, ФДЛ-119А п/о, ФДЛ-119А с/в, ФДЛ-119А п/о, ФДЛ-119А м/о, ФДЛ-119Б б/к, ФДЛ-119Б п/о, ФДЛ-119Б с/в, ФДЛ-119Б м/о, ФДЛ-119В б/к, ФДЛ-119В п/о, ФДЛ-119В с/в, ФДЛ-119В м/о, ФДЛ-119Г п/о (с ТЭО), ФДЛ-119Д п/о(с ТЭО), ФДЛ-119-01А б/к, ФДЛ-119-01А п/о, ФДЛ-119-01А с/в, ФДЛ-119-01А м/о, ФДЛ-119-01Б б/к, ФДЛ-119-01Б п/о, ФДЛ-119-01Б с/в, ФДЛ-119-01Б м/о, ФД-312Л, ФД-322Л, ФД-323Л, УФД05, УФД05-01 [$\Delta\lambda$=0,8...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Основные параметры германиевых лавинных фотодиодов приведены в табл. 2.3.88. Внешний вид и габаритные размеры и германиевых лавинных фотодиодов приведены на рис.2.3.111.

Таблица 2.3.88. Основные параметры германиевых лавинных фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$А_{ФЧЭ}$, мм (диаметр сердцевины световода)	$\Delta\lambda$, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_И$, А/Вт, не менее	$Ф_{Ш1}$, Вт* Гц$^{-1/2}$, [$I_Ш$, А/Гц$^{1/2}$], не более	$t_{нар}$, ($t_{сп}$), с, не более	$С_д$, пф, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.] не более	№ рис.
ФД-119Л	∅0,2	0,8…1,6	1,3 и 1,55 (раб)	35…45	-	6 (λ=1,3 мкм)	[1*10^{-11}]	2*10^{-9}	2	-60…+60	∅10 х 15 [3]	2-465
ФДЛ-119А б/к	∅0,08	0,8…1,6	1,3 (раб.)	30…50	-	10…12 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	1*10^{-10} (1,5*10^{-10})	1	-60…+60	3 х 1,3 х 1 б/к [0,1]	2-466
ФДЛ-119А п/о	∅0,08	0,8…1,6	1,3 (раб.)	30…50	-	10…12 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	1*10^{-10} (1,5*10^{-10})	1	-60…+60	∅9,5 х 4,2 [1]	2-467
ФДЛ-119А с/в	∅0,08 (0,05)	0,8…1,6	1,3 (раб.)	30…50	-	10…12 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	1*10^{-10} (1,5*10^{-10})	1	-60…+60	∅10,6 х 15 [3]	2-469
ФДЛ-119А п/о	∅0,08	0,8…1,6	1,3 (раб.)	30…50	-	10…12 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	1*10^{-10} (1,5*10^{-10})	1	-60…+60	∅9,5 х 4,2 [1]	2-467
ФДЛ-119А м/о	∅0,08	0,8…1,6	1,3 (раб.)	30…50	-	10…12 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	1*10^{-10} (1,5*10^{-10})	1	-60…+60	16 х 16 х 25 [11]	2-470
ФДЛ-119Б б/к	∅0,08	0,8…1,6	1,5 (раб.)	30…50	-	12…14 (λ=1,5 мкм)	[5*10^{-12}]	(3*10^{-10}) (5*10^{-10})	1	-60…+60	3 х 1,3 х 1 б/к [0,1]	2-466
ФДЛ-119Б п/о	∅0,08	0,8…1,6	1,5 (раб.)	30…50	-	12…14 (λ=1,5 мкм)	[5*10^{-12}]	(3*10^{-10}) (5*10^{-10})	1	-60…+60	∅9,5 х 4,2 [1]	2-467
ФДЛ-119Б с/в	∅0,08 (0,05)	0,8…1,6	1,5 (раб.)	30…50	-	12…14 (λ=1,5 мкм)	[5*10^{-12}]	(3*10^{-10}) (5*10^{-10})	1	-60…+60	∅10,6 х 15 [3]	2-469

Продолжение таблицы 2.3.88. Основные параметры германиевых лавинных фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм (диаметр сердцевины световода)	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{И}$, А/Вт, не менее	$Ф_{ПП}$, Вт* Гц$^{-1/2}$, [$I_Ш$, А/Гц$^{1/2}$], не более	$t_{нар}$, ($t_{сп}$), с, не более	$C_д$, пф, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.] не более	№ рис.
ФДЛ-119Б м/о	∅0,08	0,8…1,6	1,5 (раб.)	30…50	-	12…14 (λ=1,5 мкм)	[5*10^{-12}]	(3*10^{-10}) (5*10^{-10})	1	-60…+60	16 х 16 х 25 [11]	2-470
ФДЛ-119В б/к	∅0,08	0,8…1,6	1,55 (раб.)	50…100	-	6…13 (λ=1,55 мкм)	[(5…10)* 10^{-12}]	(2*10^{-10}) (3*10^{-10})	0,6	-60…+60	3 х 1,3 х 1 б/к [0,1]	2-466
ФДЛ-119В п/о	∅0,08	0,8…1,6	1,55 (раб.)	50…100	-	6…13 (λ=1,55 мкм)	[(5…10)* 10^{-12}]	(2*10^{-10}) (3*10^{-10})	0,6	-60…+60	∅9,5 х 4,2 [1]	2-467
ФДЛ-119В с/в	∅0,08 (0,05)	0,8…1,6	1,55 (раб.)	50…100	-	6…13 (λ=1,55 мкм)	[(5…10)* 10^{-12}]	(2*10^{-10}) (3*10^{-10})	0,6	-60…+60	∅10,6 х 15 [3]	2-469
ФДЛ-119В м/о	∅0,08	0,8…1,6	1,55 (раб.)	50…100	-	6…13 (λ=1,55 мкм)	[(5…10)* 10^{-12}]	(2*10^{-10}) (3*10^{-10})	0,6	-60…+60	16 х 16 х 25 [11]	2-470
ФДЛ-119Г п/о (с ТЭО)	∅0,08	0,8…1,6	1,3 (раб.)	30…50	-	8…30 (λ=1,3 мкм)	[(1…5)* 10$^{-12]}$	1*10^{-10} (1,5*10^{-10})	1	-60…+60	∅9,5 х 7 [1,5]	2-468
ФДЛ-119Д п/о (с ТЭО)	∅0,08	0,8…1,6	1,5 (раб.)	30…50	-	8…50 (λ=1,3 мкм)	[(1…10)* 10^{-12}]	(3*10^{-10}) (5*10^{-10})	1	-60…+60	∅9,5 х 7 [1,5]	2-468
ФДЛ-119-01А б/к	∅0,15	0,8…1,6	1,3 (раб.)	30…50	-	6…8 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	(3*10^{-10}) (6*10^{-10})	2	-60…+60	3 х 1,3 х 1 б/к [0,1]	2-466
ФДЛ-119-01А п/о	∅0,15	0,8…1,6	1,3 (раб.)	30…50	-	6…8 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	(3*10^{-10}) (6*10^{-10})	2	-60…+60	∅9,5 х 4,2 [1]	2-467
ФДЛ-119-01А с/в	∅0,15 (0,1)	0,8…1,6	1,3 (раб.)	30…50	-	6…8 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	(3*10^{-10}) (6*10^{-10})	2	-60…+60	∅10,6 х 15 [3]	2-469

Продолжение таблицы 2.3.88. Основные параметры германиевых лавинных фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{фчэ}$, мм (диаметр сердцевины световода)	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	S_I, А/Вт, не менее	$Ф_{П1}$, Вт* Гц$^{-1/2}$, [$I_ш$, А/Гц$^{1/2}$], не более	$t_{нар}$, ($t_{сп}$), с, не более	$С_д$, пф, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.] не более	№ рис.
ФДЛ-119-01А м/о	∅0,15	0,8…1,6	1,3 (раб.)	30…50	-	6…8 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	(3*10^{-10}) (6*10^{-10})	2	-60…+60	16 x 16 x 25 [11]	2-470
ФДЛ-119-01Б б/к	∅0,15	0,8…1,6	1,5 (раб.)	30…50	-	6…8 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	(5*10^{-10}) (7*10^{-10})	2	-60…+60	3 x 1,3 x 1 б/к [0,1]	2-466
ФДЛ-119-01Б п/о	∅0,15	0,8…1,6	1,5 (раб.)	30…50	-	12…14 (λ=1,5 мкм)	[5*10^{-12}]	(5*10^{-10}) (7*10^{-10})	2	-60…+60	∅9,5 x 4,2 [1]	2-467
ФДЛ-119-01Б с/в	∅0,15 (0,1)	0,8…1,6	1,5 (раб.)	30…50	-	6…8 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	(5*10^{-10}) (7*10^{-10})	2	-60…+60	∅10,6 x 15 [3]	2-469
ФДЛ-119-01Б м/о	∅0,15	0,8…1,6	1,5 (раб.)	30…50	-	6…8 (λ=1,3 мкм)	[5*10^{-12}]	(5*10^{-10}) (7*10^{-10})	2	-60…+60	16 x 16 x 25 [11]	2-470
ФД-312Л	∅0,2 (0,1)	0,5…1,8	1,5	7,5…8,8	-	5 (λ=1,3 мкм)	-	2*10^{-9}	5	-60…+60	∅10 x 15 [3]	2-465
ФД-322Л	∅0,08 (0,05)	0,8…1,6	1,3 и 1,55 (раб)	30…50	-	10 (λ=1,55 мкм)	[5*10^{-9}]	(0,2...4)*10^{-9}	1	-60…+40	∅10 x 15 [3]	2-465
ФД-323Л	∅0,08 (0,05)	0,8…1,6	1,55	30…50	-	8 (λ=1,55 мкм)	[1*10^{-12}]	(0,2...4)*10^{-9}	1	-40…+40	16 x 16 x 28 [15]	2-472
УФД05 УФД05-01	0,08 мм^2 (0,1)	0,45…1,8	1,2…1,5 1,3 (раб)	40	-	5 (λ=1,3 мкм)	[1*10^{-11}]	2*10^{-9}	3	-50…+60	∅9 x 15 [3]	2-465

2.3.10.3.2а. Германиевые лавинные фотодиоды ФД-112, ЛФДГ-70С (с каб.), ЛФДГ-150С (с каб.), ЛФДГ-200С (с каб.), [$\Delta\lambda$=0,8...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Окончание таблицы 2.3.88а. Основные параметры германиевых лавинных фотодиодов при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Аφчэ, мм (диаметр сердцевины световода)	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	S_I, А/Вт, не менее	$Ф_{П1}$, Вт* Гц$^{-1/2}$, [$I_ш$, А/Гц$^{1/2}$], не более	$t_{нар}$, ($t_{сп}$), с, не более	$С_д$, пф, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.] не более	№ рис.
ЛФДГ-70С (с отрезком кабеля)	∅0,07	0,5…1,6	1,3 (раб) 1,55 (раб.)	30 ... 42	0,015	18…25 (λ=1,06 мкм) 25…35 (λ=1,3...1,55 мкм)	[5*10^{-12}]	-	0,35...0,70	-50…+60	14 x 6 x 30	2-471
ЛФДГ-150С (с отрезком кабеля)	∅0,15	0,5…1,6	1,3 (раб) 1,55 (раб.)	30 ... 42	0,035	9…12 (λ=1,06 мкм) 13…17 (λ=1,3...1,55 мкм)	[5*10^{-12}]	-	0,8 ... 2,0	-50…+60	14 x 6 x 30	2-471
ЛФДГ-200С (с отрезком кабеля)	∅0,2	0,5…1,6	1,3 (раб) 1,55 (раб.)	30 ... 42	0,07	5…7 (λ=1,06 мкм) 8…10 (λ=1,3...1,55 мкм)	[5*10^{-12}]	-	2,2 ... 2,8	-50…+60	14 x 6 x 30	2-471
ФД-112	∅0,2	0,5…1,6	1,3 (раб) 1,55 (раб.)	8	0,2	0,5 мА/лм	-	2*10^{-9}	-	-	∅10,8 x 15 [3]	2-465

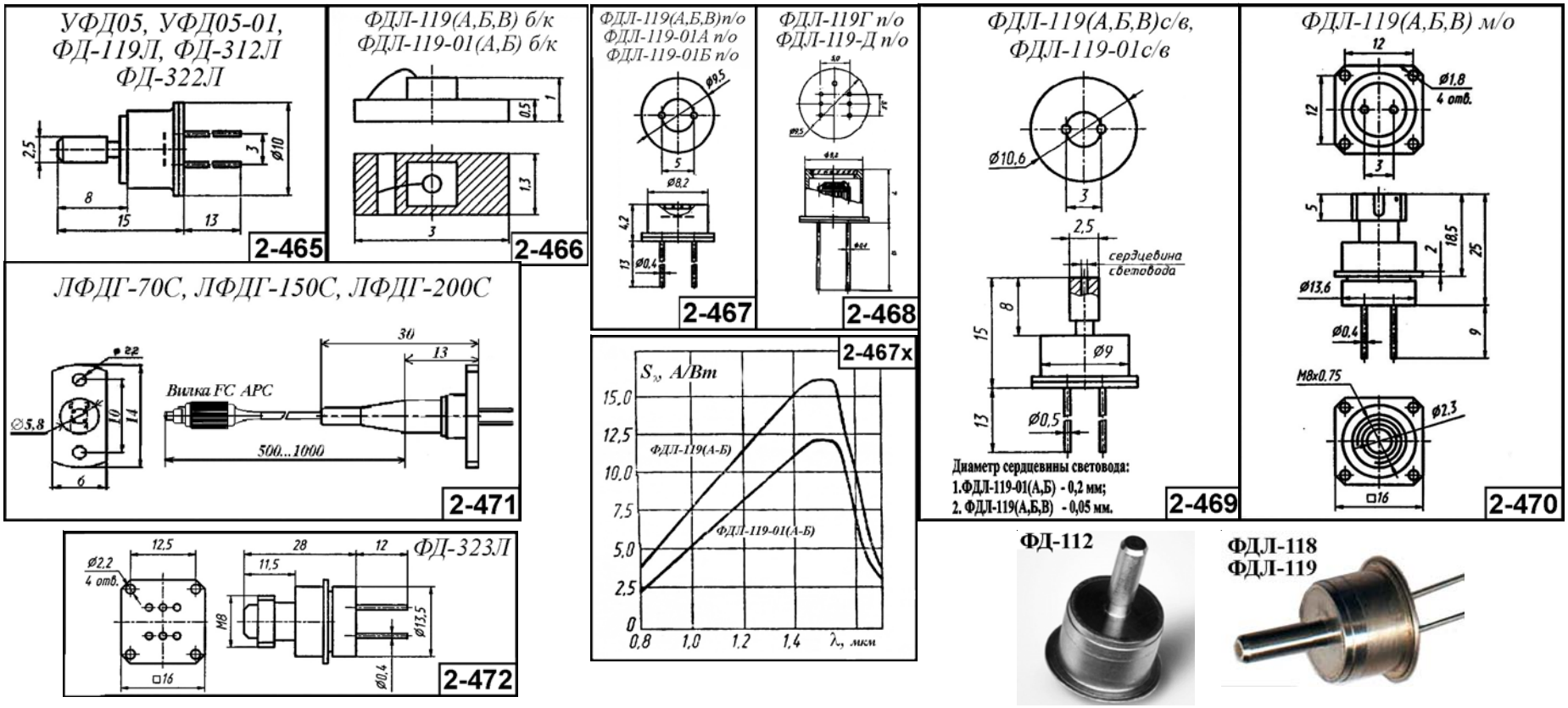


Рис. 2.3.111. Внешний вид и габаритные размеры германиевых лавинных фотодиодов для ВОСП и ВОЛС.

2.3.10.3.3. Германиевый лавинный фотодиод ЛФДГ-70СТ [$\Delta\lambda$=0,6...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Германиевый лавинный фотодиод ЛФДГ-70СТ предназначен для регистрации ИК-излучения в диапазоне 0,6...1,6 мкм. Фотодиоды выполнен в виде отдельного модуля.

В состав модуля входят: германиевый лавинный фотодиод, термоэлектрический микроохладитель и терморезистор для задания режима стабилизации температуры фотодиода.

Модуль размещен в прямоугольном герметичном 8-ми выводном корпусе (8-pin DIL), который может монтироваться непосредственно на печатную плату. Ввод излучения осуществляется по одномодовому или многомодовому волоконному кабелю через оптический разъем типа FC или ST.

Германиевый лавинный фотодиод ЛФДГ-70СТ предназначен для использования в ВОСПИ большой протяжённости, с высокими скоростями передачи и в оптических рефлектометрах.

Основные параметры германиевого лавинного фотодиода ЛФДГ-70СТ приведены в табл. 2.3.89. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.112.

Таблица 2.3.89. Основные параметры германиевого лавинного фотодиода ЛФДГ-70СТ при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма
Область спектральной чувствительности, мкм	0,6...1,6
Диаметр фоточувствительного элемента, мм	0,07
Монохроматическая чувствительность для λ=1,3 мкм , А/Вт	36...46
Монохроматическая чувствительность для λ=1,55 мкм, А/Вт	32...40
Рабочее напряжение, В	30...45
Плотность шумового тока, А*Гц$^{-1/2}$	5·10^{-12}
Емкость фотодиода при рабочем напряжении, пФ	0,6...1,0
Рабочая частота, МГц	0...1000
Ток термоохладителя, мА	300
Сопротивление терморезистора, кОм	3...30
Время выхода на режим, с, не более	1,5
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+55
Габаридные размеры (без выводов), мм, не более	12 x 25 x 8,5
№ рисунка	2-473

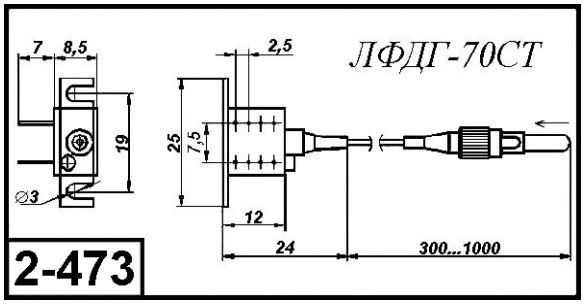


Рис. 2.3.112. Внешний вид и габаритные размеры германиевого лавинного фотодиода ЛФДГ-70СТ.

Глава 2.3.10.4. Фотоприемники на основе арсенида галлия для ВОСП и ВОЛС

Фотоприемник, изготовленные на основе соединений арсенида галлия InGaAs, InGaAsP и InGaAs/InP преднзначены для регистрции ИК-излучения в диапазоне 1....1,6 мкм. Наиболее распостраненными рабочими длинами волн являются 1,3 и 1,54 мкм.

Фотоприемник, изготовленные на основе соединений арсенида галлия, представляют собой, как правило, фотодиодные структуры. изготовленные по планарно-эпитаксиальной и меза-планарной технологии в виде p-i-n структур с небольшими размерами фоточувствительной площадки - от ∅0,04 до ∅2 мм.

Приборы отличаются высоким быстродействием и используются для приема высокочастотного оптического излучения с частотой до 1,5 ГГц и выше.

Для стабилизации параметров фотодиодов используют конструкции, содержащие тэрмоэлектрические микроохладители (ТЭО) и датчики температуры (терморезисторы). Такие приборы содержат в своей маркировке индекс “ТС”. Например, ДФД1000ТС или ДФД2000ТС.

В качестве входных элементов фотоприемников, предназначенных для использования в ВОСП и ВОЛС наиболее широкое применение получили: встроенные световоды, микрообъективы, отрезки волоконно-оптического кабеля и оптические разъемы. Фотоприемник, снабженный стандартным оптическим разъемом, получил наименование фотодиодного модуля (ФДМ).

Иногда модулем называют фотодиод, снабженный отрезком волоконно-оптического кабеля.

Фотоприемные устройства и модули на основе фотодиодов из соединений арсенида галлия могут иметь оригинальные конструктивные решения.

2.3.10.4.1. Фотодиоды ФД-161А с/в, ФД-161А м/о, ФД-161Б с/в, ФД-161Б м/о, ФД-161-01А с/в, ФД-161-01А м/о, ФД-161-01Б с/в, ФД-161-01Б м/о [$\Delta\lambda$=1,0...1,8; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Фотодиоды сери ФД-161 предназначены для регистрации ИК-излучения в диапазоне 1...1,8 мкм. Фотосувствительные элементы фотодиодов изготовлены с испльзованием эпипланарной технологии на основе соединений галлий-индий-фосфор-мышьяк и галлий-индий-мышьяк. Приборы различаются типом входа - фотодиоды с индексом “с/в” имеют входной световод, обеспечивающий подключение волоконного светопровода. Приборы с индексом “м/о” оснащены двухлинзовым микрообъективом, служащим для подключения к волоконно-оптическому кабелю.

Основные параметры фотодиодов серии ФД-161 приведены в табл. 2.3.90. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика фотодиодов приведены на рис.2.3.113.

Таблица 2.3.90. Основные параметры фотодиодов серии ФД-161 при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм (диаметр сердцевины световода)	$\Delta\lambda$, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$I_Т$, мкА, не более	$S_{\lambda макс}$, А/Вт, не менее	$t_{нар}$, ($t_{сп}$), с, не более	$C_д$, пф	ΔT, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г.] не более	№ рис.
ФД-161А с/в	∅0,2	1,0…1,45	1,3 (раб.)	10	0,001…0,005	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$2*10^{-10}$	1…3	-60…+60	∅10,6 x 15 [3]	2-474
ФД-161А м/о	∅0,2	1,0…1,45	1,3 (раб.)	10	0,001…0,005	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$2*10^{-10}$	1…3	-60…+60	16 x 16 x 25 [11]	2-475
ФД-161Б с/в	∅0,2	1,0…1,45	1,3 (раб.)	5	0,001…0,005	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$2*10^{-10}$	1…3	-60…+60	∅10,6 x 15 [3]	2-474
ФД-161Б м/о	∅0,2	1,0…1,45	1,3 (раб.)	5	0,001…0,005	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$2*10^{-10}$	1…3	-60…+60	16 x 16 x 25 [11]	2-475
ФД-161-01А с/в	∅0,08	1,4…1,8	1,55 (раб.)	10	0,0001…0,001	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$1,5*10^{-10}$	0,5…0,8	-60…+60	∅10,6 x 15 [3]	2-474
ФД-161-01А м/о	∅0,08	1,4…1,8	1,55 (раб.)	10	0,0001…0,001	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$1,5*10^{-10}$	0,5…0,8	-60…+60	16 x 16 x 25 [11]	2-475
ФД-161-01Б с/в	∅0,08	1,4…1,8	1,55 (раб.)	5	0,0001…0,001	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$1,5*10^{-10}$	0,5…0,8	-60…+60	∅10,6 x 15 [3]	2-474
ФД-161-01Б м/о	∅0,08	1,4…1,8	1,55 (раб.)	5	0,0001…0,001	0,5…0,8 (λ=1,3 мкм)	$1,5*10^{-10}$	0,5…0,8	-60…+60	16 x 16 x 25 [11]	2-475

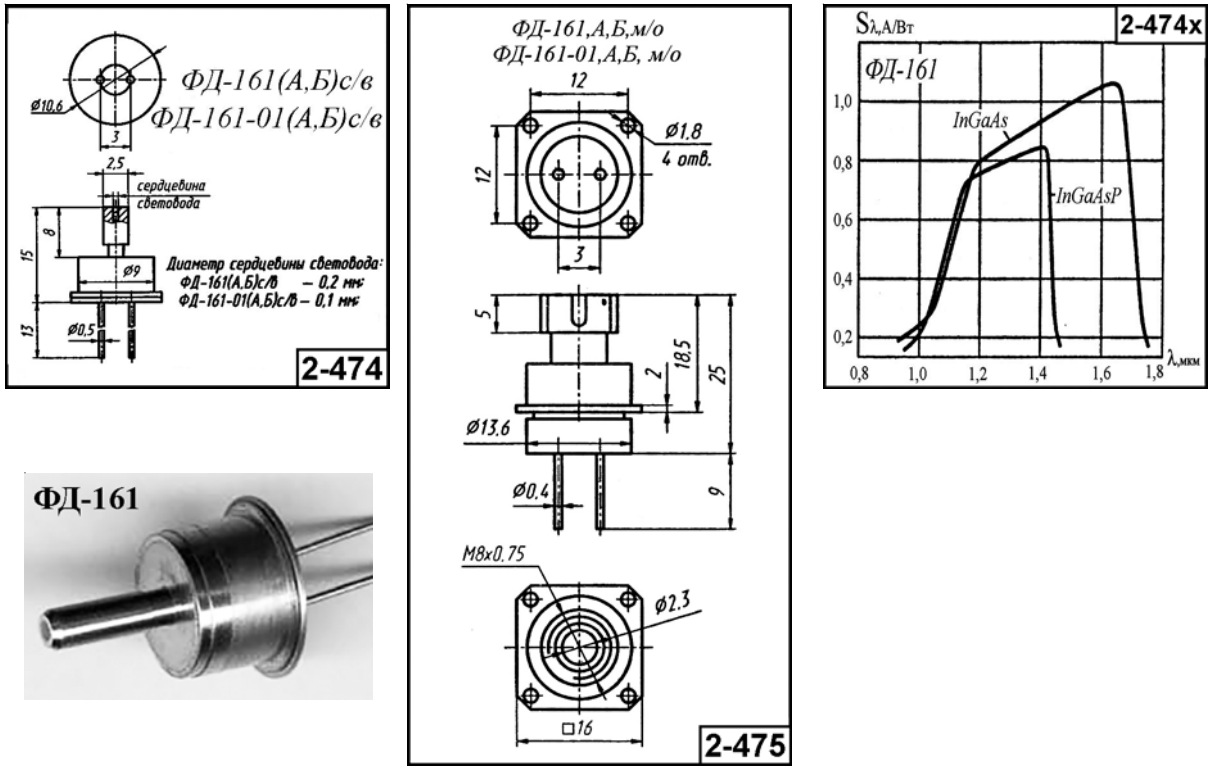


Рис. 2.3.113. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика фотодиодов серии ФД-161.

2.3.10.4.2. Фотоприемники ДФД70М, ДФД300М, ДФД70-ОМ-01 [Δλ=0,98...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,55 мкм]

Высокоскоростные волоконно-оптические фотоприемники ДФД70М, ДФД300М, ДФД70-ОМ-01 предназначены для аналоговых до 1,5 ГГц или цифровых до 1, 2 Гбит/с волоконно-оптических линий связи рабочих диапазонов 1,3 и 1,55 мкм.

Фотоприемники ДФД70М, ДФД300М представляют собой модуль, содержащий InGaAs PIN фотодиод в корпусе ТО-18, оптический соединитель и отрезок волоконно-оптического кабеля. Элементы фотоприемника ДФД70-ОМ-01 размещены в 8-ми выводном герметичном корпусе. Основные параметры фотоприемников ДФД70М, ДФД300М, ДФД70-ОМ-01 приведены в табл. 2.3.91. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис. 2.3.114.

Таблица 2.3.91. Основные параметры фотоприемников ДФД70М, ДФД300М, ДФД70-ОМ-01 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра		
	ДФД70М	ДФД300М	ДФД70-ОМ-01
Область спектральной чувствительности, мкм	0,98...1,65	0,98...1,65	0,98...1,65
Диаметр фоточувствительного элемента, мм	0,07	0,3	0,07
Монохроматическая чувствительность для λ=1,3 мкм ($U_{СМ}$=5В), А/Вт	0,7…0,8	0,7…0,8	0,7…0,8
Монохроматическая чувствительность для λ=1,5 мкм, ($U_{СМ}$=5В), А/Вт	0,75…0,85	0,75…0,85	0,75…0,85
Темновой ток, мкА, не более	0,005…0,01	0,01…0,05	0,005…0,01
Рабочее напряжение, В	5…20	5…20	5…20
Емкость фотодиода при рабочем напряжении, пФ	0,8...1,0	0,8...1,0	0,8...1,0
Рабочая частота, ГГц	1,5…2	0,1…0,3	1,5…2
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+55	-20...+55	-20...+55
Ввод излучения	Отрезок оптоволоконного кабеля		
Габаридные размеры (без выводов), мм, не более [№ рисунка]	12 x 12 x 9 [2-476]	12 x 12 x 9 [2-476]	18 x 12 x 8 [2-477]

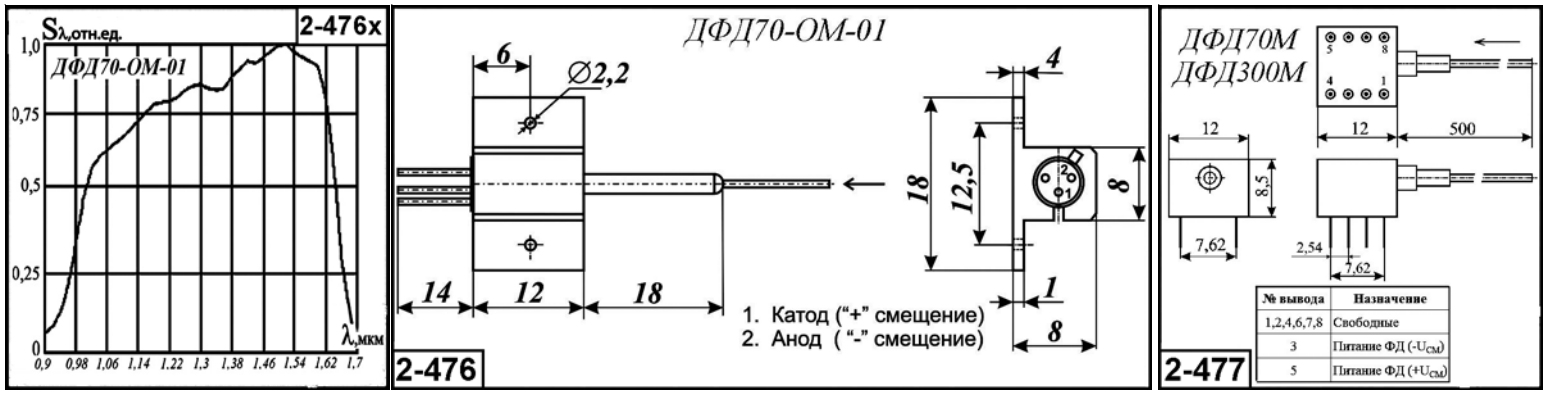


Рис.2.3.114. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ фотоприемников ДФД70М, ДФД300М, ДФД70-ОМ-01

2.3.10.4.3. Фотоприемные модули PD-1310-wp-A, PD-1310-wp-B, PD-1310-wp-C, PD-1355s-ip-A, PD-1355m-ip-A, PD-1355s-ip-B, PD-1355m-ip-B,PD-1355s-ip-C, PD-1355m-ip-C, PD-1375s-ip-A, PD-1375m-ip-A, PD-1375s-ip-B, PD-1375m-ip-B, PD-1375s-ip-C, PD-1375m-ip-C, PD-1550-wp-A, PD-1550-wp-B, PD-1550-wp-C [$\Delta\lambda$=1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 мкм]

Высокоскоростные фотоприемные модули PD-1355-ip, PD-1375-ip предназначены для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи в диапазоне 1,1…1,65 мкм, с рабочей длиной волны 1,3 мкм.

Состав фотоприемного модуля: InGaAs PIN фотодиод, оптический соединитель и оптоволоконный кабель.

Фотоприемные модули PD-1355-ip изготовлены на основе InGaAs PIN фотодиода, с пониженной емкостью, состыкованного с одномодовым (PD-1355s-ip), или многомодовым (PD-1355m-ip), оптическим волокном.

Фотоприемные модули PD-1375-ip изготовлены на основе InGaAs/InP PIN фотодиода, состыкованного с одномодовым (PD-1375s-ip), либо многомодовым (PD-1375m-ip), оптическим волокном.

Фотоприемные модули PD-1310-wp и PD-1550-wp -изготовленны на основе WDM PIN фотодиода с барьерным фильтром, состыкованного с одномодовым оптическим волокном и предназначены для спектрального диапазона 1,48 и 1,6 мкм.

Модули выпускаются в стандартных корпусах с коллимирующей микрооптикой.

Фотоприемные модули предназначены для работы в аналоговых и цифровых (PD-1355-ip, PD-1310-wp и PD-1550-wp - до 2,5 Гбит/сек) и (PD-1375-ip до 622 Мбит/сек) волоконно-оптических линиях связи, оптических тестерах, оптических телефонах и метрологических приборах.

Основные параметры фотоприемных модулей PD-1355-ip, PD-1375-ip, PD-1310-wp и PD-1550-wp приведены в табл. 2.3.92. Внешний вид и габаритные размеры модулей приведены на рис. 2.3.115.

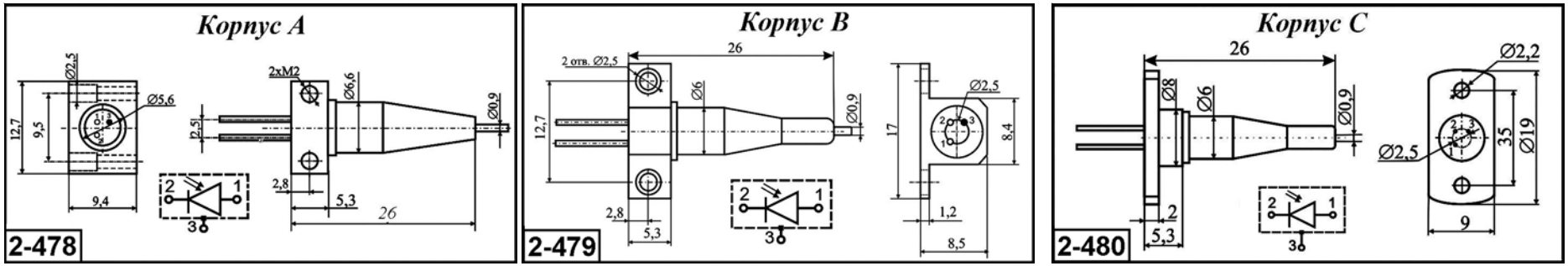


Рис.2.3.115. Внешний вид и габаритные размеры фотоприемных модулей PD-1355-ip, PD-1375-ip, PD-1310-wp и PD-1550-wp

Таблица 2.3.92. Основные параметры фотоприемных оптических модулей PD-1355-ip, PD-1355-ip,, PD-1375-ip при температуре 20±5^{0}C

Тип прибора	Δλ, мкм	$S_{\lambda ФД}$ (λ=1,3 мкм), А/Вт	$I_т$, мкА, не более	$U_{п.ФД}$, В	Полоса пропускания, ГГц	$C_{ФД}$, пф, не более	Ро, мВт, не более	Диаметр жилы и оболочки волокна, Dc/Dcl, мкм	Длина входного отрезка опто-волокна, м	ΔC, ^{o}C	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PD-1310-wp-A	1,1…1,38	0,8…0,85	0,0003…0,0007	5	2	0,7…0,9	2	9/125	0,3…1	-40…+70	9,4 x 12,7 x 26	2-478
PD-1310-wp-B	1,1…1,38	0,8…0,85	0,0003…0,0007	5	2	0,7…0,9	2	9/125	0,3…1	-40…+70	8,5 x 17 x 26	2-479
PD-1310-wp-C	1,1…1,38	0,8…0,85	0,0003…0,0007	5	2	0,7…0,9	2	9/125	0,3…1	-40…+70	9 x 19 x 26	2-480
PD-1355s-ip-A	1,1…1,65	0,8	0,001	5	2,5	0,7…0,9	2	9/125	0,3…1	-40…+70	9,4 x 12,7 x 26	2-478
PD-1355m-ip-A	1,1…1,65	0,8	0,001	5	2,5	0,7…0,9	2	50/125	0,3…1	-40…+70	9,4 x 12,7 x 26	2-478
PD-1355s-ip-B	1,1…1,65	0,8	0,001	5	2,5	0,7…0,9	2	9/125	0,3…1	-40…+70	8,5 x 17 x 26	2-479
PD-1355m-ip-B	1,1…1,65	0,8	0,001	5	2,5	0,7…0,9	2	50/125	0,3…1	-40…+70	8,5 x 17 x 26	2-479
PD-1355s-ip-C	1,1…1,65	0,8	0,001	5	2,5	0,7…0,9	2	9/125	0,3…1	-40…+70	9 x 19 x 26	2-480
PD-1355m-ip-C	1,1…1,65	0,8	0,001	5	2,5	0,7…0,9	2	50/125	0,3…1	-40…+70	9 x 19 x 26	2-480
PD-1375s-ip-A	1,1…1,65	0,8	0,002	5	1,5	2	2	9/125	0,3…1	-40…+55	9,4 x 12,7 x 26	2-478
PD-1375m-ip-A	1,1…1,65	0,8	0,002	5	1,5	2	2	50/125	0,3…1	-40…+55	9,4 x 12,7 x 26	2-478
PD-1375s-ip-B	1,1…1,65	0,8	0,002	5	1,5	2	2	9/125	0,3…1	-40…+55	8,5 x 17 x 26	2-479
PD-1375m-ip-B	1,1…1,65	0,8	0,002	5	1,5	2	2	50/125	0,3…1	-40…+55	8,5 x 17 x 26	2-479
PD-1375s-ip-C	1,1…1,65	0,8	0,002	5	1,5	2	2	9/125	0,3…1	-40…+55	9 x 19 x 26	2-480
PD-1375m-ip-C	1,1…1,65	0,8	0,002	5	1,5	2	2	50/125	0,3…1	-40…+55	9 x 19 x 26	2-480

2.3.10.4.4. Фотоприемные модули PD-1355-ir-A, PD-1355-ir-B, PD-1375-ir-A, PD-1375-ir-B [$\Delta\lambda$=1,0...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 мкм]

Высокоскоростные фотоприемные модули PD-1355-ir, PD-1375-ir предназначены для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи в диапазоне 1,1…1,65 мкм, с рабочей длиной волны 1,3 мкм.

Состав фотоприемного модуля: InGaAs PIN фотодиод, размещенный в корпусе типа “оптическая розетка” с металлическим центратором и встроенной коллимирующей микрооптикой.

Модули предназначены для стыковки с одномодовым или многомодовым оптическим волокном, оконцованным разъемами типа “FC/PC”. Модули имеют широкий диапазон рабочих температур, высокую спектральную чувствительность и низкие темновые токи.

Фотоприемные модули предназначены для работы в аналоговых и цифровых (PD-1355-ir - до 2,5 Гбит/сек) и (PD-1375-ir 1,25 Гбит/сек.) волоконно-оптических линиях связи, оптических тестерах, оптических телефонах и метрологических приборах.

Основные параметры фотоприемных модулей PD-1355-ir, PD-1375-ir приведены в табл. 2.3.93. Внешний вид и габаритные размеры модулей приведены на рис. 2.3.116.

Таблица 2.3.93. Основные параметры фотоприемных оптических модулей PD-1355-ir, PD-1375-ir при температуре 20±5^{0}C

Тип прибора	Δλ, мкм	$S_{\lambda ФД}$ (λ=1,3 мкм), А/Вт	$I_т$, мкА, не более	$U_{п.ФД}$, В	Полоса пропускания, ГГц	$C_{ФД}$, пф, не более	Тип оптического волокна	Тип оптического разъема	ΔC, ^{o}C	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PD-1355-ir-A	1,1…1,65	0,8…0,85	0,001	5	2,5	0,7…0,9	SM, MM	FC	-40…+70	9,4 x 12,7 x 14,5	2-481
PD-1355-ir-B	1,1…1,65	0,8…0,85	0,001	5	2,5	0,7…0,9	SM, MM	FC	-40…+70	9,4 x 19 x 14,5	2-482
PD-1375-ir-A	1,1…1,65	0,8…0,9	0,001...0,002	5	1,5	1,5…1,7	SM, MM	FC	-40…+70	9,4 x 12,7 x 14,5	2-481
PD-1375-ir-B	1,1…1,65	0,8…0,9	0,001...0,002	5	1,5	1,5…1,7	SM, MM	FC	-40…+70	9,4 x 19 x 14,5	2-482

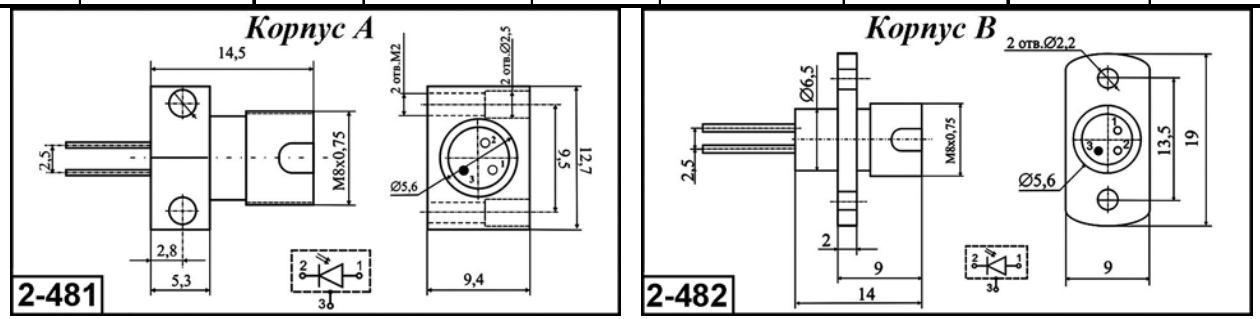


Рис. 2.3.116. Внешний вид и габаритные размеры фотоприемных модулей PD-1355-ir, PD-1375-ir.

2.3.10.4.5. Микроволновые InGaAs PIN фотоприёмники ДФДШМ70-05 и ДФДШМ70-06 [$\lambda_{раб}$=1,3 и 1,55 мкм]

Микроволновые фотоприемники предназначены для прямого преобразования оптических импульсов пикосекундного диапазона и оптических сигналов с высокочастотной модуляцией до 6 ГГц в электрический сигнал. Рабочие диапазоны фотоприемников 1,3 и 1,55 мкм.

Фотоприемники представляют собой модуль, содержащий InGaAs PIN фотодиод, оптический соединитель, согласующий резистор (50 Ом) и волоконно-оптический кабель. Все элементы фотоприемника размещены в нестандартном металлическом корпусе.

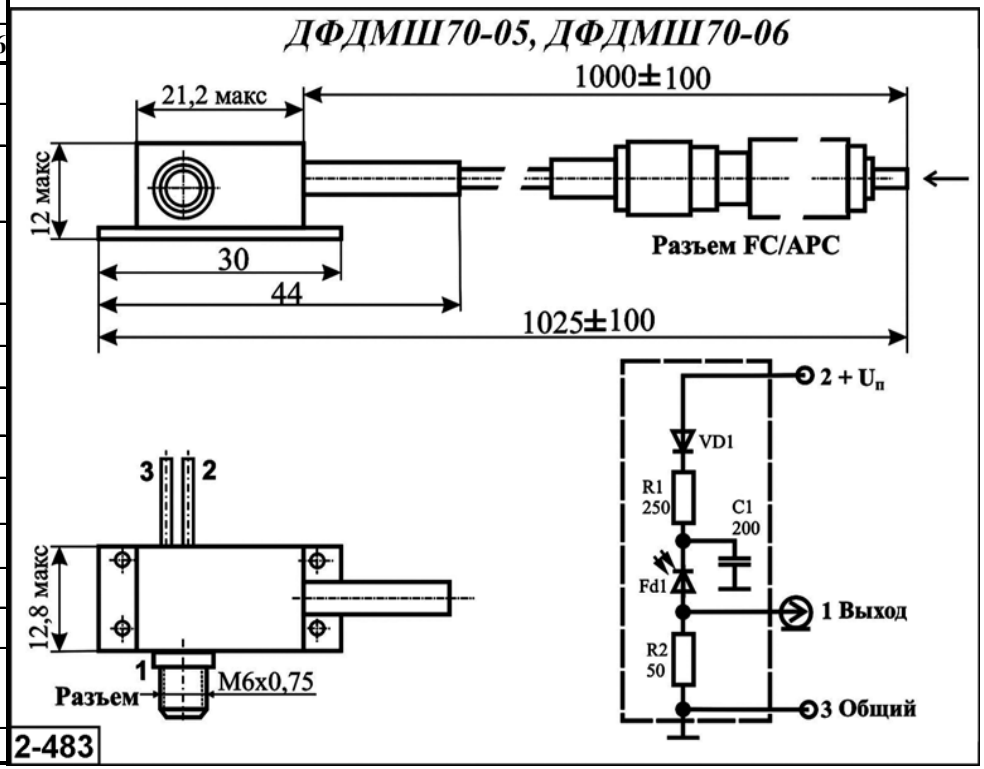
Ввод сигнала осуществляется через оптический разъем FC/APC. Вывод электрического сигнала осуществляется через малогабаритный СВЧ-разъём типа СР-50. Напряжение смещения подаётся на фотодиод через встроенный фильтр питания.

Основные параметры фотоприемников ДФДШМ70-05 и ДФДШМ70-06 приведены в табл. 2.3.94. Внешний вид, габаритные размеры и электрическая схема фотоприемников приведены на рис. 2.3.117.

Таблица 2.3.94. Основные параметры фотоприемников типа ДФДШМ70-05ДФДШМ70-06 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра	
	ДФДШМ70-05	ДФДШМ70-06
Область спектральной чувствительности, мкм	0,98...1,65	
Диаметр фоточувствительного элемента, мм	0,07	
Монохроматическая чувствительность для λ=1,3 мкм, А/Вт	0,3 ($U_{см}$=10В)	0,3 ($U_{см}$=5В)
Монохроматическая чувствительность для λ=1,55 мкм, А/Вт	0,35 (Uсм=10В)	0,35 (Uсм=5В)
Темновой ток, мкА, не более	0,01…0,05	
Рабочее напряжение, В	5…20	
Емкость фотодиода при рабочем напряжении, пФ	0,8...1,0	
Рабочая частота, ГГц	0,01…5	0,01…6
Обратные оптические потери, дБ	не более -45	
Вход оптического сигнала	разъем типа FC/APC	
Выход электрического сигнала	разъем типа СР-50	
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+55	
Габаридные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	12,8 x 30 x 12	
№ рисунка	2-483	

Рис. 2.3.117. Внешний вид, габаритные размеры и электрическая схема фотоприемников типа ДФДШМ70-05 и ДФДШМ70-06.



2.3.10.4.6. Широкополосные микроволновые фотоприемники ДФДШМ40-012 и ДФДШМ40-016 [$\lambda_{раб}$=1,3 и 1,55 мкм]

Широкополосные микроволновые фотоприемники ДФДШМ40-012 и ДФДШМ40-016 предназначены для прямого преобразования оптических импульсов пикосекундного диапазона и оптических сигналов с высокочастотной модуляцией до 16 ГГц в электрический сигнал. Рабочие диапазоны фотоприемников 1,3 и 1,55 мкм.

Фотоприемники представляют собой модуль, содержащий InGaAs PIN фотодиод, оптический соединитель, согласующий резистор (50 Ом) и волоконно-оптический кабель. Все элементы фотоприемника размещены в нестандартном металлическом корпусе.

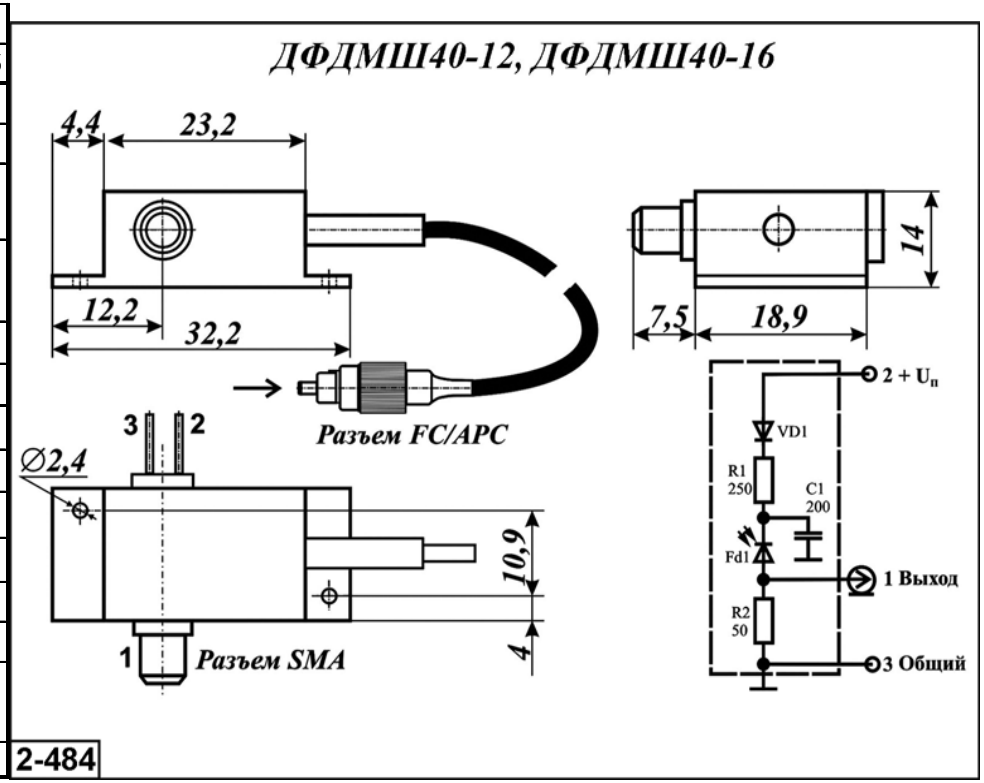
Ввод сигнала осуществляется через оптический разъем FC/APC. Вывод электрического сигнала осуществляется через СВЧ-разъём типа SMA. Напряжение смещения подаётся на фотодиод через встроенный фильтр питания.

Основные параметры фотоприемников ДФДШМ40-012 и ДФДШМ40-016 приведены в табл. 2.3.95. Внешний вид, габаритные размеры и электрическая схема фотоприемника приведены на рис. 2.3.118.

Таблица 2.3.95. Основные параметры фотоприемников типа ДФДШМ40-012 и ДФДШМ40-016 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра	
	ДФДШМ40-012	ДФДШМ40-016
Область спектральной чувствительности, мкм	0,98...1,65	
Диаметр фоточувствительного элемента, мм	0,04	
Монохроматическая чувствительность для λ=1,3 мкм, А/Вт	0,3 ($U_{см}$=10В)	0,3 ($U_{см}$=5В)
Монохроматическая чувствительность для λ=1,55 мкм, А/Вт	0,35 (Uсм=10В)	0,35 (Uсм=5В)
Темновой ток, мкА, не более	0,01…0,05	
Рабочее напряжение, В	5…20	
Емкость фотодиода при рабочем напряжении, пФ	0,8...1,0	
Рабочая частота, ГГц	0,01…12	0,01…16
Обратные оптические потери, дБ	не более -45	
Вход оптического сигнала	разъем типа FC/APC	
Выход электрического сигнала	разъем типа SMA	
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+55	-40...+60
Габаридные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	32,2 x 26,4 x 14	
№ рисунка	2-484	

Рис. 2.3.118. Внешний вид, габаритные размеры и электрическая схема фотоприемников типа ДФДШМ40-012 и ДФДШМ40-016.



Глава 2.3.10.5. Фотоприемные устройства на основе фотодиодов из арсенида галлия

2.3.10.5.1. Приемные оптические модули PD-125s-ip-A, PD-125m-ip-A, PD-125s-ip-B, PD-125m-ip-B, PD-125s-ip-C, PD-125m-ip-C, PD-155s-ip-A,PD-155m-ip-A, PD-155s-ip-B, PD-155m-ip-B, PD-155s-ip-C, PD-155m-ip-C, PD-250s-ip-A, PD-250m-ip-A, PD-250s-ip-B, PD-250m-ip-B, PD-250s-ip-C, PD-250m-ip-C, PD-622s-ip-A, PD-622m-ip-A, PD-622s-ip-B, PD-622m-ip-B, PD-622s-ip-C, PD-622m-ip-C

[$\Delta\lambda$=1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 мкм]

Приемные оптические модули серии PD-125-ip, PD-155-ip, PD-250-ip, PD-622-ip предназначены для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи в диапазоне 1,1…1,65 мкм, с рабочей длиной волны 1,3 мкм и скоростью передачи информации до 2,5 Гбит/сек.

Состав модуля: InGaAs/InP PIN фотодиод, интегрированный с малошумящим трансимпедансным усилителем со встроенной системой АРУ и дифференциальным выходом.

Модули PD-XXX-ip выпускаются в стандартных корпусах с встроенной коллимирующей микрооптикой. Ввод излучения осуществляется через отрезок одномодового (PD-XXXs-ip) или многомодового (PD-XXXm-ip) оптического волокна.

Основные параметры модулей серий PD-125-ip, PD-155-ip, PD-250-ip, PD-622-ip приведены в таблице 2.3.96 . Внешний вид, габаритные размеры и электрическая схема модулей приведены на рис.2.3.119.

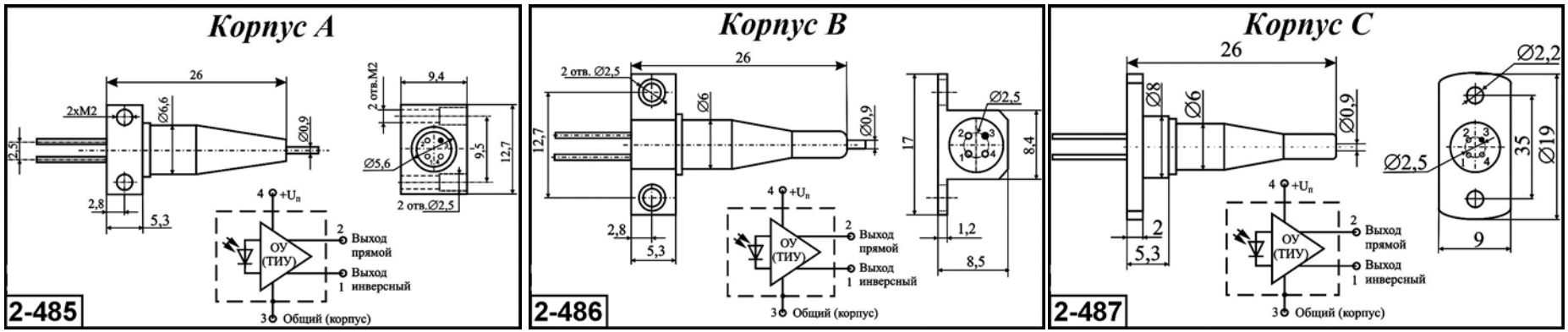


Рис. 2.3.119. Внешний вид, габаритные размеры и электрическая схема модулей PD-125-ip, PD-155-ip, PD-250-ip, PD-622-ip.

Таблица 2.3.96. Основные параметры приемных оптическиих модулей серий PD-125-ip, PD-155-ip, PD-250-ip, PD-622-ip при температуре 20±5°С

Тип прибора	Δλ, мкм	Диаметр жилы и оболочки волокна, D_C/D_{CL}, мкм	Чувствительность при вероятности ошибки 10^{-9}, S_{SEN}, дБм, не менее	Ширина полосы пропускания, BW, ГГц, не менее	Максимальная детектируемая мощность, P_{SAT}, дБм	$U_{ВЫХ(Dif)}$, В, не более	$U_{ВЫХ(DC)}$, В	$U_П$, В	$I_П$, мА, не более	$I_Н$, мА, не более	$R_Н$, Ом, не более	Длина отрезка входного оптоволокна, L, м	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PD-125s-ip-A	1,1…1,65	9/125	-21(1,25Gбод)	1,1	-3(1,25Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9,4 x 12,7 x 26	2-485
PD-125m-ip-A	1,1…1,65	50/125	-21(1,25Gбод)	1,1	-3(1,25Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9,4 x 12,7 x 26	2-485
PD-125s-ip-B	1,1…1,65	9/125	-21(1,25Gбод)	1,1	-3(1,25Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	8,5 x 17 x 26	2-486
PD-125m-ip-B	1,1…1,65	50/125	-21(1,25Gбод)	1,1	-3(1,25Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	8,5 x 17 x 26	2-486
PD-125s-ip-C	1,1…1,65	9/125	-21(1,25Gбод)	1,1	-3(1,25Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9 x 19 x 26	2-487
PD-125m-ip-C	1,1…1,65	50/125	-21(1,25Gбод)	1,1	-3(1,25Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9 x 19 x 26	2-487
PD-155s-ip-A	1,1…1,65	9/125	-35(155Мбод)	0,14	0(155Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9,4 x 12,7 x 26	2-485
PD-155m-ip-A	1,1…1,65	50/125	-35(155Мбод)	0,14	0(155Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9,4 x 12,7 x 26	2-485
PD-155s-ip-B	1,1…1,65	9/125	-35(155Мбод)	0,14	0(155Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	8,5 x 17 x 26	2-486
PD-155m-ip-B	1,1…1,65	50/125	-35(155Мбод)	0,14	0(155Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	8,5 x 17 x 26	2-486
PD-155s-ip-C	1,1…1,65	9/125	-35(155Мбод)	0,14	0(155Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9 x 19 x 26	2-487
PD-155m-ip-C	1,1…1,65	50/125	-35(155Мбод)	0,14	0(155Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9 x 19 x 26	2-487
PD-250s-ip-A	1,1…1,65	9/125	-18(2,5Gбод)	2	-3(2,5Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	45	10	50	0,3…1	9 x 19 x 26	2-485
PD-250m-ip-A	1,1…1,65	50/125	-18(2,5Gбод)	2	-3(2,5Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	45	10	50	0,3…1	9 x 19 x 26	2-485
PD-250s-ip-B	1,1…1,65	9/125	-18(2,5Gбод)	2	-3(2,5Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	45	10	50	0,3…1	8,5 x 17 x 26	2-486
PD-250m-ip-B	1,1…1,65	50/125	-18(2,5Gбод)	2	-3(2,5Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	45	10	50	0,3…1	8,5 x 17 x 26	2-486
PD-250s-ip-C	1,1…1,65	9/125	-18(2,5Gбод)	2	-3(2,5Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	45	10	50	0,3…1	9 x 19 x 26	2-487
PD-250m-ip-C	1,1…1,65	50/125	-18(2,5Gбод)	2	-3(2,5Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	45	10	50	0,3…1	9 x 19 x 26	2-487
PD-622s-ip-A	1,1…1,65	9/125	-30(622Мбод)	0,45	-3(622Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9,4 x 12,7 x 26	2-485
PD-622m-ip-A	1,1…1,65	50/125	-30(622Мбод)	0,45	-3(622Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9,4 x 12,7 x 26	2-485
PD-622s-ip-B	1,1…1,65	9/125	-30(622Мбод)	0,45	-3(622Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	8,5 x 17 x 26	2-486
PD-622m-ip-B	1,1…1,65	50/125	-30(622Мбод)	0,45	-3(622Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	8,5 x 17 x 26	2-486
PD-622s-ip-C	1,1…1,65	9/125	-30(622Мбод)	0,45	-3(622Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9 x 19 x 26	2-487
PD-622m-ip-C	1,1…1,65	50/125	-30(622Мбод)	0,45	-3(622Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	0,3…1	9 x 19 x 26	2-487

2.3.10.5.2. Приемные оптические модули PD-125-ir-A, PD-125-ir-B, PD-155-ir-A, PD-155-ir-B, PD-250-ir-A, PD-250-ir-B, PD-622-ir-A, PD-622-ir-B [$\Delta\lambda$=1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 мкм]

Приемные оптический модули серии PD-125-ir, PD-155-ir, PD-250-ir, PD-622-ir предназначены для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи в диапазоне 1,1…1,65 мкм, с рабочей длиной волны 1,3 мкм и скоростью передачи информации до 2 Гбит/сек.

Состав модуля: InGaAs/InP PIN фотодиод, интегрированный с малошумящим трансимпедансным усилителем со встроенной системой АРУ и дифференциальным выходом.

Модули PD-125-ir, PD-155-ir, PD-250-ir, PD-622-ir выпускаются в корпусе типа “оптическая розетка” с металлическим центратором, которые предназначены для стыковки с одномодовым или многомодовым оптическим волокном, оконцованным разъемами типа “FC/PC”.

Основные параметры модулей PD-125-ir, PD-155-ir, PD-250-ir, PD-622-ir приведены в таблице 2.3.97 . Внешний вид, габаритные размеры и электрическая схема модулей приведены на рис. 2.3.120.

Таблица 2.3.97. Основные параметры приемных оптическиих модулей PD-125-ir, PD-155-ir, PD-250-ir, PD-622-ir при температуре 20±5°C

Тип прибора	Δλ, мкм	Чувствительность при вероятности ошибки 10^{-9}, S_{SEN}, дБм, не менее	Ширина полосы пропускания, BW, ГГц, не менее	Максимальная детектируемая мощность, P_{SAT}, дБм	$U_{ВЫХ(Dif)}$, В, не более	$U_{ВЫХ(DC)}$, В	$U_П$, В	$I_П$, мА, не более	$I_Н$, мА, не более	$R_Н$, Ом, не более	Тип оптического разъема	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PD-125-ir-A	1,1…1,65	-21(1,25Gбод)	1,1	-3(1,25Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	FC	9,4 x 12,7 x 14,5	2-488
PD-125-ir-B	1,1…1,65	-21(1,25Gбод)	1,1	-3(1,25Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	FC	9 x 12 x 14,5	2-489
PD-155-ir-A	1,1…1,65	-35(155Мбод)	0,14	0(155Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	FC	9,4 x 12,7 x 14,5	2-488
PD-155-ir-B	1,1…1,65	-35(155Мбод)	0,14	0(155Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	FC	9 x 12 x 14,5	2-489
PD-250-ir-A	1,1…1,65	-18(2,5Gбод)	2	-3(2,5Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	45	10	50	FC	9,4 x 12,7 x 14,5	2-488
PD-250-ir-B	1,1…1,65	-18(2,5Gбод)	2	-3(2,5Gбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	45	10	50	FC	9 x 12 x 14,5	2-489
PD-622-ir-A	1,1…1,65	-30(622Мбод)	0,45	-3(622Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	FC	9,4 x 12,7 x 14,5	2-488
PD-622-ir-B	1,1…1,65	-30(622Мбод)	0,45	-3(622Мбод)	1,2	1,5…3,5	4,75...5,25	35	10	50	FC	9 x 12 x 14,5	2-489

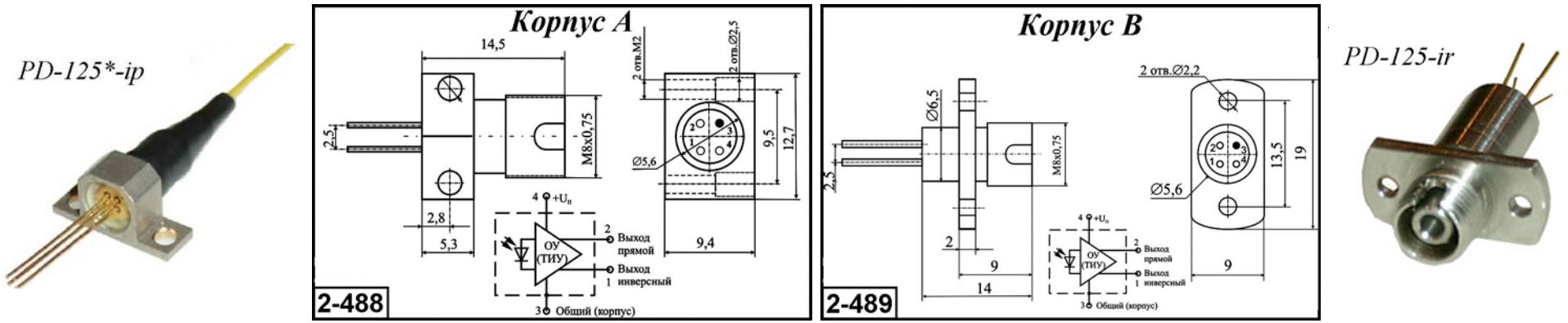


Рис. 2.3.120. Внешний вид, габаритные размеры и электрическая схема модулей PD-125-ir, PD-155-ir, PD-250-ir, PD-622-ir.

2.3.10.5.3. Аналоговые оптоэлектронные приемные модули OEM101-20, OEM101-50, OEM101-90, OEM101-200, OEM101-1 [Δλ=1,2...1,6 мкм]

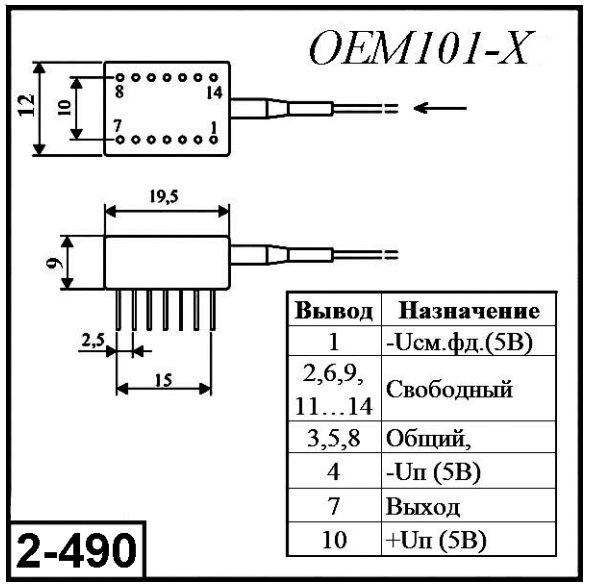
Аналоговые е оптоэлектронные приемные модули серии OEM101-xx предназначены для линейного преобразования оптического сигнала в электрическийв в волоконно-оптических линиях связи в диапазоне 1,1…1,6 мкм.

Модуль выполнен на стандартном металлостеклянном основании по гибридно-интегральной технологии. Включает в себя InGaAs/InP PIN фотодиод, трансимпедансный усилитель и отрезок многомодового или одномодового оптического волокна с соединителем типа FC, SC или ST.

Основные параметры модулей OEM101-xx приведены в таблице 2.3.98. Внешний вид и габаритные размеры модулей приведены на рис. 2.3.121.

Таблица 2.3.98. Основные параметры модулей серии OEM101-xx при температуре 20±5^{0}C

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра				
	OEM101-1	OEM101-20	OEM101-50	OEM101-90	OEM101-200
Спектральный диапазон, мкм	1,2...1,6	1,2...1,6	1,2...1,6	1,2...1,6	1,2...1,6
Полоса пропускания, МГц	0...1	0...20	0...50	0...90	0...200
Минимальная чувствительность, дБм, не менее	-49	-39	-34	-32	-29
Типовая чувствительность, дБм	-52	-42	-38	-36	-33
Максимальная чувствительность, дБм	-56	-46	-42	-39	-36
Динамический диапозон, дМб, не менее	23	23	23	23	23
Трансимпедансное сопротивление, кОм, не менее	1000	80	50	10	4
Выходной ток, мА, не менее	15	15	15	15	15
Напряжение питания, В	±5±0,25	±5±0,25	±5±0,25	±5±0,25	±5±0,25
Диапазон рабочих температур, °С	-40…+60				
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	12 x 19,5 x 9				
№ рисунка	2-490				



Вывод	Назначение
1	-Uсм.фд.(5В)
2,6,9, 11…14	Свободный
3,5,8	Общий,
4	-Uп (5В)
7	Выход
10	+Uп (5В)

Рис. 2.3.121. Внешний вид и габаритные размеры и модулей серии OEM101-xx.

2.3.10.5.4. Цифровые оптоэлектронные приемные модули OEM 210-20, OEM 210-70, OEM 210-125, OEM-211, OEM-302 [$\Delta\lambda$=1,2...1,6; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Цифровые фотоприемные модули OEM 210-20, OEM 210-70, OEM 210-125, OEM-211, OEM- 302 предназначены для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи с рабочей длиной волны 1,3 и 1,5 мкм.

В состав модулей входят: InGaAs PIN фотодиод, состыкованный с одномодовым, либо многомодовым оптическим волокном, трансимпедансный усилитель (ТИУ), компаратор и детектор потери сигнала (”флаг”). Приборы отличает наличие парафазного выхода.

Ввод излучения осуществляется через отрезок многомодового или одномодового волоконно-оптического кабеля с внешним диаметром 0,9 или 3,2 мм, оконцованного стандартным разъемом (FC, ST, SC).

Модули данной серии реализованы в стандартных металлостеклянных корпусах, которые могут устанавливаться на печатную плату.

Основные параметры модулей OEM210-x, OEM302 приведены в табл. 2.3.99. Внешний вид и габаритные размеры модулей приведены на рис. 2.3.122.

Таблица 2.3.99. Основные параметры цифровых фотоприемных модулей серии OEM210, OEM302 при температуре 20±5°C

Тип прибора	Δλ, мкм	Чувствительность при вероятности ошибки 10^{-10}, дБм	Скорость передачи данных, Мбит/с	Динамический диапазон, дБ, не менее	Тип выходного сигнала	Uп, В	Iп, мА, не более	Длина входного оптоволокна, м	Диапазон рабочих температур, °C	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
OEM 210-20	1,2…1,6	-39	20	25	ТТЛ	5±0,25	50	1±0,1	-40…+60	19,5 x 10 x 29,5	2-491
OEM 210-70	1,2…1,6	-33	70	25	ТТЛ	5±0,25	50	1±0,1	-40…+60	19,5 x 10 x 29,5	
OEM 210-125	1,2…1,6	-30	125	25	ТТЛ	5±0,25	50	1±0,1	-40…+60	19,5 x 10 x 29,5	
OEM 211	1,2…1,6	-29	156	25	ТТЛ	5±0,25	50	1±0,1	-40…+60	19,5 x 10 x 29,5	
OEM 302	1,2…1,6	-20	50…2500	20	ТТЛ	5±0,25	100	1±0,1	-40…+60	19,5 x 10 x 29,5	

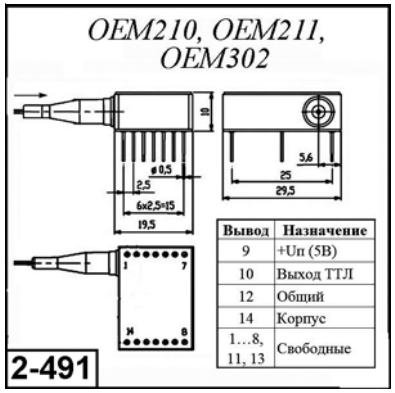


Рис. 2.3.122. Внешний вид и габаритные размеры и модулей серии OEM210-x, OEM302.

2.3.10.5.5. Приемные оптические модули PROM-34s, PROM-34s-8, PROM-34s-2, PROM-34m, PROM-34m-8, PROM-34m-2 [$\Delta\lambda$=1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Цифровые приемные оптические модули серии PROM-34.x предназначенны для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи в диапазоне 1,1…1,65 мкм, с рабочей длиной волны 1,3 и 1,5 мкм.

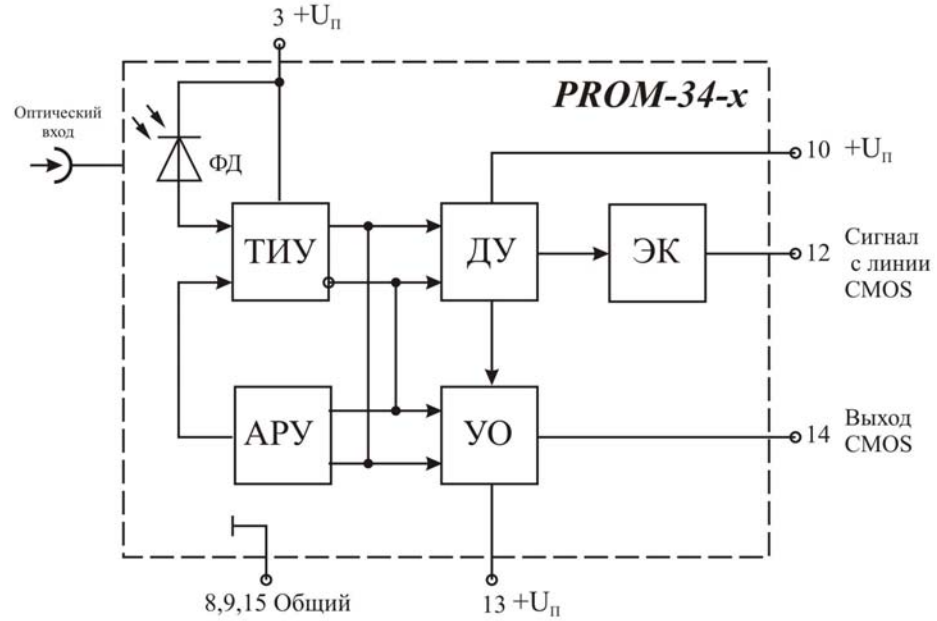
Состав модуля: InGaAs/InP PIN фотодиод, малошумящий трансимпедансный усилитель с системой АРУ, усилитель-ограничитель с выходом в уровнях CMOS и CMOS-выходом отсутствия сигнала в линии. Функциональная схема модуля приведена на рис. 2.3.123.

Модули выпускаются в герметичных корпусах на основе стандартного основания серии 157.

Ввод излучения осуществляется через отрезок многомодового или одномодового волоконно-оптического кабеля, оконцованного стандартным разъемом типа FC.

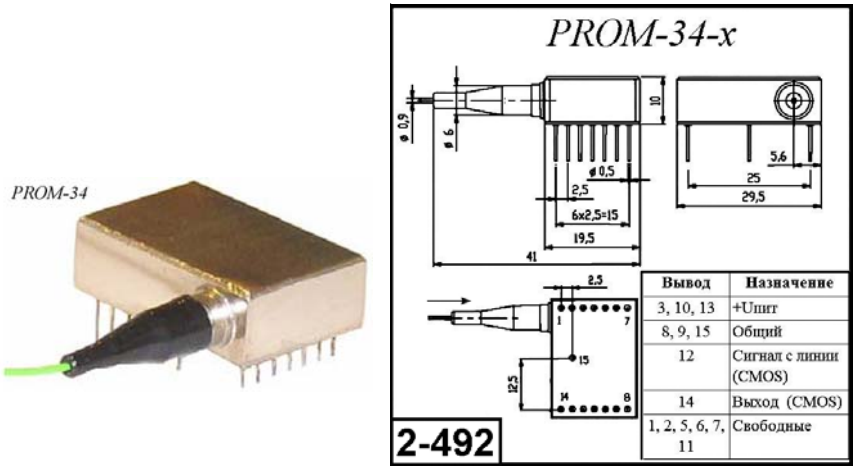
Модули являются полным аналогом серии ПРОМ-367, но обладают более широким динамическим диапазоном при меньшей потребляемой мощности.

Основные параметры модулей PROM-34.x, приведены в таблице 2.3.100. Внешний вид и габаритные размеры модулей приведены на рис.2.3.124.



ФД – фотодиод, ТИУ – трансимпедансный усилитель, АРУ – схема автоматической регулировки усиления, ДУ - детектор уровня, УО – усилитель ограничитель, ЭК - электронный ключ

Рис. 2.3.123. Функциональная схема модуля PROM-34-x



Вывод	Назначение
3, 10, 13	+Uпит
8, 9, 15	Общий
12	Сигнал с линии (CMOS)
14	Выход (CMOS)
1, 2, 5, 6, 7, 11	Свободные

Рис. 2.3.124. Внешний вид и габаритные размеры модуля PROM-34-x

Таблица 2.3.100. Основные параметры приемных оптическиих модулей серии PROM-34-x при температуре 20±5°C

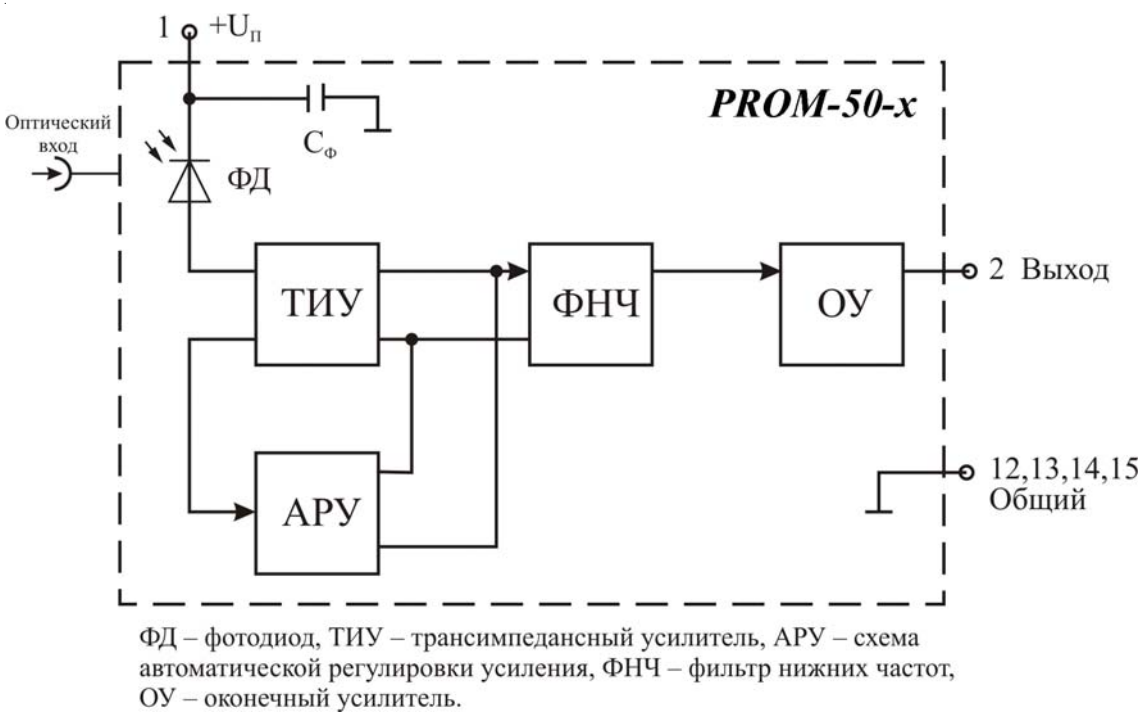
Тип прибора	Δλ, мкм	Диаметр жилы и оболочки волокна, D_C/D_{CL}, мкм	Чувствительность при вероятности ошибки 10^{-9}, S_{SEN}, дБм, не менее	Максимальная детектируемая мощность, P_{SAT}, дБм	$U_П$, В	$I_П$, мА, не более	$I_Н$, мА, не более	Длина входного отрезка оптоволокна, м	ΔT, °C	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PROM-34s	1,1…1,65	9/125	-39(34Mbps)	1	4,75...5,25	50	10	0,3…1	-20…+55	29,5 x 10 x 41	2-492
PROM-34s-8	1,1…1,65	9/125	-44(8Mbps)	1	4,75...5,25	50	10	0,3…1	-20…+55	29,5 x 10 x 41	
PROM-34s-2	1,1…1,65	9/125	-47(2Mbps)	1	4,75...5,25	50	10	0,3…1	-20…+55	29,5 x 10 x 41	
PROM-34m	1,1…1,65	50/125	-39(34Mbps)	1	4,75...5,25	50	10	0,3…1	-20…+55	29,5 x 10 x 41	
PROM-34m-8	1,1…1,65	50/125	-44(8Mbps)	1	4,75...5,25	50	10	0,3…1	-20…+55	29,5 x 10 x 41	
PROM-34m-2	1,1…1,65	50/125	-47(2Mbps)	1	4,75...5,25	50	10	0,3…1	-20…+55	29,5 x 10 x 41	

2.3.10.5.6. Приемные оптические модули PROM-50.34-S, PROM-50.8-M5, PROM-50.2-M6 [Δλ =1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Приемные оптические модули серии PROM-50-x предназначены для работы в цифровых и аналоговых волоконно-оптических линиях связи, функционирующих в спектральном диапазоне 1,1...1,65 мкм.

В состав модуля входят: InGaAs/InP PIN фотодиод, состыкованный с одномодовым (PROM-50.x-S), либо многомодовым (PROM-50.x-M) оптическим волокном, трансимпедансный усилитель (ТИУ) со схемой АРУ, фильтр низких частот (ФНЧ) и оконечный усилитель (ОУ). Функциональная схема модуля приведена на рис. 2.3.125.

Приемные оптические модули выпускаются в металлических герметичных корпусах на основе стандартного основания типа 151-15-8. Основные параметры модулей приведены в табл. 2.3.101, внешний вид, габаритные размеры и схема включения приведены на рис. 2.3.126.



ФД – фотодиод, ТИУ – трансимпедансный усилитель, АРУ – схема автоматической регулировки усиления, ФНЧ – фильтр нижних частот, ОУ – оконечный усилитель.

Рис. 2.3.125. Функциональная схема модуля PROM-50-x

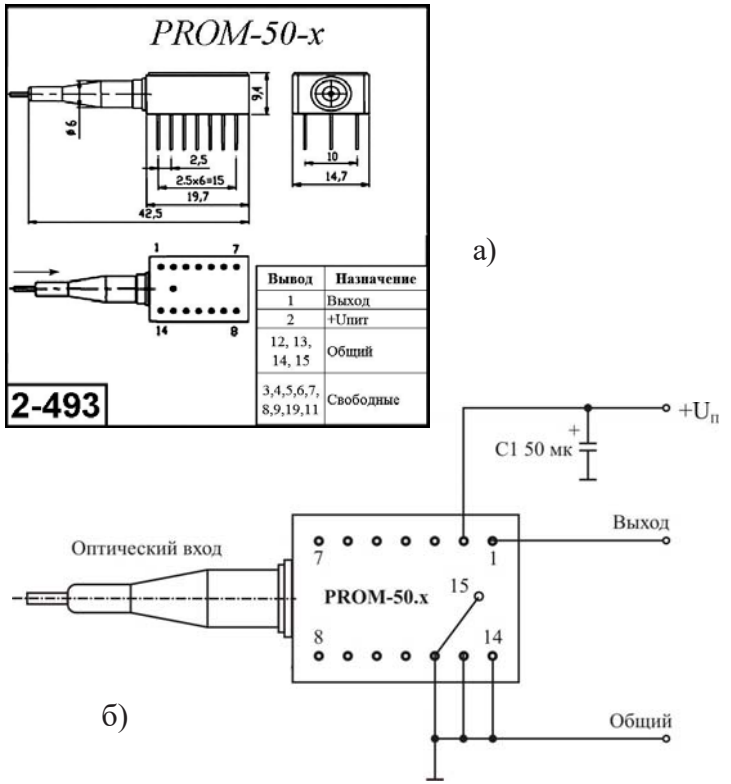


Рис. 2.3.126. Внешний вид, габаритные размеры (а) и схема включения (б) модуля PROM-50-x

Таблица 2.3.101. Основные параметры приемных оптическиих модулей серии PROM-50-x при температуре 20±5°C

Тип прибора	Δλ, мкм	Диаметр жилы и оболочки волокна, D_C/D_{CL}, мкм	Чувствительность при вероятности ошибки 10^{-9}, S_{SEN}, дБм, не менее	Шумовая полоса пропускания, МГц, не менее	Максимальная детектируемая мощность, P_{SAT}, дБм	$R_н$, Ом, не менее	$U_п$, В	$I_п$, мА, не более	$I_н$, мА, не более	Длина входного отрезка оптоволокна, м	ΔT, °C	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PROM-50.34-S	1,1…1,65	9/125	-43(34Mbps)	50(34Mbps)	1	500	4,75...5,25	50	10	0,3…1	-40…+55	14,7 x 9,4 x 42,5	2-493
PROM-50.8-M5	1,1…1,65	50/125	-47(8Mbps)	11(8Mbps)	1	500	4,75...5,25	50	10	0,3…1	-40…+55	14,7 x 9,4 x 42,5	
PROM-50.2-M6	1,1…1,65	62,5/125	-50(2Mbps)	2,5(2Mbps)	1	500	4,75...5,25	50	10	0,3…1	-40…+55	14,7 x 9,4 x 42,5	

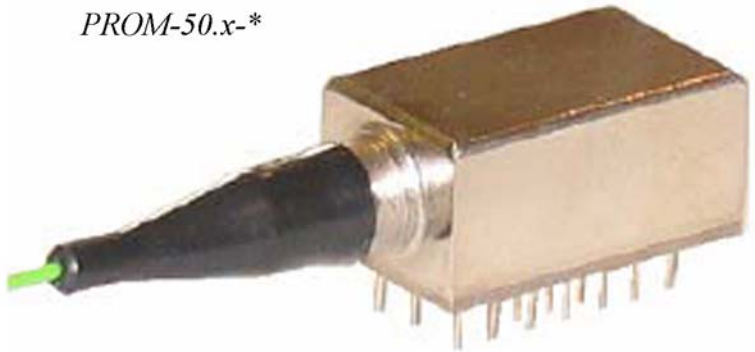


Рис. 2.3.126д. Внешний вид модуля PROM-50-x

PROM-50.34-S, PROM-50.8-M5, PROM-50.2-M6

2.3.10.5.7. Приемные оптические модули PROM-155-3.x-S, PROM-155-3.x-M5, PROM-155-3.x-M6, PROM-155-5.x-S, PROM-155-5.x-M5, PROM-155-5.x-M6 [$\Delta\lambda$=1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

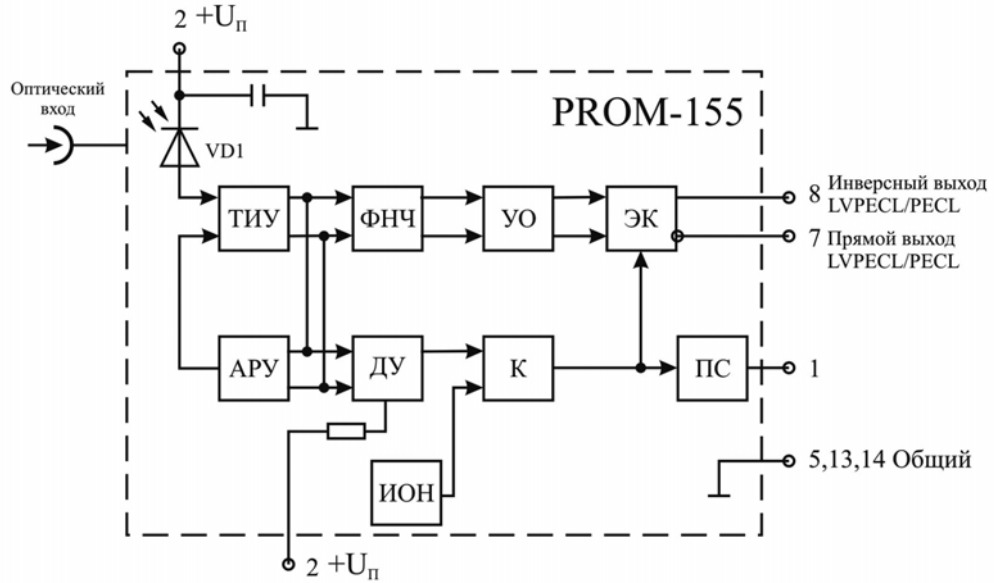
Приемные оптические модули серии PROM-155-*предназначенны для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи, со скоростью передачи информации до 155 Мбит/сек (OC-3/STM-1), функционирующих в спектральном диапазоне 1,1...1,65 мкм.

В состав модуля входят: InGaAs/InP PIN фотодиод, состыкованный с одномодовым (PROM-155-*-S), либо многомодовым (PROM-155-*-M*) оптическим волокном, малошумяший трансимпедансный усилитель, усилитель-ограничитель с дифференциальным PECL/LVPECL выходом и PECL/LVPECL-выходом отсутствия сигнала в линии. Функциональная схема модуля приведена на рис. 2.3.127.

Модули PROM-155-* - выпускаются в модификациях с напряжением питания 5.0 и 3.3 вольта и предназначены для обработки следующих форматов оптических сигналов - уравновешенных кодов, в том числе скремблированных цифровых последовательностей (ATM; FDDI; Fast Ethernet и др.).

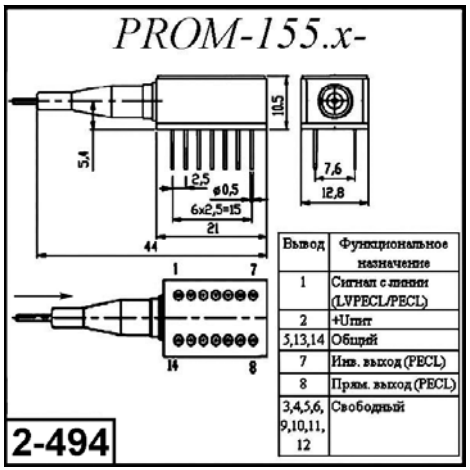
Приемные оптические модули выпускаются в герметичных металлических корпусах типа DIL-14.

Основные параметры модулей приведены в табл. 2.3.102, внешний вид и габаритные приведены на рис. 2.3.128. Типовые схемы включения модуля приведены на рис. 2.3.129 и 2.3.130.



ФД - фотодиод, ТИУ-трансимпедансный усилитель, ФНЧ – фильтр нижних частот, УО - усилитель ограничитель, АРУ – схема автоматической регулировки усиления, ДУ – детектор уровня, К – компаратор, ПС – повторитель сигнала, ЭК – электронный ключ, ИОН – источник опорного напряжения.

Рис. 2.3.127. Функциональная схема модуля PROM-155-x*



Вывод	Функциональное назначение
1	Сигнал с линии (LVPECL/PECL)
2	+Uпит
5,13,14	Общий
7	Инв. выход (PECL)
8	Прям. выход (PECL)
3,4,5,6, 9,10,11, 12	Свободный

Рис. 2.3.128. Внешний вид, габаритные размеры модуля PROM-155-x*

Таблица 2.3.102. Основные параметры приемных оптическиих модулей серии PROM-155-x* при температуре 20±5°C

Тип прибора	Δλ, мкм	Диаметр жилы и оболочки волокна, Dc/Dcl, мкм	Чувствительность при вероятности ошибки 10^{-9}, Ssen, дБм, не менее	Максимальная детектируемая мощность, Psat, дБм	Uп, В	Iп, мА, не более	Iн, мА, не более	Длина входного отрезка оптоволокна, м	ΔT, °C	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PROM-155-3.x-S	1,1…1,65	9/125	-35(-41)	1	3…3,6	80	10	0,3…1	-20…+55	12,5 x 10,5 x 44	2-494
PROM-155-3.x-M5	1,1…1,65	50/125	-35(-41)	1	3…3,6	80	10	0,3…1	-20…+55	12,5 x 10,5 x 44	
PROM-155-3.x-M6	1,1…1,65	62,5/125	-35(-41)	1	3…3,6	80	10	0,3…1	-20…+55	12,5 x 10,5 x 44	
PROM-155-5.x-S	1,1…1,65	9/125	-35(-41)	1	4,75...5,25	120	10	0,3…1	-20…+55	12,5 x 10,5 x 44	
PROM-155-5.x-M5	1,1…1,65	50/125	-35(-41)	1	4,75...5,25	120	10	0,3…1	-20…+55	12,5 x 10,5 x 44	
PROM-155-5.x-M6	1,1…1,65	62,5/125	-35(-41)	1	4,75...5,25	120	10	0,3…1	-20…+55	12,5 x 10,5 x 44	

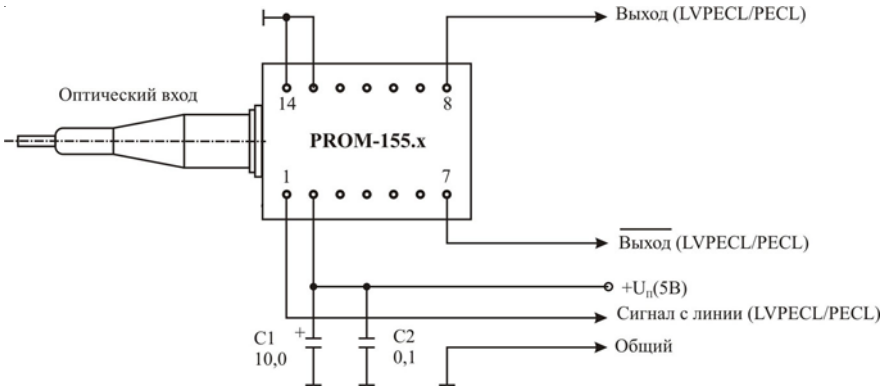


Рис. 2.3.129. Типовая схема включения модуля PROM-155-x*

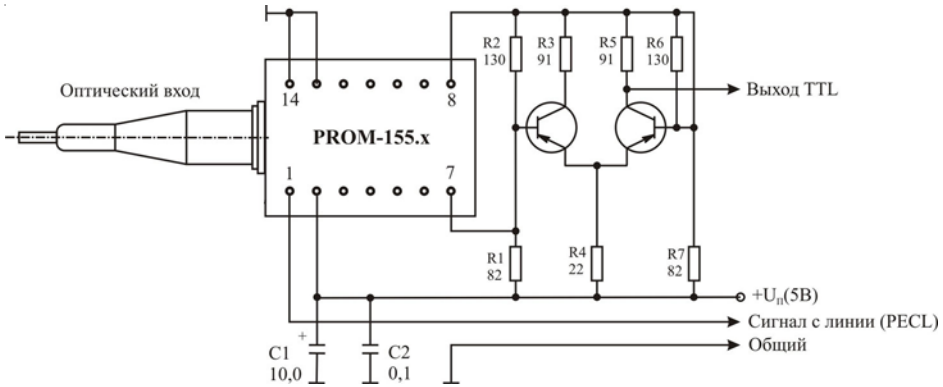


Рис. 2.3.130. Типовая схема включения модуля PROM-155-x* при работе с ТТЛ логикой.

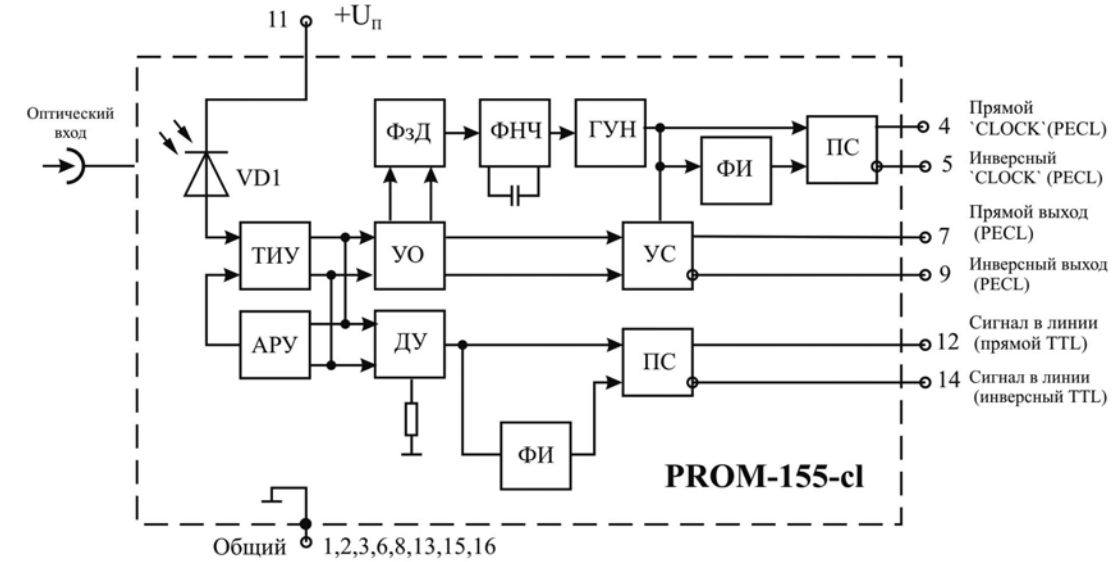
2.3.10.5.8. Приемные оптические модули PROM-155-cl-S, PROM-155-cl-M5, PROM-155-cl-M6 [$\Delta\lambda$=1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Приемные оптические модули серии PROM-155-cl предназначены для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи со скоростью передачи 155 Мбит/сек (OC-3/STM-1) и в системах цифрового кабельного телевидения., функционирующих в спектральном диапазоне 1,1...1,65 мкм.

В состав модуля входят: InGaAs/InP PIN фотодиод, состыкованный с одномодовым (PROM-155-cl-S), либо многомодовым (PROM-155-cl-M*) оптическим волокном, малошумяший трансимпедансный усилитель системой АРУ, усилитель-ограничителель с TTL-выходом отсутствия сигнала в линии, схемой выделения тактовой частоты и декодером. Функциональная схема модуля приведена на рис. 2.3.131.

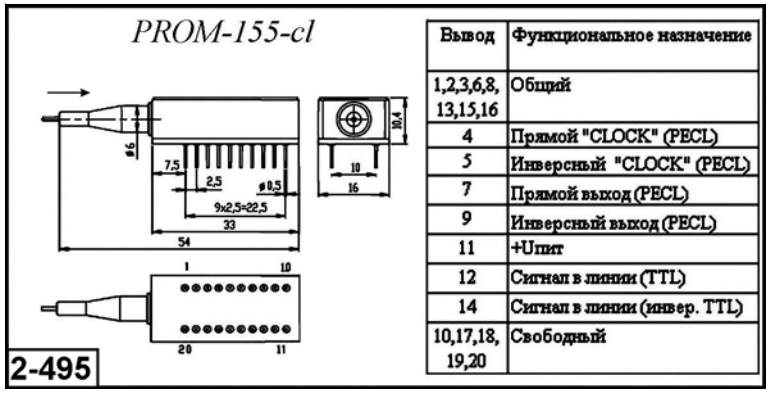
Приемные оптические модули PROM-155-cl выпускаются в герметичных металлостеклянных корпусах на основе стандартного основания типа DIL-20.

Основные параметры модулей приведены в табл. 2.3.103, внешний вид и габаритные приведены на рис. 2.3.132.



ФД - фотодиод, ТИУ-трансимпедансный усилитель, УО - усилитель ограничитель, ФзД – фазовый детектор, ФНЧ – фильтр нижних частот, ГУН – генератор управляемый напряжением, УС – устройство синхронизации, ФИ – фазоинвертор, ФИ – фазоинвертор, АРУ – схема автоматической регулировки усиления, ДУ – детектор уровня, ПС – повторитель сигнала

Рис. 2.3.131. Функциональная схема модуля PROM-155-cl.



Вывод	Функциональное назначение
1,2,3,6,8, 13,15,16	Общий
4	Прямой "CLOCK" (PECL)
5	Инверсный "CLOCK" (PECL)
7	Прямой выход (PECL)
9	Инверсный выход (PECL)
11	+Uпит
12	Сигнал в линии (TTL)
14	Сигнал в линии (инвер. TTL)
10,17,18, 19,20	Свободный

Рис. 2.3.132. Внешний вид и габаритные размеры модуля PROM-155-cl.

Таблица 2.3.103. Основные параметры приемных оптическиих модулей серии PROM-155-cl при температуре 20±5°C

Тип прибора	Δλ, мкм	Диаметр жилы и оболочки волокна, D_C/D_{CL}, мкм	Чувствительность при вероятности ошибки 10^{-9}, S_{SEN}, дБм, не менее	Максимальная детектируемая мощность, P_{SAT}, дБм	$U_П$, В	$I_П$, мА, не более	$I_Н$, мА, не более	Длина входного отрезка оптоволокна, м	ΔT, °C	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PROM-155-cl-S	1,1…1,65	9/125	-35(155Мбод)	1	4,75...5,25	120	10	0,3…1	-40…+55	16 x 10,4 x 54	2-495
PROM-155-cl-M5	1,1…1,65	50/125	-35(155Мбод)	1	4,75...5,25	120	10	0,3…1	-40…+55	16 x 10,4 x 54	
PROM-155-cl-M6	1,1…1,65	62,5/125	-35(155Мбод)	1	4,75...5,25	120	10	0,3…1	-40…+55	16 x 10,4 x 54	



Рис. 2.3.132д. Внешний вид модуля PROM-155-cl-x

2.3.10.5.9. Приемные оптические модули PROM-155-hp-S, PROM-155-hp-M5, PROM-155-hp-M6 [$\Delta\lambda$=1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

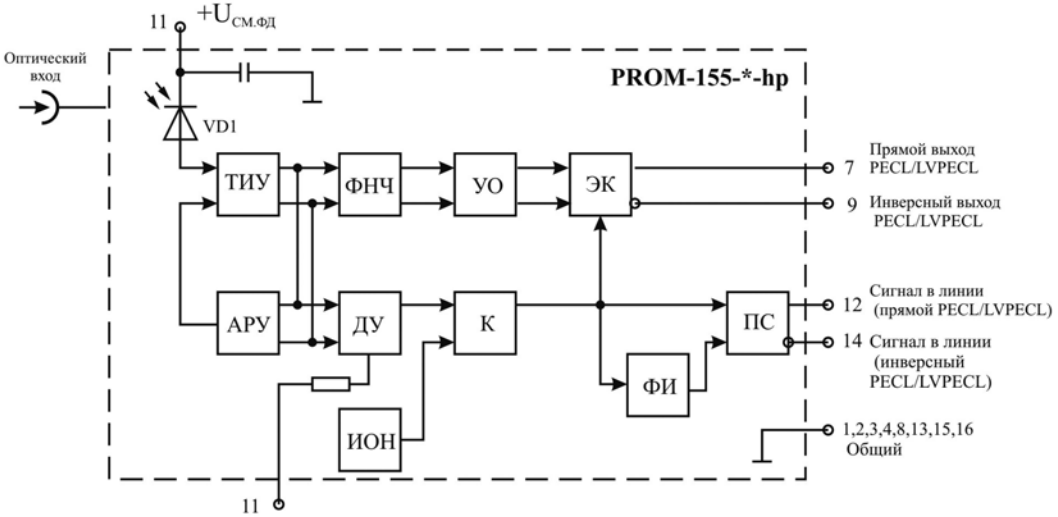
Приемные оптические модули серии PROM-155-cl предназначены для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи со скоростью передачи информации до 155 Мбит/сек , функционирующих в спектральном диапазоне 1,1...1,65 мкм.

В состав модулей PROM-155-hp - входят: InGaAs PIN фотодиод (VD1), состыкованный с одномодовым (PROM-155-hp-S), либо многомодовым (PROM-155-hp-M), оптическим волокном, малошумящий трансимпедансный усилитель (ТИУ) со схемой АРУ, фильтр нижних частот (ФНЧ), усилитель ограничитель (УО), электронный переключатель (ЭП), детектор уровня (ДУ), компаратор (К), фазоинвертор (ФИ), повторитель сигнала (ПС), источник опорного напряжения (ИОН). Функциональная схема модуля приведена на рис.2.3.133.

Модули имеют дифференциальный PECL/LVPECL выход и PECL/LVPECL-выход отсутствия сигнала в линии

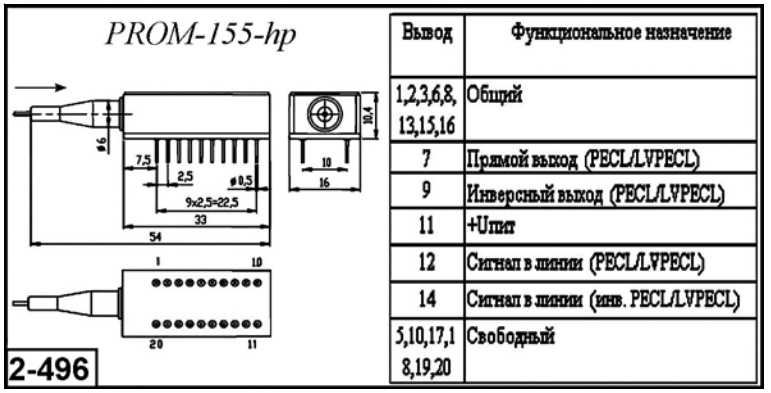
PROM-155-*-hp – выпускаются в модификациях с напряжением питания 5 и 3,3 вольта и предназначены для обработки следующих форматов оптических сигналов - уравновешенных кодов, в том числе скремблированных цифровых последовательностей (ATM; FDDI; Fast Ethernet и др.).

Приемные оптические модули PROM-155-hp выпускаются в герметичных металлостеклянных корпусах на основе стандартного основания типа DIL-20. Основные параметры модулей приведены в табл. 2.3.104, внешний вид и габаритные приведены на рис. 2.3.134.



ФД - фотодиод, ТИУ-трансимпедансный усилитель, ФНЧ – фильтр нижних частот, УО - усилитель ограничитель, АРУ – схема автоматической регулировки усиления, ДУ – детектор уровня, К – компаратор, ФИ – фазоинвертор, ПС – повторитель сигнала, ЭК – электронный ключ, ИОН – источник опорного напряжения.

Рис. 2.3.133. Функциональная схема модуля PROM-155-hp.



Вывод	Функциональное назначение
1,2,3,6,8, 13,15,16	Общий
7	Прямой выход (PECL/LVPECL)
9	Инверсный выход (PECL/LVPECL)
11	+Uпит
12	Сигнал в линии (PECL/LVPECL)
14	Сигнал в линии (инв. PECL/LVPECL)
5,10,17,1 8,19,20	Свободный

Рис. 2.3.134. Внешний вид и габаритные размеры модуля PROM-155-hp.

Таблица 2.3.104. Основные параметры приемных оптическиих модулей серии PROM-155-hp при температуре 20±5°C

Тип прибора	Δλ, мкм	Диаметр жилы и оболочки волокна, D_C/D_{CL}, мкм	Чувствительность при вероятности ошибки 10^{-9}, S_{SEN}, дБм, не менее	Максимальная детектируемая мощность, P_{SAT}, дБм	$U_П$, В	$I_П$, мА, не более	$I_Н$, мА, не более	Длина входного отрезка оптоволокна, м	ΔT, °C	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PROM-155-hp-S	1,1…1,65	9/125	-33(-41)	1	4,75...5,25	120	10	0,3…1	-20…+55	16 x 10,4 x 54	2-496
PROM-155-hp-M5	1,1…1,65	50/125	-33(-41)	1	4,75...5,25	120	10	0,3…1	-20…+55	16 x 10,4 x 54	
PROM-155-hp-M6	1,1…1,65	62,5/125	-33(-41)	1	4,75...5,25	120	10	0,3…1	-20…+55	16 x 10,4 x 54	

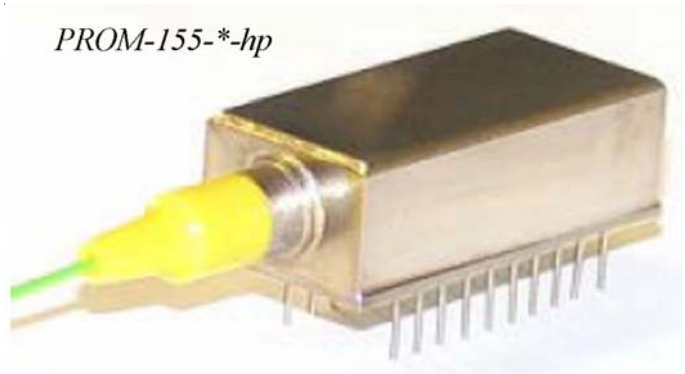


Рис. 2.3.134д. Внешний вид модуля PROM-155-hp-x

2.3.10.5.10. Аналого-цифровые фотоприемные модули ПРОМ-364М-2048, ПРОМ-364М-8448, ПРОМ-364М-34368, ПРОМ-364М-15552 [$\Delta\lambda$=1,2...1,57; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Аналого-цифровые фотоприемные модули серии ПРОМ-364М предназначены для работы в аналоговых и цифровых волоконно-оптических линиях связи, функционирующих в спектральном диапазоне 1,2....1,57 мкм.

В состав модулей входят: высокоскоростной GalnAsP PIN фотодиод и трансимпедансный усилитель с входным каскадом на малошумящем GaAs полевом транзисторе. Усилитель имеет расширенный динамический диапазон для приема цифровых сигналов.

Ввод излучения осуществляется через отрезок многомодового или одномодового волоконно-оптического кабеля с внешним диаметром 0,9 или 3,2 мм. и оконцованного стандартным разъемом (FC, ST, SC).

Серия содержит четыре модификации модулей ПРОМ - 364М - 2048; ПРОМ - 364М - 8448; ПРОМ - 364М - 34368 и ПРОМ - 364М - 15552, оптимизированных на прием цифровой информации со скоростью 2,048; 8,448; 34,368 и 155,52 Мбит/с соответственно. Модули выпускаются в герметичном металлостеклянном корпусе TL-155-14-7,62.

По уровню основных параметров и расположению выводов серия ПРОМ - 364М является полным аналогом приемных модулей серии РТА фирмы “Nortel”. Функциональная схема модуля серии ПРОМ-364М приведена на рис. 2.3.131.

Диапазон рабочих температур для всех приборов составляет от -40 до +60°С .

Основные параметры модулей приведены в табл. 2.3.105. Внешний вид и схема включения модулей приведены на рис. 2.3.135-137.

Таблица 2.3.105 . Основные параметры фотоприемных модулей серии ПРОМ-364М при температуре 20±5°С

Тип прибора	$\Delta\lambda$, мкм	Скорость приема, Мбит/с	Детектируемая мощность, ($U_{см.фд}$)		Шумовая полоса пропускания, МГц (тип)	Коэффициент передачи, $K_п$, В/мВт	Спектральная плотность шума, $F_ш$, $Вт*Гц^{-1/2}$	$U_{вых}$, В, не более	$U_{см.фд}$, В	$U_{ВЫХ(DC)}$, В	$U_п$, В	$I_П$, мА, не более	$R_Н$, Ом, не более	Габаритные размеры, мм, не более [№ рис.]
			Минимальная, $P_{мин}$, дБм	Максимальная, $P_{макс}$, дБм										
ПРОМ-364М-2048	1,2…1,57	2,048	-55	-3 (-5)	2,5	400	$0,2*10^{-12}$	2	0…-5	0,5…1,8	4,5…5,5	30	500	8,5 x 12,7 x 21 [2-497]
ПРОМ-364М-8448	1,2…1,57	8,448	-51	-3 (-5)	11	200	$0,3*10^{-12}$	2	0…-5	0,5…1,8	4,5…5,5	30	500	
ПРОМ-364М-34368	1,2…1,57	34,368	-45	-3 (-5)	50	70	$0,7*10^{-12}$	2	0…-5	0,5…1,8	4,5…5,5	30	500	
ПРОМ-364М-15552	1,2…1,57	15,552	-40	-3 (-5)	110	15	$0,82*10^{-12}$	2	0…-5	0,5…1,8	4,5…5,5	30	500	

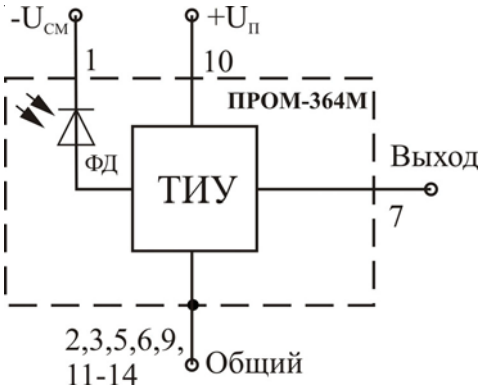
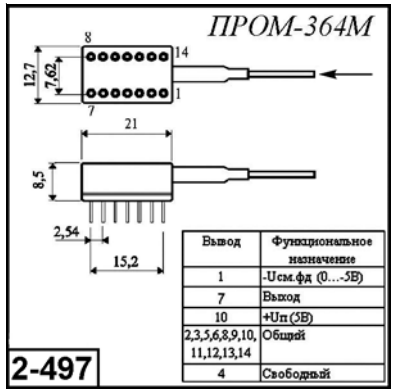


Рис. 2.3.135. Функциональная схема модуля ПРОМ-364М



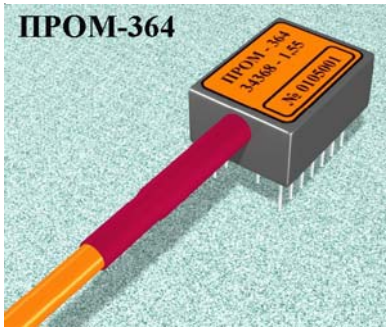


Рис. 2.3.136. Внешний вид и габаритные размеры модуля ПРОМ-364М

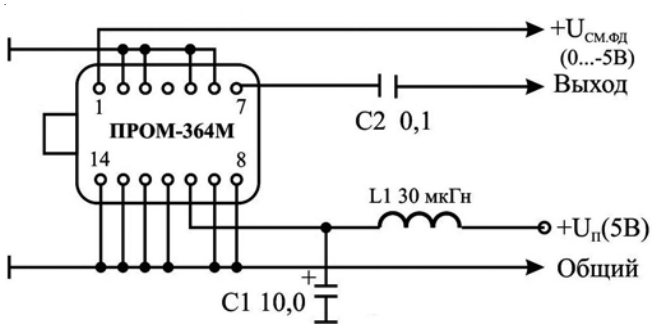


Рис. 2.3.137. Типовая схема включения модуля ПРОМ-364М

2.3.10.5.11. Цифровые фотоприемные модули ПРОМ-367-2048, ПРОМ-367-8448, ПРОМ-367-34368, ПРОМ-368-34368, ПРОМ-368-15552, ПРОМ-370, ПРОМ-371-1200, ПРОМ-371-2500, ПРОМ-373, ПРОМ-374, ПРОМ-375, ПРОМ-376, ПРОМ-377-2048, ПРОМ-377-8448, ПРОМ-377-34368 [$\Delta\lambda$=1,2...1,57; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Цифровые фотоприемные модули ПРОМ-367, ПРОМ-368, ПРОМ-370, ПРОМ-371, ПРОМ-373, ПРОМ-374, ПРОМ-375, ПРОМ-376, ПРОМ-377 предназначены для работы в аналоговых и цифровых волоконно-оптических линиях связи с рабочей длиной волны 1,3 и 1,5 мкм.

Модули реализованы по одной функциональной схеме и содержат: высокоскоростной GalnAsP p-i-n фотодиод, трансимпедансный усилитель (ТИУ), фильтр нижних частот и решающую схему. Решающая схема построена на основе усилителя-ограничителя (УО) и содержит пороговый детектор уровня сигнала (ДУ), имеющий выходной сигнал «Флаг» в уровнях CMOS. При отсутствии сигнала в линии выход модуля и «Флаг» установлены в состояние логического «О». При появлении входного сигнала «Флаг» устанавливается в состояние логич. «1», а на выходе модуля присутствует импульсный информационный сигнал в уровнях CMOS. Обобщенная функциональная схема модуля приведена на рис. 2.3.138.

Ввод излучения осуществляется через отрезок многомодового или одномодового волоконно-оптического кабеля с внешним диаметром 0,9 или 3,2 мм, оконцованного стандартным разъемом (FC, ST, SC).

Модули данной серии выполнены в металлостеклянных корпусах, которые могут устанавливаться на печатную плату.

Модули серии ПРОМ – 367 размещаются металлостеклянном корпусе типа TL - 155 - 15 – 25, а ПРОМ - 368 в металлостеклянном корпусе типа TL - 155 - 8 - 7,62.

Модули серий ПРОМ – 374, ПРОМ – 375 , ПРОМ – 376, ПРОМ- 377 выпускаются в металлостеклянных корпусах с вертикальным расположением электрических выводов.

Модуль ПРОМ - 370 выполнен в виде гибридной схемы, размещенной на печатной плате с вертикальным расположением электрических выводов.

В модулях ПРОМ – 371 выходной сигнал выводится либо через ножку корпуса, либо через ВЧ разъем, расположенный на задней стенке корпуса.

ПРОМ – 373 является полным аналогом приемного модуля MDRL II – 20 фирмы “Nortel” и ПРОМ - 370.

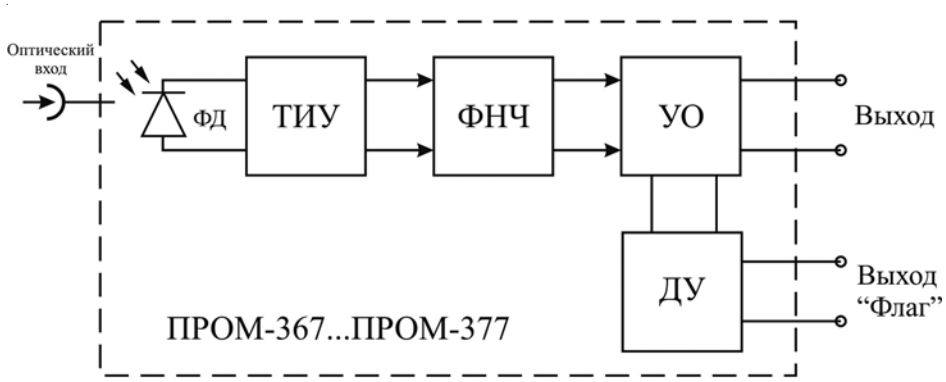
Модули серии ПРОМ-377 аналогичны модулям ПРОМ-367, однако имеют более высокую перегрузочную способность (максимальную детектируемую мощность) и имеют корпус меньшего габарита.

Диапазон рабочих температур для всех приборов составляет от -40 до +60^{o}C .

Основные параметры оптических приемных модулей ПРОМ-367...ПРОМ-377 приведены в табл. 2.3.106.

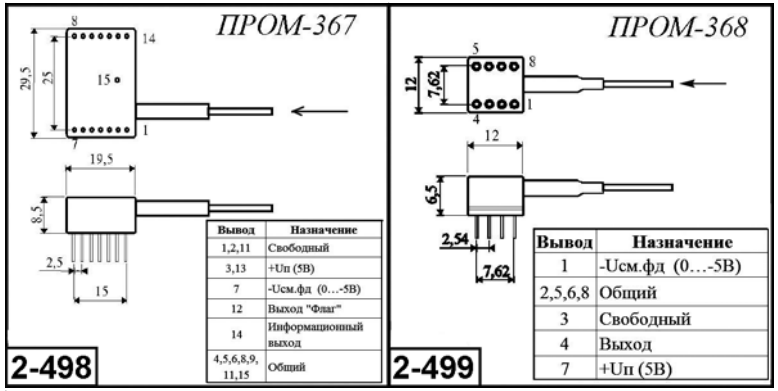
Внешний вид, габаритные размеры, таблицы назначения выводов и схемы включения модулей приведены на рис. 2.3.139. .

Схемы включения и сопряжения модулей приведены на рис. 2.3.140. .



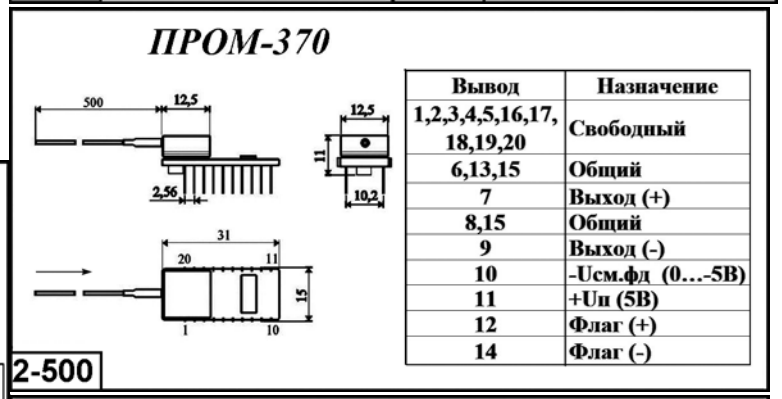
ФД - фотодиод, ТИУ-трансимпедансный усилитель, ФНЧ – фильтр нижних частот, УО - усилитель ограничитель, ДУ – детектор уровня.

Рис. 2.3.138. Обобщенная функциональная схема модулей ПРОМ-367....ПРОМ-377.

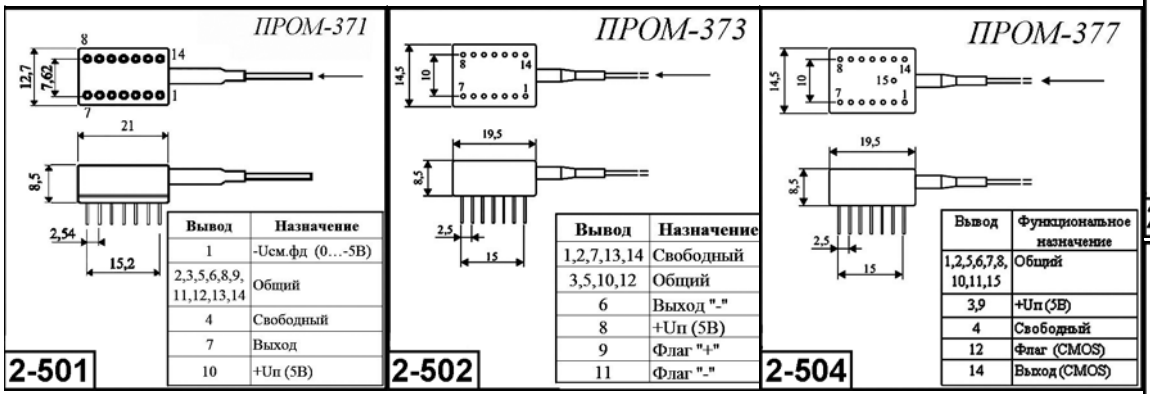


Вывод	Назначение
1,2,11	Свободный
3,13	+Uп (5В)
7	-Uсм.фд (0…-5В)
12	Выход "Флаг"
14	Информационный выход
4,5,6,8,9, 11,15	Общий

Вывод	Назначение
1	-Uсм.фд (0…-5В)
2,5,6,8	Общий
3	Свободный
4	Выход
7	+Uп (5В)



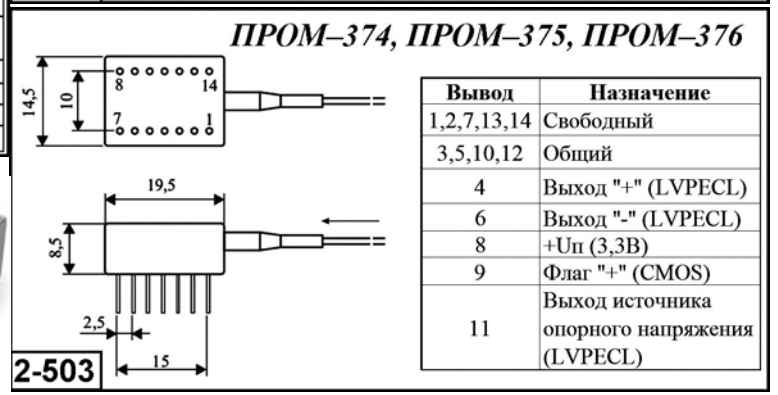
Вывод	Назначение
1,2,3,4,5,16,17, 18,19,20	Свободный
6,13,15	Общий
7	Выход (+)
8,15	Общий
9	Выход (-)
10	-Uсм.фд (0…-5В)
11	+Uп (5В)
12	Флаг (+)
14	Флаг (-)



Вывод	Назначение
1	-Uсм.фд (0…-5В)
2,3,5,6,8,9, 11,12,13,14	Общий
4	Свободный
7	Выход
10	+Uп (5В)

Вывод	Назначение
1,2,7,13,14	Свободный
3,5,10,12	Общий
6	Выход "-"
8	+Uп (5В)
9	Флаг "+"
11	Флаг "-"

Вывод	Функциональное назначение
1,2,5,6,7,8, 10,11,15	Общий
3,9	+Uп (5В)
4	Свободный
12	Флаг (CMOS)
14	Выход (CMOS)



Вывод	Назначение
1,2,7,13,14	Свободный
3,5,10,12	Общий
4	Выход "+" (LVPECL)
6	Выход "-" (LVPECL)
8	+Uп (3,3В)
9	Флаг "+" (CMOS)
11	Выход источника опорного напряжения (LVPECL)

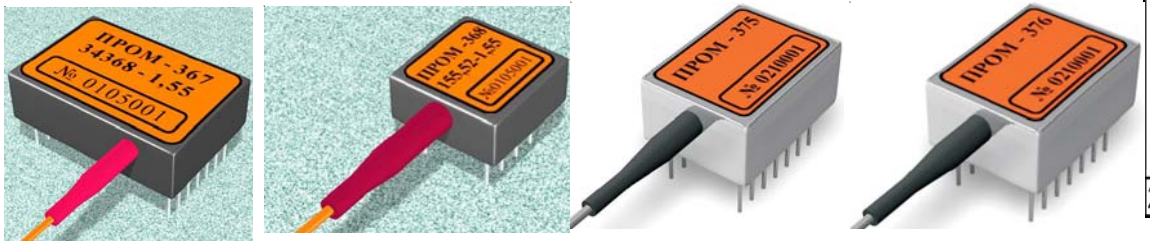


Рис. 2.3.139. Внешний вид и габаритные размеры модулей ПРОМ-367....ПРОМ-377.

Таблица 2.3.106. Основные параметры оптических приемных модулей ПРОМ-367...ПРОМ-377 при температуре 20+5°С.

Тип прибора	Δλ, мкм	Скорость приема, Мбит/с	Детектируемая мощность, ($U_{см.фд}$)		Шумовая полоса пропускания, МГц (тип)	Коэффициент передачи, $K_п$, В/мВт	Спектральная плотность шума, $F_ш$, Вт*Гц$^{-1/2}$	$U_{вых}$, В, не более	$U_{см.фд}$, В	$U_{ВЫХ(DC)}$, В	$U_п$, В	$I_п$, мА, не более	$R_Н$, Ом, не более	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
			Минимальная, $P_{мин}$, дБм	Максимальная, $P_{макс}$, дБм											
ПРОМ-367-2048	1,3…1,57	2,048	-50	-3 (-5)	-	-	-	-	0…-5	-	4,5…5,5	100	500	8,5 x 29,5 x 19,5	2-498
ПРОМ-367-8448	1,3…1,57	8,448	-47	-3 (-5)	-	-	-	-	0…-5	-	4,5…5,5	100	500	8,5 x 29,5 x 19,5	2-498
ПРОМ-367-34368	1,3…1,57	34,368	-42	-3 (-5)	-	-	-	-	0…-5		4,5…5,5	100	500	8,5 x 29,5 x 19,5	2-498
ПРОМ-368-34368	1,2…1,57	34,368	-42	-3 (-5)	50	25	$0{,}8*10^{-12}$	2	0…-5	0,5…1,8	4,5…5,5	30	50	6,5 x 12 x 12	2-499
ПРОМ-368-15552	1,2…1,57	15,552	-39	-3 (-5)	110	8	$0{,}9*10^{-12}$	2	0…-5	0,5…1,8	4,5…5,5	30	50	6,5 x 12 x 12	2-499
ПРОМ-370	1,3…1,57	155,52	-38	-3 (-5)	-	-	-	-	0…-5	-	4,5…5,5	50	270	11 x 12,5 x 31	2-500
ПРОМ-371-1200	1,2…1,57	1200	-31	-3 (-5)	850	0,9	$5*10^{-12}$	-	0…-5	-	4,5…5,5	40	50	8,5 x 12,7 x 21	2-501
ПРОМ-371-2500	1,2…1,57	2500	-28	-3 (-5)	1800	0,4	$8*10^{-12}$	-	0…-5	-	4,5…5,5	40	50	8,5 x 12,7 x 21	2-501
ПРОМ-373	1,2…1,57	155,52	-39	-2	-	-	-	-	-	-	4,5…5,5	100	50	8,5 x 14,5 x 19,5	2-502
ПРОМ-374	1,2…1,57	155,52	-39	-2	-	-	-	-	-	-	3…3,6	100	50	8,5 x 14,5 x 19,5	2-503
ПРОМ-375	1,2…1,57	155,52	-33	-2	-	-	-	-	-	-	4,5…5,5	100	50	8,5 x 14,5 x 19,5	2-503
ПРОМ-376	1,2…1,57	622	-33	-2	-	-	-	-	-	-	3…3,6	100	50	8,5 x 14,5 x 19,5	2-503
ПРОМ-377-2048	1,2…1,57	2,048	-50	-1	-	-	-	-	-	-	4,5…5,5	80	50	8,5 x 14,5 x 19,5	2-504
ПРОМ-377-8448	1,2…1,57	8,448	-47	-1	-	-	-	-	-	-	4,5…5,5	80	50	8,5 x 14,5 x 19,5	2-504
ПРОМ-377-34368	1,2…1,57	34,368	-42	-1	-	-	-	-	-	-	4,5…5,5	80	50	8,5 x 14,5 x 19,5	2-504

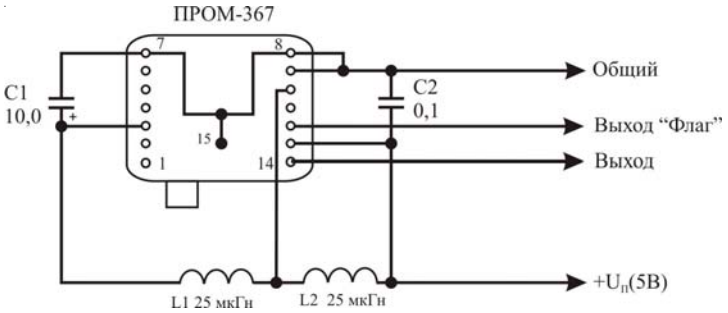


Рис. 2.3.140а. Схема включения модуля ПРОМ-367.

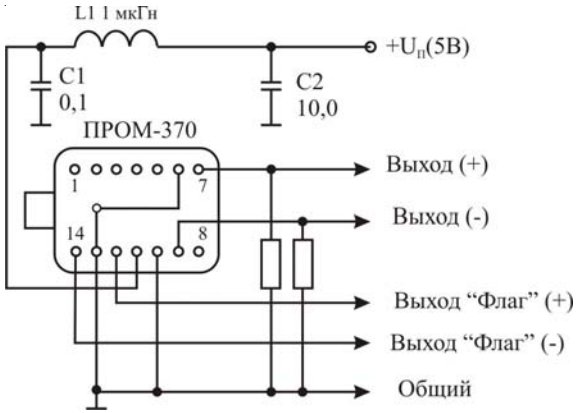


Рис.2.3.140г. Схема включения модуля ПРОМ-371.

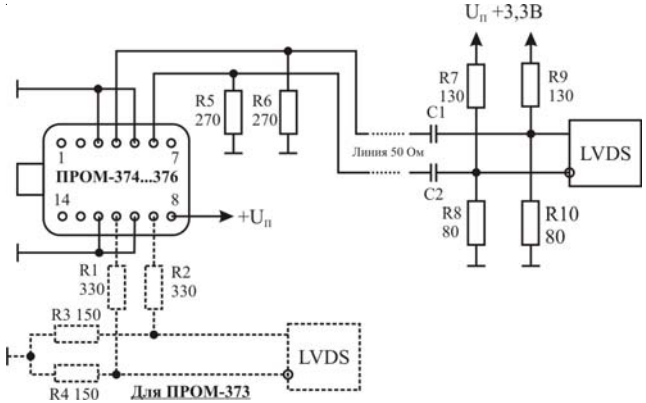


Рис.2.3.140д. Схема сопряжения модулей ПРОМ-373 и ПРОМ-374...ПРОМ-376 с LVDS.

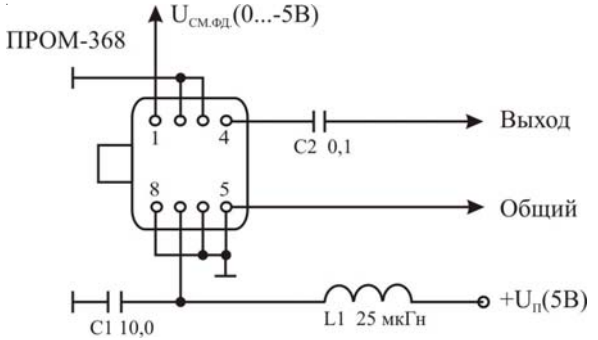


Рис.2.3.140б. Схема включения модуля ПРОМ-368.

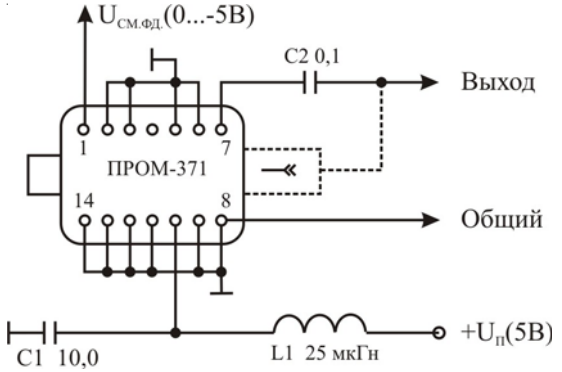


Рис.2.3.140в. Схема включения модуля ПРОМ-370.

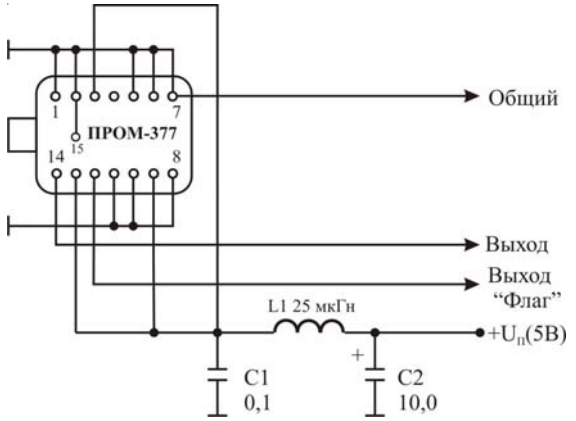


Рис.2.3.140е. Схема включения модуля ПРОМ-377.

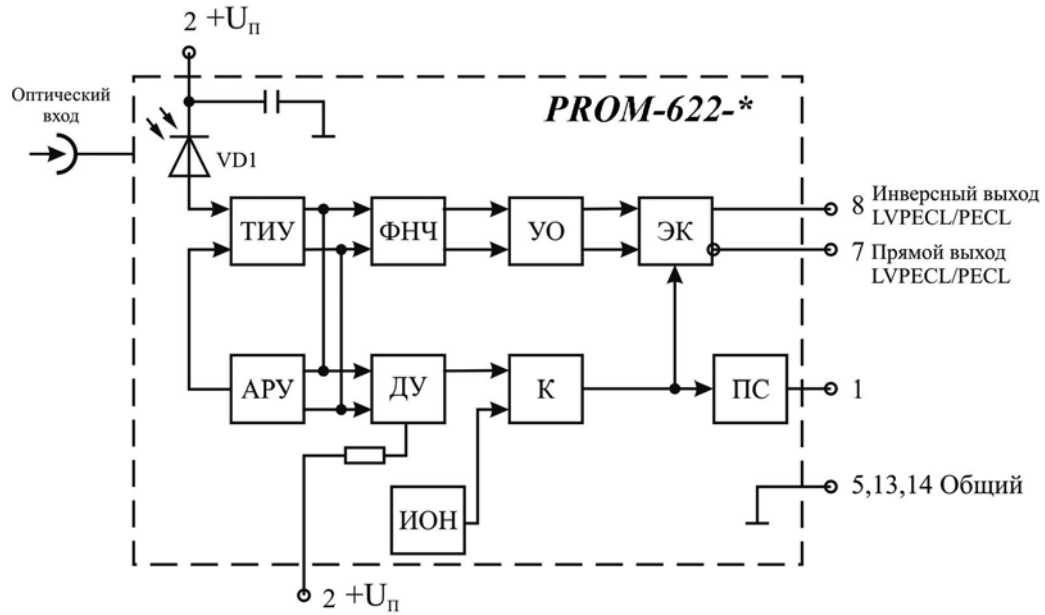
2.3.10.5.12. Приемные оптические модули PROM-622-3-S*, PROM-622-3-M5, PROM-622-3-M6, PROM-622-5-S*, PROM-622-5-M5, PROM-622-5-M6 [$\Delta\lambda$=1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Приемные оптические модули серии PROM-622-* предназначены для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи со скоростью передачи информации до 622 Мбит/сек , функционирующих в спектральном диапазоне 1,1...1,65 мкм.

В состав модулей PROM-622-х - входят: InGaAs PIN фотодиод (VD1), состыкованный с одномодовым (PROM-622-S), либо многомодовым (PROM-622-M), оптическим волокном, трансимпедансный усилитель (ТИУ) со схемой АРУ, фильтр нижних частот (ФНЧ) , усилитель ограничитель (УО), электронный ключ (ЭК), детектор уровня (ДУ), компаратор (К), повторитель сигнала (ПС), источник опорного напряжения (ИОН). Функциональная схема модуля приведена на рис.2.3.141.

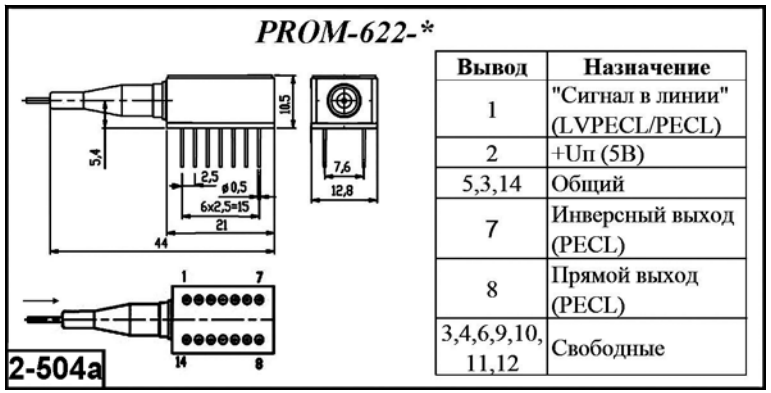
Модули имеют дифференциальный PECL/LVPECL выход и PECL/LVPECL-выход отсутствия сигнала в линии

Приемные оптические модули PROM-622-* выпускаются в герметичных металлостеклянных корпусах на основе стандартного основания типа DIL-14. Основные параметры модулей приведены в табл. 2.3.107, внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.142.



ФД - фотодиод, ТИУ-трансимпедансный усилитель, ФНЧ – фильтр нижних частот, УО - усилитель ограничитель, АРУ – схема автоматической регулировки усиления, ДУ – детектор уровня, К – компаратор, ПС – повторитель сигнала, ЭК – электронный ключ, ИОН – источник опорного напряжения.

Рис. 2.3.141. Функциональная схема модуля серии PROM-622-*



Вывод	Назначение
1	"Сигнал в линии" (LVPECL/PECL)
2	+Uп (5В)
5,3,14	Общий
7	Инверсный выход (PECL)
8	Прямой выход (PECL)
3,4,6,9,10, 11,12	Свободные



Рис.2.3.142. Внешний вид и габаритные размеры серии PROM-622-*

Таблица 2.3.107. Основные параметры цифровых фотоприемных модулей серии PROM-622-* при температуре 20±5оС

Тип прибора	Δλ, мкм	Диаметр жилы и оболочки волокна, D_C/D_{CL}, мкм	Чувствительность при вероятности ошибки 10^{-9}, S_{SEN}, дБм, не менее	Максимальная детектируемая мощность, P_{SAT}, дБм	I_H, мА, не более	$U_П$, В	$I_П$, мА, не более	Длина входного отрезка оптоволокна, м	ΔT, ^oC	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PROM-622-3-S*	1,1…1,65	9/125	-30(622Мбод)	1 (λ=1,31 мкм)	10	3,0…3,6	120	0,3…1	-20…+55	12,8 x 10,5 x 44	2-504а
PROM-622-3-M5	1,1…1,65	50/125	-30(622Мбод)	1 (λ=1,31 мкм)	10	3,0…3,6	120	0,3…1	-20…+55	12,8 x 10,5 x 44	
PROM-622-3-M6	1,1…1,65	60,2/125	-30(622Мбод)	1 (λ=1,31 мкм)	10	3,0…3,6	120	0,3…1	-20…+55	12,8 x 10,5 x 44	
PROM-622-5-S*	1,1…1,65	9/125	-30(622Мбод)	1 (λ=1,31 мкм)	10	4,75...5,25	120	0,3…1	-20…+55	12,8 x 10,5 x 44	
PROM-622-5-M5	1,1…1,65	50/125	-30(622Мбод)	1 (λ=1,31 мкм)	10	4,75...5,25	120	0,3…1	-20…+55	12,8 x 10,5 x 44	
PROM-622-5-M6	1,1…1,65	60,2/125	-30(622Мбод)	1 (λ=1,31 мкм)	10	4,75...5,25	120	0,3…1	-20…+55	12,8 x 10,5 x 44	

2.3.10.5.13. Приемные оптические модули PROM-622-3-cl-S*, PROM-622-3-cl-M5, PROM-622-3-cl-M6, PROM-622-5-cl-S*, PROM-622-5-cl-M5, PROM-622-5-cl-M6 [$\Delta\lambda$=1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

Приемные оптические модули PROM-622-3-cl и PROM-622-5-cl - предназначены для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи со скоростью передачи информации до 622 Мбит/сек , функционирующих в спектральном диапазоне 1,1...1,65 мкм.

В состав модулей PROM-622-3-cl и PROM-622-5-cl - входят: InGaAs PIN фотодиод (VD1), состыкованный с одномодовым (PROM-622-x-x-S), либо многомодовым (PROM-622-x-x-M), оптическим волокном, малошумящий трансимпедансный усилитель (ТИУ) со схемой АРУ, УО - усилитель ограничитель (УО), фильтр нижних частот (ФНЧ), генератор управляемый напряжением (ГУН), фазоинвертор (ФИ), детектор уровня (ДУ), фазовый детектор (ФД), устройство синхронизации (УС), повторитель сигнала (ПС). Функциональная схема модуля приведена на рис. 2.3.144.

Модули PROM-622-3-cl выпускаются с напряжением питания 3,3В, а PROM-622-5-cl – с напряжением питания – 5В.

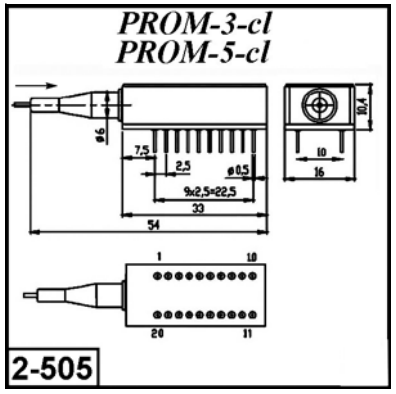
Модули PROM-622-3-cl (PROM-622-5-cl) – имеют выходные информационные сигналы и сигналы тактовой частоты LVPECL (или TTL)-уровней. Дополнительно имеются два вспомогательных выхода, один из которых индицирует в LVTTL (или TTL)-уровне наличие на входе оптического сигнала (устанавливается по согласованию), а второй - аналоговый выход, величина сигнала на котором пропорциональна входной оптической мощности.

Приемные оптические модули PROM-622-3-cl и PROM-622-5-cl выпускаются в металлостеклянных корпусах на основе стандартного основания типа DIL-20.

Основные параметры модулей приведены в табл. 2.3.108. Внешний, габаритные размеры и таблицы назначения выводов приведены на рис. 2.3.143. Типовая схема включения модуля PROM-622-3-cl приведена на рис. 2.3.145.

PROM-622-3-cl

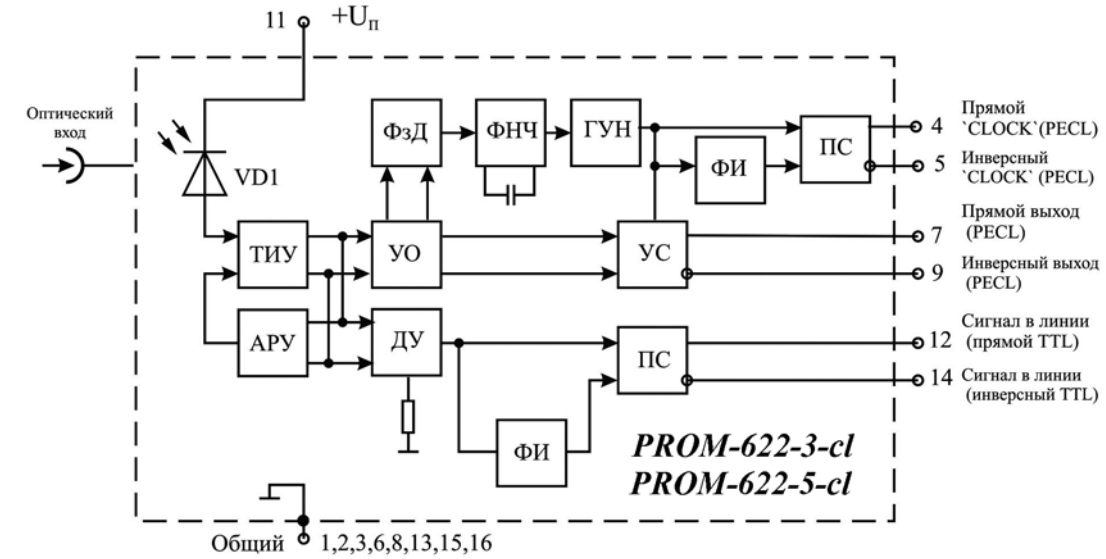
Вывод	Назначение
1,2,3,6,8,13,15,16	Общий
4	Прямой выход "CLOCK"(LVPECL)
5	Инверсный выход "CLOCK"(LVPECL)
7	Прямой выход (LVPECL)
8	Инверсный выход (LVPECL)
11	+Uп (5В)
12	Сигнал в линии (LVPECL)
14	Сигнал в линии (инверс. LVPECL)
17,18,20	Свободные
10, 19	Контрольный выход



PROM-622-5-cl

Вывод	Назначение
1,2,3,6,8,13,15,16	Общий
4	Прямой выход "CLOCK"(PECL)
5	Инверсный выход "CLOCK"(PECL)
7	Прямой выход (PECL)
8	Инверсный выход (PECL)
11	+Uп (5В)
12	Сигнал в линии (ТТЛ)
14	Сигнал в линии (инверс. ТТЛ)
10,17,18,19,20	Свободные

Рис. 2.3.143. Внешний вид, габаритные размеры и таблицы назначения выводов модулей PROM-622-3-cl и PROM-622-5-cl.



ФД - фотодиод, ТИУ-трансимпедансный усилитель, УО - усилитель ограничитель, ФзД – фазовый детектор, ФНЧ – фильтр нижних частот, ГУН – генератор управляемый напряжением, УС – устройство синхронизации, ФИ – фазоинвертор, ФИ – фазоинвертор, АРУ – схема автоматической регулировки усиления, ДУ – детектор уровня, ПС – повторитель сигнала

Рис. 2.3.144. Функциональная схема модулей PROM-622-3-cl и PROM-622-5-cl..

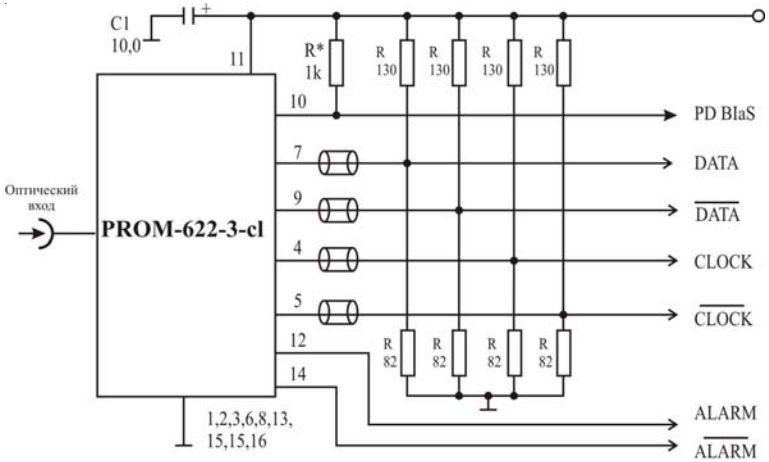


Рис.2.3.145. Типовая схема включения модуля серии PROM-622-3-cl.

Таблица 2.3.108. Основные параметры цифровых фотоприемных модулей серии PROM-622-cl при температуре 20±5оС

Тип прибора	Δλ, мкм	Диаметр жилы и оболочки волокна, Dc/Dcl, мкм	Чувствительность при вероятности ошибки 10^{-9}, Ssen, дБм, не менее	Максимальная детектируемая мощность, Psat, дБм	Iн, мА, не более	Uп, В	Iп, мА, не более	Длина входного отрезка опто-волокна, м	ΔT, °C	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PROM-622-3-cl-S*	1,1…1,65	9/125	-30(622Мбод)	-3	10	2,97…3,63	120	0,2…1,1	-40…+55	12,8 x 10,5 x 44	2-505
PROM-622-3-cl-M5	1,1…1,65	50/125	-30(622Мбод)	-3	10	2,97…3,63	120	0,2…1,1	-40…+55	12,8 x 10,5 x 44	
PROM-622-3-cl-M6	1,1…1,65	60,2/125	-30(622Мбод)	-3	10	2,97…3,63	120	0,2…1,1	-40…+55	12,8 x 10,5 x 44	
PROM-622-5-cl-S*	1,1…1,65	9/125	-30(622Мбод)	1	10	4,75...5,25	120	0,3…1	-40…+55	12,8 x 10,5 x 44	
PROM-622-5-cl-M5	1,1…1,65	50/125	-30(622Мбод)	1	10	4,75...5,25	120	0,3…1	-40…+55	12,8 x 10,5 x 44	
PROM-622-5-cl-M6	1,1…1,65	60,2/125	-30(622Мбод)	1	10	4,75...5,25	120	0,3…1	-40…+55	12,8 x 10,5 x 44	

2.3.10.5.14. Приемные оптические модули PROM-622-hp-S, PROM-622-hp-M5, PROM-622-hp-M6 [$\Delta\lambda$=1,1...1,65; $\lambda_{раб}$=1,3 и 1,5 мкм]

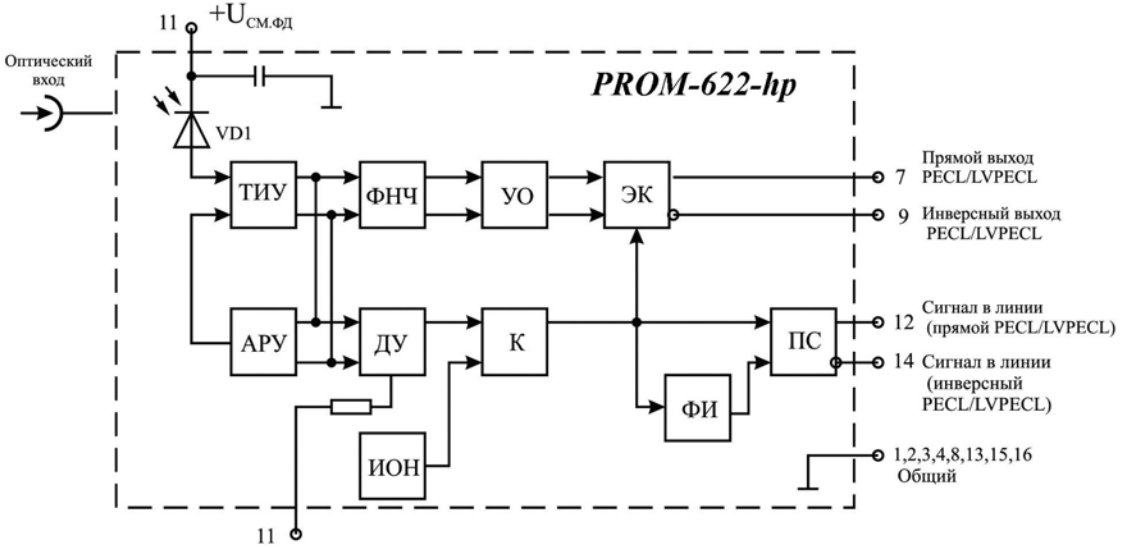
Приемные оптические модули PROM-622-3-hp предназначены для работы в цифровых волоконно-оптических линиях связи со скоростью передачи информации до 622 Мбит/сек , функционирующих в спектральном диапазоне 1,1...1,65 мкм.

В состав модулей PROM-622-hp - входят: InGaAs PIN фотодиод (VD1), состыкованный с одномодовым (PROM-622-hp-S), либо многомодовым (PROM-622-hp -M), оптическим волокном, малошумящий трансимпедансный усилитель (ТИУ) со схемой АРУ, фильтр нижних частот (ФНЧ), усилитель ограничитель (УО), электронный ключ (ЭК), детектор уровня (ДУ), компаратор (К), фазоинвертор (ФИ), повторитель сигнала (ПС), источник опорного напряжения (ИОН). Функциональная схема модуля приведена на рис. 2.3.146а.

Модули имеют дифференциальный PECL выход и PECL-выход отсутствия сигнала в линии.

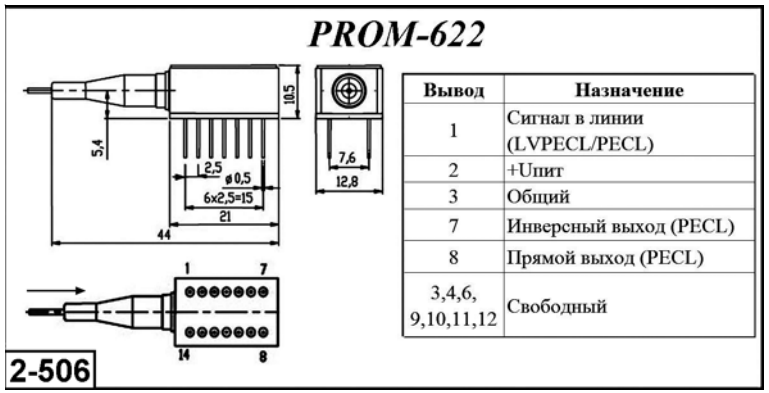
Приемные оптические модули PROM-622-hp выпускаются в металлостеклянных корпусах на основе стандартного основания типа DIL-20.

Основные параметры модулей приведены в табл. 2.3.109. Внешний, габаритные размеры и таблицы назначения выводов приведены на рис. 2.3.146б.



ФД - фотодиод, ТИУ-трансимпедансный усилитель, ФНЧ – фильтр нижних частот, УО - усилитель ограничитель, АРУ – схема автоматической регулировки усиления, ДУ – детектор уровня, К – компаратор, ФИ – фазоинвертор, ПС – повторитель сигнала, ЭК – электронный ключ, ИОН – источник опорного напряжения.

Рис. 2.3.146а. Функциональная схема модулей PROM-622-hp



Вывод	Назначение
1	Сигнал в линии (LVPECL/PECL)
2	+Uпит
3	Общий
7	Инверсный выход (PECL)
8	Прямой выход (PECL)
3,4,6, 9,10,11,12	Свободный

Рис.2.3.146б. Внешний вид и габаритные размеры модуля PROM-622-hp.

Таблица 2.3.109. Основные параметры цифровых фотоприемных модулей серии PROM-622-hp при температуре 20±5оС

Тип прибора	Δλ, мкм	Диаметр жилы и оболочки волокна, Dc/Dcl, мкм	Чувствительность при вероятности ошибки 10^{-9}, Ssen, дБм, не менее	Максимальная детектируемая мощность, Psat, дБм	Iн, мА, не более	Uп, В	Iп, мА, не более	Длина входного отрезка опто-волокна, м	ΔT, °C	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
PROM-622-hp-S	1,1…1,65	9/125	-30(-35)	1	10	4,75...5,25	120	0,3…1	-20…+55	12,8 x 10,5 x 44	2-506
PROM-622-hp-M5	1,1…1,65	50/125	-30(-35)	1	10	4,75...5,25	120	0,3…1	-20…+55	12,8 x 10,5 x 44	
PROM-622-hp-M6	1,1…1,65	62,5/125	-30(-35)	1	10	4,75...5,25	120	0,3…1	-20…+55	12,8 x 10,5 x 44	

2.3.10.5.15д. Модули волоконно-оптические, фотоприемные ФПД-А, ФПД-Б [$\lambda_{раб}$ =0,85 мкм или $\lambda_{раб}$ =1,3 мкм]

Фотоприемные модули ФПД-А, ФПД-Б предназначены для использования в качестве приёмников излучения с рабочими длинами волн 0,85 и 1,3 мкм в составе волоконно-оптических систем.

Конструктивно модули представляют собой корпусированные фотодиоды размещенные в стандартизированных корпусах типа “Housing” с оптическим разъемом FC или ST.

В модулях используются два типа фотодиодов: Si для приема излучения с $\lambda_{раб}$ =0,85 мкм, или InGaAs с $\lambda_{раб}$ =1,3 мкм.

Основные параметры модулей приведены в табл. 2.3.109д. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис.2.3.146д.

Область применения: Контрольно-измерительная аппаратура, волоконно-оптические сенсоры, медицинская техника.

Таблица 2.3.109д. Основные параметры модулей ФПД-А,ФПД-Б.

Наименование параметра. Единица измерения.	ФПД-А	ФПД-Б
Рабочая длина волны излучения, мкм	0,85	1,3
Полоса рабочих частот (по уровню -3 дБ), ГГц	0…0,05	0…1,5
Чувствительность с ОВ(∅ 62,5/125мкм), мА/мВт	0,5	0,8
Емкость (F = 1 мГц, Uобр.=5В)	5	1,5
Типовое значение прямого напряжения , В	0,7	1,5
Обратное напряжение, В	25	10
Темновой ток, нВ, не более	1	1
Диапазон рабочих температур, °С	-40…+50	
Габаритные размеры (без выводов), мм, не более	9,5 x 12 x 12,6 или 9,5 x 12 x 19,6	

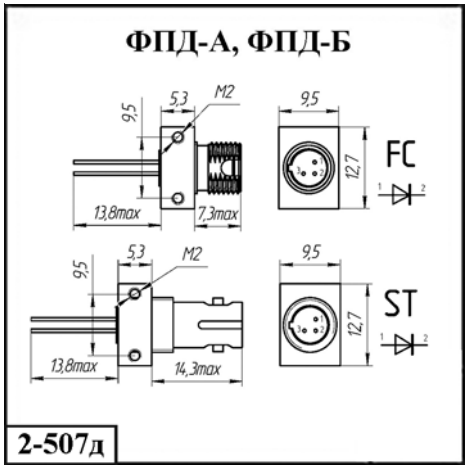


Рис. 2.3.146д. Внешний вид и габаритные размеры ФПД-А, ФПД-Б

2.3.10.5.16д. Модули волоконно-оптические приемные, цифровые OMRD-01 [$\lambda_{раб}$ =1,33...1,55 мкм].

Модули волоконно-оптические, цифровые приемные OMRD-01 предназначены для использования в качестве приемников излучения с рабочим дипазоном 1,35...1,55 мкм в составе информационных волоконно-оптических линий связи, эксплуатируемых в условиях воздействий повышенных электромагнитных помех и климатических воздействий.

В состав модуля OMRD-01 входят: быстродействующий pin-фотодиод на основе InGaAs, трансимпедансный входной усилитель и устройство дискретизации по уровню. Структурная схема модуля приведена на рис. 2.3.146д1.

Конструктивно OMRD-01 представляет собой микромодуль, размещенный в герметичном металлостеклянном корпусе из специальных сплавов, что обеспечивает его высокие эксплуатационные характеристики.

Модули снабжены оптическими разъемами типа : ST, FC, Лист-X, а с внешними цепями соединяются при помощи штырьевых выводов.

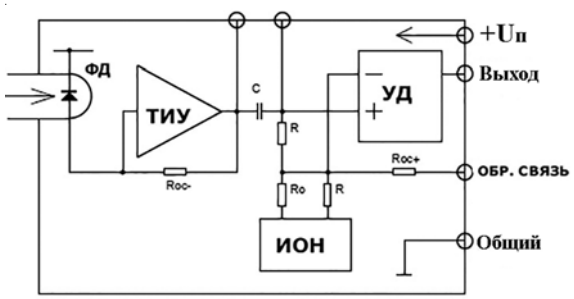
Основные параметры модулей приведены в табл.2.3.109д1. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис.2.3.146д2. Схема включения приведена на рис. 2.3.146д3.

Рекомендуется использовать приемные модули OMRD-01 в комплекте с передающим модулем OMTD-01s ($\lambda_{раб}$=1,3мкм) или OMTD-02m ($\lambda_{раб}$=0,85мкм и $\lambda_{раб}$=1,3мкм).

Область применения: Локальные цифровые системы передачи информации с использованием многомодовых волокон (MMF) и протяженностью < 10км. Сетевые удлинители.

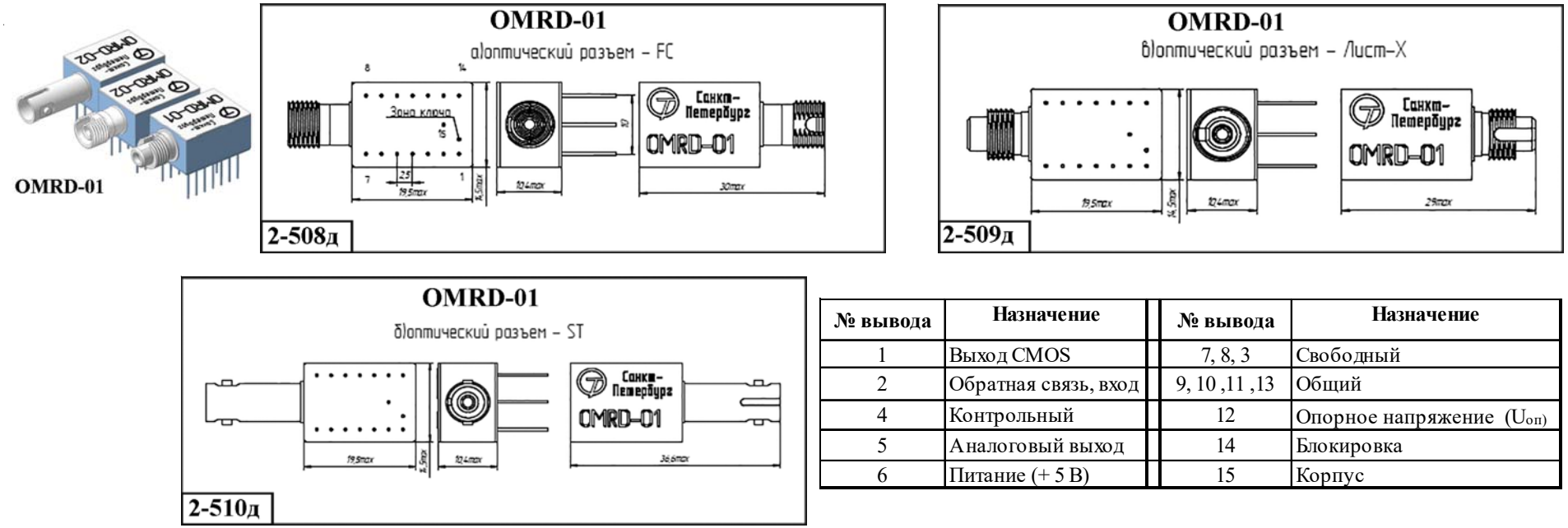
Таблица 2.3.109д1. Основные параметры модулей OMRD-01 при температуре 20±5°C

Наименование параметра. Единица измерения.		Норма параметра
Рабочая длина волны излучения, мкм		1,33…1,55
Минимальная входная оптическая мощность (БИФ, ПСП=1+2^{23}, BER= -1E9), Ндбм		-42
Максимальная входная оптическая мощность (БИФ, ПСП=1+2^{23}, BER=-1E9), Ндбм		-20
Максимальная скорость передачи, мбит/с		34
Напряжение питания, В		5±10%
Ток потребления, мА, не более		25
Диапазон рабочих температур, °C		-40…+60
Габаритные размеры (без выводов), мм	Оптический разъем - FC	14,5 x 10,4 x 30
	Оптический разъем - ST	14,5 x 10,4 x 36,6
	Оптический разъем - Лист-X	14,5 x 10,4 x 29



ИОН - источник опорного напряжения
ТИУ - трансимпедансный усилитель
УД - устройство дискретизации

Рис. 2.3.146д1. Структурная схема модуля OMRD-01.



№ вывода	Назначение	№ вывода	Назначение
1	Выход CMOS	7, 8, 3	Свободный
2	Обратная связь, вход	9, 10 ,11 ,13	Общий
4	Контрольный	12	Опорное напряжение ($U_{оп}$)
5	Аналоговый выход	14	Блокировка
6	Питание (+ 5 В)	15	Корпус

Рис. 2.3.146д2. Внешний вид и габаритные размеры приемных модулей OMRD-01.

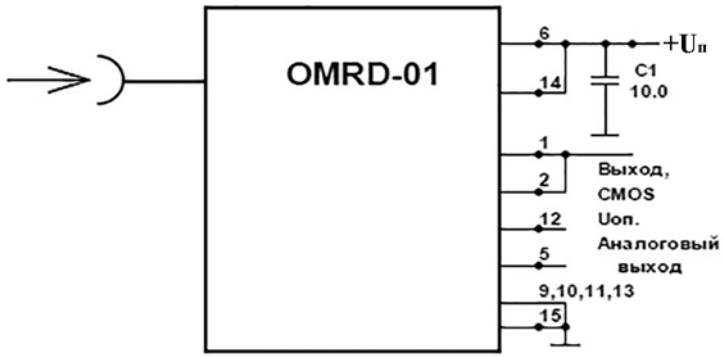


Рис. 2.3.146д3. Схема включения модуля OMRD-01.

2.3.10.5.17д. Волоконно-оптические модули, приемные, цифровые OMRD-02A и OMRD-02B [$\lambda_{раб}$=0,85 и $\lambda_{раб}$=1,3 мкм]

Волоконно-оптические приемные модули OMRD-02A и OMRD-02B предназначены для использования в качестве приёмника излучения с рабочими длинами волн **0,85** и **1,3 мкм** в волоконно-оптических системах.

В состав устройства входят Si фотодиод с $\lambda_{раб}$=0,85 мкм (или InGaAs фотодиод с $\lambda_{раб}$=1,3 мкм), и усилитель фототока. Структурная схема модуля приведена на рис. 2.3.146д5, а схема включения - на рис.2.3.146д6.

Конструктивно устройство представляют собой микромодуль, размещенный в герметичном металлостеклянном корпусе со штырьковыми выводами. Модули снабжены оптическими разъемами типа : ST или FC

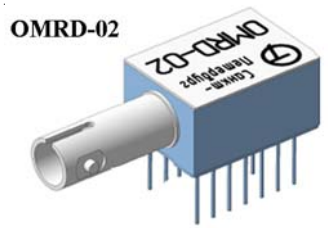
Основные параметры модулей приведены в табл.2.3.109д2, внешний вид и габаритные размеры показаны на рис. 2.3.146д4.

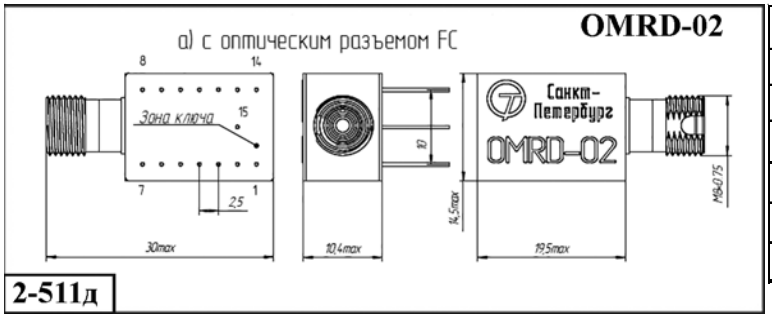
Рекомендуется использовать в комплекте с передающим модулем OMTD-01s ($\lambda_{раб}$=1,3мкм) или OMTD-02m ($\lambda_{раб}$=0,85мкм и $\lambda_{раб}$=1,3мкм).

Область применения: волоконно-оптические оптроны, дистанционные переключатели, высоковольтные сильноточные коммутаторы.

Таблица 2.3.109д2. Основные параметры модулей OMRD-02A и OMRD-02B.

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра	
	OMRD-02-A	OMRD-02-B
Рабочая длина волны излучения, мкм	0,85	1,3
Пороговая чувствительность, дБм	-10	
Время переключения из сост.”0” в сост. “1” . мкс, не более	0,02	0,2
Время переключения из сост.”1” в сост. “0” . мкс, не более	0,2	
Динамический диапазон входных сигналов (при UП=12 В) D, дБ, не менее	10	
Сопротивление нагрузки (при UП=12 В), кОм, не менее	0,3	
Максимальный выходной ток (ОК), мА	40	
Напряжение питания, В	+3...12	
Диапазон рабочих температур, оС	- 40...+60	
Габаритные размеры (без выводов), мм		
с оптическим разъемом FC	14,5 x 10,4 x 30	
с оптическим разъемом ST	14,5 x 10,4 x 36,6	





№ вывода	Назначение
1	Питания (+3…12В)
2	Общий
3÷12	Свободный
13	Общий
14	Выход (ОК)
15	Корпус

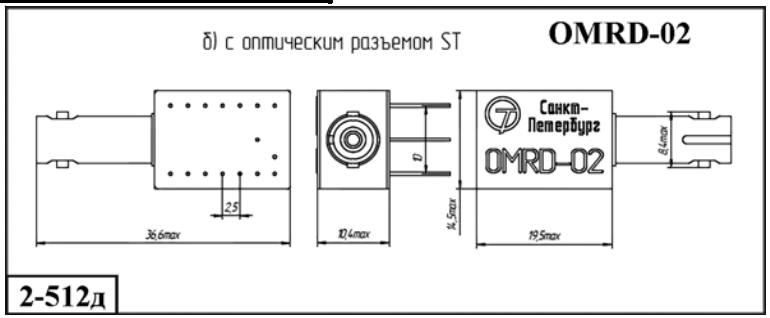


Рис. 2.3.146д4. Внешний вид и габаритные размеры приемных модулей OMRD-02.

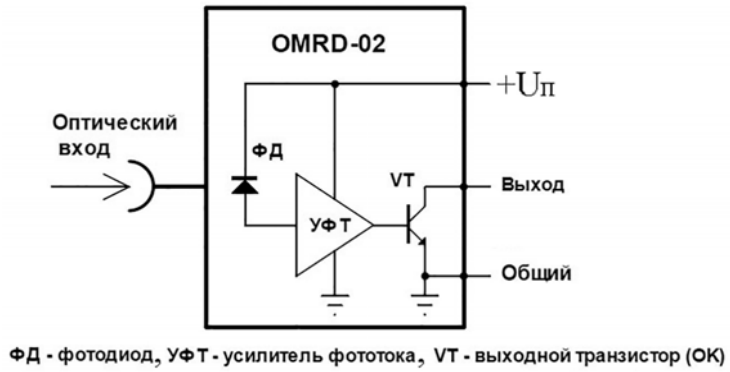


Рис. 2.3.146д5. Структурная схема модуля OMRD-02.

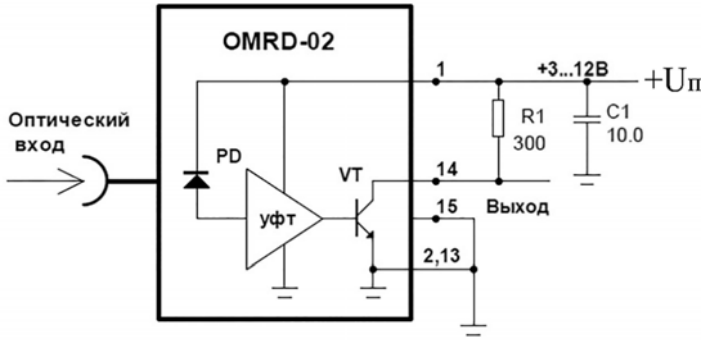


Рис. 2.3.146д6. Схема включения модуля OMRD-02.

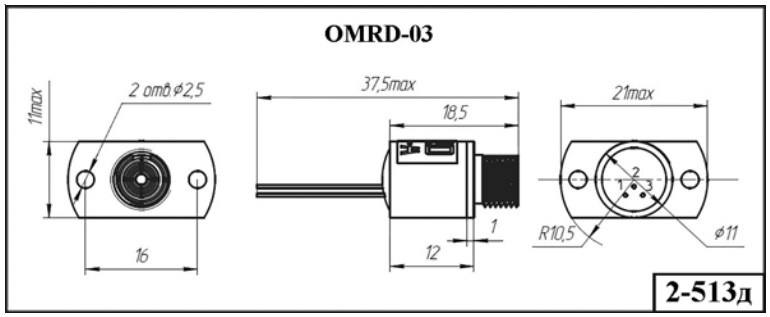
2.3.10.5.18д. Приемник оптического сигнала OMRD-03 [$\lambda_{раб}$=0,85 и $\lambda_{раб}$=1,3 мкм]

Приемник оптического сигнала OMRD-03 предназначен для приема оптических сигналов в спектральном диапазоне с $\lambda_{раб}$=0,85 и $\lambda_{раб}$=1,3 мкм в условия воздействия электромагнитных помех. В состав модуля OMRD-03 входят: быстродействующий фотодиод, входной усилитель тока , фильтр и выходной транзистор (ОК). Структурная схема модуля приведена на рис.2.3.146д8. Основные параметры приведены в табл.2.3.109д3.

Приемник используется в составе дистанционного переключателя в комплекте с передающим модулем OMTD-03. Размещены в оригинальных металлических корпусах, обеспечивающих высокую помехозащищенность. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис. 2.3.146д7.

Область применения: волоконно-оптические оптроны и станционные переключатели, высоковольтные сильноточные коммутаторы, системы управления энергетическим оборудованием..





№ вывода	Назначение
1	Uпит. (+5В)
2	Выход , (ОК)
3	Общий

Рис. 2.3.146д7. Внешний вид и габаритные размеры приемных модулей OMRD-02.

Таблица 2.3.2.3.109д3. Основные параметры модулей OMRD-03.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Рабочая длина волны излучения	0.85 или 1.3
Минимальная входная оптическая мощность, мкВт	30
Максимальная входная оптическая мощность, мкВт	2×10^3
Длительность фронта/спада оптического излучения, нс, не более	50
Минимальная длительность выходного импульса	не ограничена
Выходной ток приемника ОК (амплитудное значение), мА, не более	40
Сопротивление нагрузки. Ом, не менее	300
Напряжение питания, В	5±10%
Номинальное напряжение внутреннего стабилитрона, В	3…12
Ток потребления, мА, не более	н/д
Диапазон рабочих температур, °С	-40…+60
Габаритные размеры (без выводов), мм	21 x 11 x 19

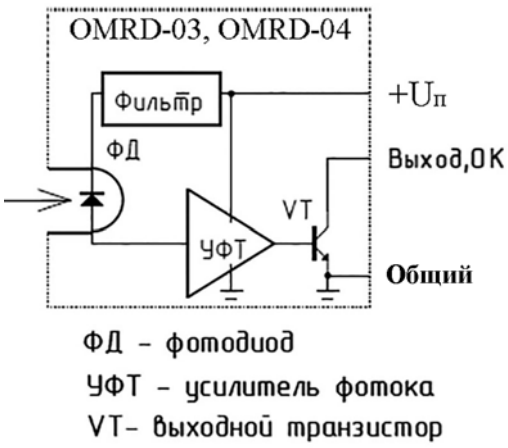


Рис. 2.3.146д8. Структурная схема модуля OMRD-03.

2.3.10.5.19д. Приемный модуль OMRD-04 [$\lambda_{раб}$=0,65 мкм]

Модуль OMRD-04 предназначен для приема оптических сигналов в спектральном диапазоне с $\lambda_{раб}$=0,65 мкм.

В состав модуля OMRD-04 входят: быстродействующий кремниевый фотодиод, входной усилитель тока , фильтр и выходной транзистор (ОК). Структурная схема модуля приведена на рис.2.3.149д8.

Модули размещены в герметичных металлических корпусах со штырьковыми выводами и снабжен оптическим разъемом. Внешний вид и габаритные размеры модуля приведены на рис.2.3.146д9. Схема включения приведена на рис. 2.3.146д10.

Основные параметры модуля OMRD-04 приведены в табл. 2.3.109д4.

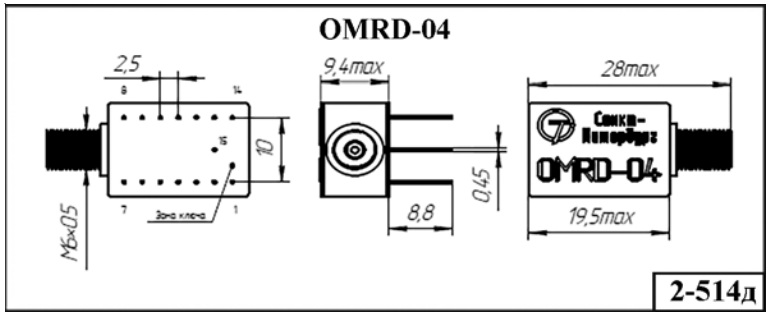
Приемный модуль OMRD-04 рекомендуется использовать в комплекте с передающим модулем OMTD-04 ($\lambda_{раб}$=0,65 мкм).

Область применения: локальные цифровые системы передачи информации, системы управления энергетическими установками и оборудованием железнодорожных станций.

Таблица 2.3.109д4. Основные параметры модулей OMRD-04 при температуре 20±5^{0}C

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Рабочая длина волны излучения	0.65
Пороговая входная оптическая мощность, Ндбм	-20
Время переключения из сост.”0” в сост. “1” , $\tau_{вкл.}$ мкс , не более	0,2
Время переключения из сост.”1” в сост. “0” , $\tau_{выкл.}$ мкс , не более	0,5
Динамический диапазон входных сигналов (при $U_П$=12 В), дб, неменее	10
Сопротивление нагрузки (при $U_П$=12 В). Ом, не менее	300
Напряжение питания, В	3…12
Выходной ток приемника ОК (амплитудное значение), мА, не более	40
Ток потребления, мА, не более	н/д
Диапазон рабочих температур, ^{o}C	0…+70
Габаритные размеры (без выводов) мм	14,5 x 9,4 x 28





№ вывода	Назначение
1	+ Uпит.
2	Общий
3÷12	Свободный
13	Общий
14	Выход (ОК)
15	Корпус

Рис. 2.3.146д9. Внешний вид и габаритные размеры приемных модулей OMRD-04.

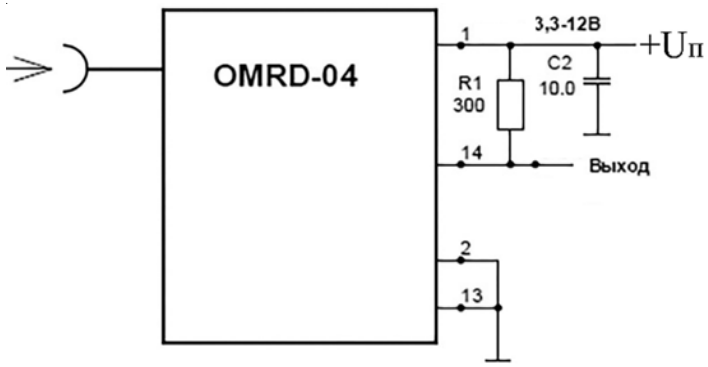


Рис. 2.3.146д10. Схема включения модуля OMRD-04.

2.3.10.5.20д. Приемный оптический модуль ПРОМ-12 [$\lambda_{раб}$=1,31 мкм]

Модуль оптический приемный ПРОМ-12 предназначен для использования в волоконно-оптических кольцевых информационных системах передачи и преобразования информации.

Модуль размещен в герметичном металлическом корпусе со штырьковыми выводами и снабжен оптическим разъемом. Внешний вид и габаритные размеры модуля приведены на рис.2.3.146д11. Схема включения приведена на рис. 2.3.146д12.

Основные параметры модуля ПРОМ-12 приведены в табл. 2.3.109д5.

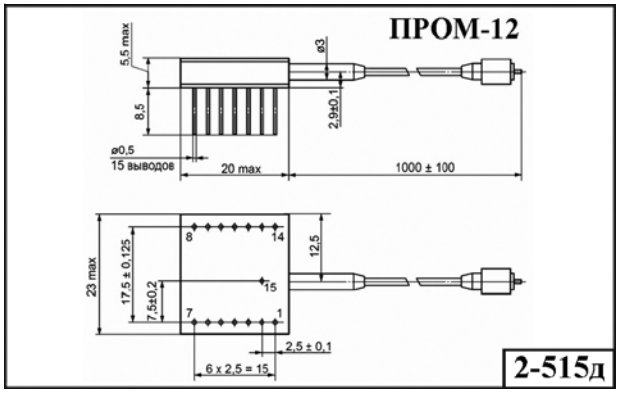


Рис. 2.3.146д11. Внешний вид и габаритные размеры приемных модулей ПРОМ-12 .



Рис. 2.3.146д12. Схема включения модуля ПРОМ-12 .

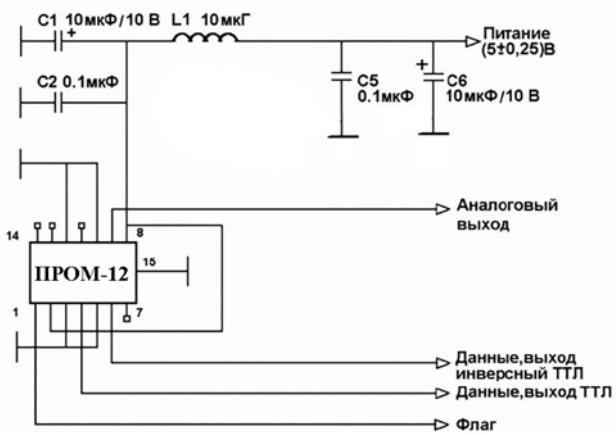


Таблица 2.3.109д6. Назначение выводов модуля ПРОМ-12.

№ вывода	Назначение
1	Флаг
2	Свободный/измерение мощности
3, 10, 12	Земля
4	Данные, выход ТТЛ
5	Земля
6	Данные, выход инверсный ТТЛ
7, 9, 11, 13, 14	Свободный
8	Питание (5-0,25) В
15	Корпус

Таблица 2.3.109д5. Основные параметры модулей ПРОМ-12 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Рабочая длина волны излучения	1,31
Длительность принимаемых импульсов излучения по уровню 0,5, нс	от 8 до 100
Максимальная детектируемая импульсная мощность излучения, дБм, не менее	-14
Порог чувствительности, дБм, не более	-33
Напряжение питания, В	5 ± 0.25
Потребляемая мощность, Вт, не более	0,9
Диапазон рабочих температур, ^{o}С	-40…+55
Габаритные размеры (без выводов), мм	20 x 23 x 5,5
Длина выводов, мм,	5 макс.
Длина оптического кабеля, мм	1000 ± 100
Тип оптического волокна	50/125
Масса, г, не более	30

Глава 2.3.11. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью

Фоточувствительный прибор с зарядовой связью является твердотельным аналогом приемной телевизионной трубки, функция которого состоит в восприятии изображения, разложении его на элементарные фрагменты, поэлементное электронное считывание и выдачу на выход видеосигналов, обеспечивающих, в конечном итоге, формирование на передающем устройстве исходного изображения.

В отличие от вакуумной приемной телевизионной трубки, например, видикона, так же имеющего полупроводниковую светочувствительную пластину (мишень), преобразующую изображение в электрические заряды, считывание которых производится электронным лучом, в фоточувствительном приборе с зарядовой связью, и преобразование света в электрические заряды, и сканирование происходит в одном полупроводниковом кристалле.

В результате фоточувствительный прибор с зарядовой связью является преобразователем изображения полностью твердотельным и имеет по сравнению с вакуумной трубкой множество преимуществ: малые габариты и массу, низкие рабочие напряжения, малую потребляемую мощность, точную адресацию всех элементов изображения, отсутствие инерционности в виде остаточного изображения.

Известны две наиболее распространенные разновидности ФППЗ – фоточувствительные приборы с переносом заряда (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 или два ряда), и матричные (элементы организованы в матрицу по строкам и столбцам).

Фоточувствительные приборы с зарядовой связью, предназначенные для диапазона 0,4…1,1 мкм, работают без охлаждения фоточувствительного элемента. ФПЗС, предназначенные для диапазонов 3…5 и 8…14 мкм комплектуются термоэлектрическими (ТЭО) или иными, (например, дроссельными) устройствами охлаждения фоточувствительных элементов.

Отечественные ФПЗС имеют различную архитектуру и состав элементов. Они являются сложными электронными приборами, которые требуют для своего функционирования, использования схем, т.н. электронного обрамления: генераторов импульсов, двухполярных источников питания, фильтров, усилителей и т.п.

Напряжение питания ФПЗС находятся в пределах от 5 до 30В при максимальном токе потребления в несколько миллиампер.

Напряжение питания термоэлектрических охладителей составляет от 1 до 6В при В при токе 1…2А.

Фоточувствительные приборы с зарядовой связью разрабатывались и выпускались несколькими предприятиями СССР, а потому при всей идентичности параметров, имели различные названия, а зачастую, и разные системы параметров. Номенклатура приборов насчитывает несколько десятков наименований.

Глава 2.3.11.1. Линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью

2.3.11.1.1. Линейные фоточувствительные приборы К1200ЦЛ1, 1200ЦЛ-1. 1200ЦЛ2, К1200ЦЛ3, 1200ЦЛ-4Б, 1200ЦЛ-4В, 1200ЦЛ-4Г, 1200ЦЛ-5, 1200ЦЛ6, 1200ЦЛ-7, 1200ЦЛ-7-1

Основные параметры линейных преобразователей серии 1200ЦЛ-х приведены в табл. 2.3.110. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.3.147....2.3.152.

Таблица 2.3.110. Основные параметры линейных преобразователей серии 1200ЦЛ-х при температуре 20±5°С

Тип	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Число элементов изображения	Размер элемента изображения, [шаг дискретизации], мкм	Длина фоточувствительной области, мм	Световая чувствительность (ист. типа "А"), мВ/лк	Число фаз управления	Постоянное напряжение на подложке, В	Напряжение сигнала насыщения, В, не менее	Динамический диапазон, о.е.	Максимальная экспозиция, лк/с	Неравномерность выходного светового и [темнового] сигнала, %	Глубина модуляции, %, не менее	Максимальная частота выходного сигнала, МГц	Габаритные размеры, мм [масса, г], не более
К1200ЦЛ1	0,45…1,05 [0,7…0,75]	1024	12x12 [12]	15,36	2,4	3	20	0,3	500	0,25	8 [2]	40	0,05…3	29,1 x 14,7 x 3,95 [6]
1200ЦЛ1-1	0,5...1,1	1024	12x12 [12]	15,36	2,4	3	20	0,4	500	0,25	8 [2]	40	0,05…3	4 x 14,7 x 29,1 [6]
1200ЦЛ2	0,2…0,8 [0,58…0,62]	2048	12x10 [12]	—	8	3	20	0,5	—	0,75	12 [5]	50	0,1…3	29,1 x 14,7 x 3,95 [10]
К1200ЦЛ3	0,4...1,1	1024	12x12 [12]	—	2,4	3	20	0,5	500	0,25	8 [2]	40	0,05…3	29,1 x 14,7 x 3,95 [6]
1200ЦЛ-4Б	0,4...1,1 [0,75…0,85]	4*2048	15x15 [500 между линейками]	—	12	3	20	1,5	—	—	0,12 [50 мВ]	50	0,25	41,5 x 17,2 x 4 [25]
1200ЦЛ-4В		3*2048												
1200ЦЛ-4Г		2*2048												
1200ЦЛ-5	0,4...1,1 [0,75…0,8]	1024	—	—	8	2	15…20	1,4	700	0,4 лк	20 [25]	45	10	4 x 14,7 x 32 [6]
1200ЦЛ6	0,4...1,1 [0,75…0,85]	2048	—	—	8	2	15…20	1,4	700	0,4 лк	20 [25 мВ]	45	5	43x 16 x 5 [13]
1200ЦЛ-7	0,3...1,1	1024	500x13	—	16	2	20	—	—	—	12,5 [5]	50		32 x 14,7 x 4 [5,7]
1200ЦЛ-7-1	0,3...1,1	1024	500x13	—	16	2	20	—	—	—	12,5 [5]	50		б/к [3]

Примечание. Диапазон рабочих температур всех приборов от минус 60 до +60°С

2.3.11.1.1.1. Преобразователи линейные 1200ЦЛ1 и К1200ЦЛ1 [$\Delta\lambda$=0,45...1,1; $\lambda_{макс}$=0,7...0,75 мкм]

Преобразователи линейные 1200ЦЛ1 предназначены для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,5 до 1 мкм.

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой фотоприемную МДП-структуру с числом элементов 1024. Линейка содержит секцию накопления, аналоговый сдвиговый регистр, входное и выходное устройство. В приборе используется специальная схема защиты от избытка накопленного заряда (антиблуминг). Схема питания линейки трехфазная.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе с оптическим окном из лейкосапфира.

Прибор снабжен пластмассовой блендой, размещенной внутри корпуса. Бленда имеет щель шириной 0,1 мм и служит для уменьшения влияния рассеянного света, попадающего на фоточувствительный элемент.

Основные параметры преобразователей приведены в табл.2.3.110. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис 2.3.147. Назначение выводов прибора приведено в табл. 2.3.111. Рабочие режимы работы 1200ЦЛ1 указаны в табл. 2.3.112.

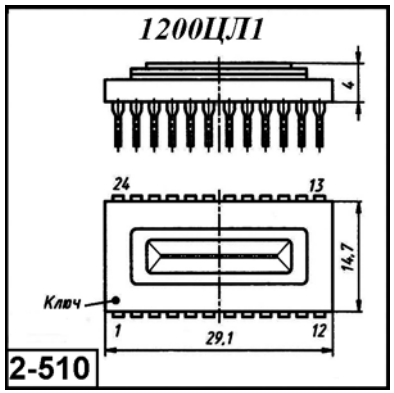


Рис. 2.3.147. Внешний вид и габаритные размеры 1200ЦЛ1, 1200ЦЛ2

Таблица 2.3.111. Назначение выводов 1200ЦЛ1

Вывод	Назначение
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 антиблуминга
9, 10, 11, 12	Не подключать
13	Фотозатвор
14	Затвор антиблуминга
15	Разрешающий затвор
16	Входной днод
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

Таблица 2.3.112. Таблица рабочих режимов 1200ЦЛ1.

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра			Вывод
	минимально	типовая	максимально	
Напряжение на фотозатворе, 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	—10	—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 аитиблуминга, В	0	—10	—20	8
Напряжение на затворе антиблуминга, 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 — подложки.

2.3.11.1.1.2. Преобразователи линейные 1200ЦЛ2 [$\Delta\lambda$=0,2...0,8; $\lambda_{макс}$=0,58...0,62 мкм]

Преобразователи линейные 1200ЦЛ2 предназначены для использования в телевизионной и оптико-электронной аппаратуре различного назначения, работающей в диапазоне длин волн от 0,36 до 1,05 мкм.

Организация преобразователей. Преобразователи выполнены в виде фотоприемной линейки с числом элементов 2 048 Линейка представляет собой сочетание в одном кристалле накопительной области с фотодиодной светочувствительной структурой и двух сдвиговых ПЗС-регистров, расположенных по разные стороны накопительной области и отделенных от нее разрешающим затвором. Накопительная область состоит из фотодиодов, барьерного и накопительного затворов. Фоточувствительная 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.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе с оптическим окном из лейкосапфира.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.110. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис 2.3.148. Назначение выводов прибора приведено в табл. 2.3.113. Рабочие режимы работы 1200ЦЛ2 указаны в табл. 2.3.114.

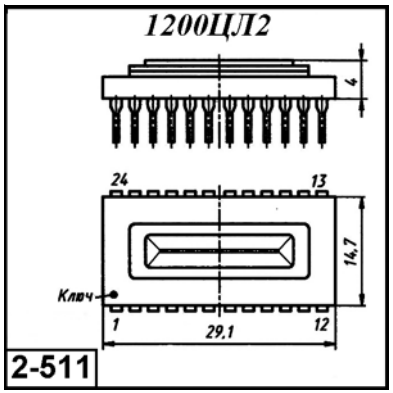


Рис. 2.3.148. Внешний вид и габаритные размеры 1200ЦЛ2

Таблица 2.3.113. Таблица назначения выводов 1200ЦЛ2.

Вывод	Назначение
1	Затвор транзистора сброса правый
2	Затвор выходной
3, 4, 22	Не подключать
5	Затвор экранирующий 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
!6	Затвор входной второй левый
17	Первый фазный электрод левого регистра
18	Втопой фазный электрод левого регистра
19	Третий фазный электрод левого регистра
20	Затвор разрешающий левого регистра
21	Затвор экранирующий левого регистра
23	Питание транзистора сброса
24	Затвор транзистора сброса левый

Таблица 2.3.114. Таблица рабочих режимов 1200ЦЛ2.

Наименование параметра, единица измерения	Значение параметра			Вывод
	минимальное	типовое	максимальное	
Напряжение на затворе транзистора сброса, В:				
нижний уровень	0	—7	— 10	1,24
верхний уровень	-10	— 15	—20	1,24
Напряжение на разрешающем затворе правого регистра, В				
нижний уровень	0	—5	— 10	6
верхний уровень	— 10	— 15	—20	6
Напряжение на фазных электродах, В:				
нижний уровень	0	—5	— 10	7, 8, 9,17, 18, 19
верхний уровень	— 10	—15	—20	7, 8, 9,17, 18, 19
Напряжение на входном правом диоде, В:				
нижний уровень	0	—5	— 10	11
верхний уровень	— 1С	—20	—20	11
Напряжение на входном левом диоде, В:				
нижний уровень	0	—5	— 10	14
верхний уровень	— 10	—20	—20	14
Напряжение на накопительном затворе, В:				
нижний уровень	0	—5	-10	12
верхний уровень	— 10	—15	—20	12
Напряжение на разрешающем затворе левого регистра, В				
нижний уровень	0	—5	— 10	20
верхний уровень	—10	—15	-20	20
Напряжение на экранирующих затворах правого и левого регистрах, В	0	— 13	—20	5,21
Напряжение на правом и левом вторых входных затворах, В	0	—7	—20	10,16
Напряжение на барьерном затворе, В	0	—7	—20	13
Напряжение на входном затворе, В	0	—6	—20	15
Напряжение питания транзистора сброса, В	0	— 15	—20	23
Напряжение на выходном затворе, В	0	— 10	—20	2

Примечание. Значения напряжений приведены относительно общей точки — подложки.

2.3.11.1.1.3. Преобразователи линейные 1200ЦЛ-4Б, 1200ЦЛ-4В, 1200ЦЛ-4Г [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм]

Преобразователи линейные 1200ЦЛ-4Б, 1200ЦЛ-4В, 1200ЦЛ-4Г предназначены для использования в телевизионной и оптико-электронной аппаратуре различного назначения, работающей в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,05 мкм.

Фоточувствительная область содержит 2048 элементов в строке и имеет организацию: у 1200ЦЛ-4Б (4х2048 эл.), 1200ЦЛ-4В (3х2048 эл.), 1200ЦЛ-4Г (2х2048 эл.).

Преобразователи размещены в стандартном 32-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.110. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис 2.3.149. Рабочие режимы работы 1200ЦЛ4 указаны в табл. 2.3.115.

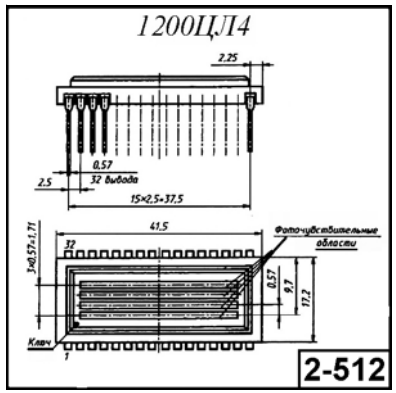


Рис. 2.3.149. Внешний вид и габаритные размеры 1200ЦЛ-БА(В,Г)

Таблица 2.3.115. Таблица рабочих режимов 1200ЦЛ-4Б, 1200ЦЛ-4В, 1200ЦЛ-4Г

Наименование параметра. Единица измерения.	Постоянное напряжение, В	Импульсное смещение, В		Вывод
		Нижний уровень	Верхний уровень	
Напряжение на первой фазе правых регистров	—	0...—10	—10...—20	1
Напряжение на второй фазе правых регистров	—	0...—10	—10...—20	2
Напряжение на третьей фазе правых регистров	—	0...—10	—10...—20	3
Напряжение на затворах разрешающих правых	—	0...—10	—10...—20	5
Напряжение на затворах транзисторов сброса правых	—	0...—10	—10...—20	14
Напряжение на затворах накопительных	—	0...—10	—10...—20	28
Напряжение на затворах разрешающих левых	—	0...—10	—10...—20	30
Напряжение на третьей фазе левых регисторов	—	0...—10	—10...—20	30
Напряжение на второй фазе левых регисторов	—	0...—10	—10...—20	31
Напряжение на первой фазе левых регисторов	—	0...—10	—10...—20	32
Напряжение на затворах барьерных	0...—20	—	—	6
Напряжение на затворах входных правых	0...—20	—	—	7
Напряжение на диодах входных правых	0...—20	—	—	8
Напряжение питания транзисторов	0...—20	—	—	13
Напряжение на затворах экранирующих правых	0...—20	—	—	15
Напряжение на диоде разделительном	0...—20	—	—	18
Напряжение на затворах выходных	0...—20	—	—	20
Напряжение на диодах входных левых	0...—20	—	—	25
Напряжение на затворах входных	0...—20	—	—	26
Напряжение на затворах входных левых	0...—20	—	—	27

2.3.11.1.1.4. Преобразователи линейные 1200ЦЛ-5 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм]

Преобразователи линейные 1200ЦЛ-5 предназначены для использования в высокочувствительной, быстродействующей оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,0 мкм.

Фоточувствительная область содержит одну фоточувствительную линейку из 1024 элементов.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.110. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис 2.3.150. Рабочие режимы работы 1200ЦЛ-5 указаны в табл. 2.3.116.

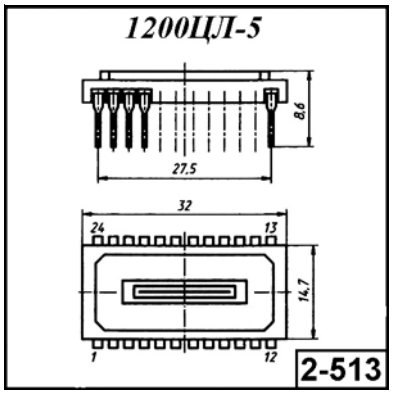


Рис.2.3.150. Внешний вид и габаритные размеры 1200ЦЛ-5.

Таблица 2.3.116. Таблица рабочих режимов 1200ЦЛ-5

Наименование параметра. Единица измерения.	Постоянное напряжение, В	Импульсное смещение, В		Вывод
		Нижний уровень	Верхний уровень	
Напряжение на заворе третьем накопителя	—	0…5	12…20	24
Напряжение на фазе первой регистра первого	—	0…8	9…15	20
Напряжение на фазе первой регистра второго	—	0…8	9…15	5
Напряжение на фазе второй регистра первого	—	0…9	9…20	22
Напряжение на фазе второй регистра второго	—	0…9	9…20	4
Напряжение на затворе восстановителя потенциала первого	—	0…9	7…18	18
Напряжение на затворе восстановителя потенциала второго	—	0…9	7…18	7
Напряжение на затворе втором регистра первого	—	0…7	10…20	19
Напряжение на затворе втором регистра второго	—	0…7	10…20	6
Напряжение на стоке первом	15…20	—	—	15
Напряжение на стоке втором	15…20	—	—	10
Напряжение на затворе третьем регистра первого	5…15	—	—	17
Напряжение на затворе третьем регистра второго	5…15	—	—	8
Напряжение на диоде первом регистров	20	—	—	3
Напряжение на затворе первом регистров	0	—	—	23
Напряжение на затворе четвертом транзистора	10…18	—	—	9
Напряжение на затворе втором транзисторов	10…18	—	—	16
Напряжение на затворе первом накопителя	3…10	—	—	1
Напряжение на затворе втором накопителя	12…18	—	—	2
Напряжение на затворе транзистора первого	0	—	—	13
Напряжение на затворе транзистора третьего	0	—	—	12

2.3.11.1.1.5. Преобразователи линейные 1200ЦЛ6 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм]

Преобразователи линейные 1200ЦЛ6 предназначены для использования в высокочувствительной, быстродействующей оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,1 мкм.

Организация преобразователей. Фоточувствительная секция содержит одну фоточувствительную линейку из 2048 фотодиодов, воспринимающих излучение, 8 фотодиодов, закрытых от света, необходимых для определения уровня темнового сигнала, и 8 фотодиодов, необходимых для определения нулевого уровня. Входное устройство позволяет вводить сигнал непосредственно в сдвиговый регистр и за счет этого контролировать качество переноса заряда.

Преобразователи размещены в стандартном 32-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.110. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис 2.3.151. Рабочие режимы работы 1200ЦЛ-5 указаны в табл. 2.3.117.

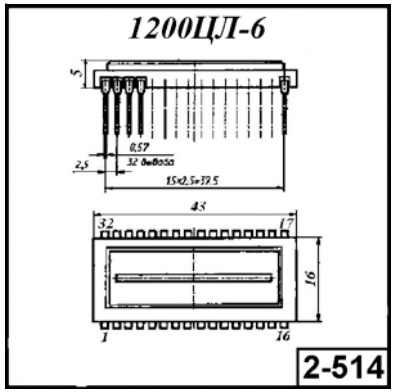


Рис.2.3.151. Внешний вид и габаритные размеры 1200ЦЛ6.

Таблица 2.3.117. Таблица рабочих режимов 1200ЦЛ-6

Наименование параметра. Единица измерения.	Постоянное напряжение, В	Импульсное смещение, В		Вывод
		Нижний уровень	Верхний уровень	
Напряжение на заворе третьем накопителя	—	0…5	12…20	30
Напряжение на фазе первой регистра первого	—	0…8	9…15	26
Напряжение на фазе первой регистра второго	—	0…8	9…15	7
Напряжение на фазе второй регистра первого	—	0…9	9…20	14
Напряжение на фазе второй регистра второго	—	0…9	9…20	6
Напряжение на затворе восстановителя потенциала первого	—	0…9	7…18	24
Напряжение на затворе восстановителя потенциала второго	—	0…9	7…18	9
Напряжение на затворе втором регистра первого	—	0…7	10…20	25
Напряжение на затворе втором регистра второго	—	0…7	10…20	8
Напряжение на стоке первом	15…20	—	—	15
Напряжение на стоке втором	15…20	—	—	10
Напряжение на затворе третьем регистра первого	5…15	—	—	17
Напряжение на затворе третьем регистра второго	5…15	—	—	8
Напряжение на диоде первом регистров	20	—	—	5
Напряжение на затворе первом регистров	0	—	—	29
Напряжение на затворе четвертом транзистора	10…18	—	—	11
Напряжение на затворе втором транзисторов	10…18	—	—	22
Напряжение на затворе первом накопителя	3…10	—	—	3
Напряжение на затворе втором накопителя	12…18	—	—	4
Напряжение на затворе транзистора первого	0	—	—	19
Напряжение на затворе транзистора третьего	0	—	—	14

Примечание. Все напряжения измеряются относительно подложки (вывод 21)

2.3.11.1.1.7. Преобразователи линейные 1200ЦЛ-7, 1200ЦЛ-7-1 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм]

Преобразователи линейные 1200ЦЛ-7, 1200ЦЛ-7-1 предназначены для использования в высокочувствительной, быстродействующей оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,1 мкм.

Фоточувствительная область содержит одну фоточувствительную линейку из 1024 элементов.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.110. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис 2.3.152. Назначение выводов 1200ЦЛ-5 указано в табл. 2.3.118.

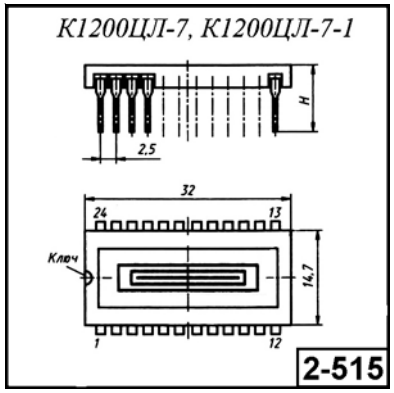


Рис. 2.3.152. Внешний вид и габаритные размеры 1200ЦЛ-7, 1200ЦЛ-7-1 .

Таблица 2.3.118. Таблица назначения выводов

1200ЦЛ-7, 1200ЦЛ-7-1

Вывод	Назначение
1	Затвор входной первый общий
2	Затвор разрешающий общий
3	Затвор входной второй регистра второго
4	Фаза вторая регистра второго
5	Фаза первая регистра второго
6	Затвор сброса регистра второго
7	Затвор третий выходной общий
8	Затвор выборки хранения регистра второго
9	Сток транзисторов регистра второго
10	Затвор транзисторов нагрузочных регистра
11	Выход регистра второго
12	Исток транзисторов общий
13	Сток транзисторов сброса общий
14	Выход регистра первого
15	Затвор транзисторов нагрузочных регистра 1
16	Сток транзисторов регистра первого
17	Затвор выборки-хранения регистра первого
18	Затвор изолирующий общий
19	Затвор сброса регистра первого
20	Фаза первая регистра первого
21	Подложка
22	Фаза вторая регистра первого
23	Затвор входной второй регистра первого
24	Диод входной общий

2.3.11.1.2. Преобразователи линейные ФПЗС1Л, ФПЗС1Л-1, ФПЗС-6Л

Основные параметры линейных преобразователей ФПЗС1Л, ФПЗС1Л-1, ФПЗС-6Л приведены в табл. 2.3.119. Внешний вид/ габаритные размеры и относительные спектральные характеристики приборов приведены на рис. 2.3.153....2.3.156.

Таблица 2.3.119. Основные параметры линейных преобразователей ФПЗС1Л, ФПЗС1Л-1, ФПЗС-6Л при температуре 20±5°С

Тип	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Число элементов изображения	Размер элемента изображения, [шаг дискретизации], мкм	Длина фоточувствительной области, мм	Световая чувствительность (ист. типа "А"), мВ/лк	Число фаз управления	Постоянное напряжение на подложке, В	Напряжение сигнала насыщения, В, не менее	Динамический диапазон	Максимальная экспозиция, лк/с	Неравномерность выходного светового и [темнового] сигнала, %	Глубина модуляции, %, не менее	Максимальная частота выходного сигнала, МГц	Габаритные размеры, мм [масса, г], не более {№ рисунка}
ФПЗС1Л	0,5...1 [0,8…0,85]	500x2	24x200 [3]	12	3	4	15…25	1,5	50 дБ	0,35	10 [10]	—	1,0	14,7 x 29,5 x 3,3 [5] {2-516}
ФПЗС1Л-1					20									
ФПЗС 6Л	0,45…1 [0,7…0,75]	264x2	—	—	—	3	24	2	—	—	10 [10]	—	—	15,75 x 19,5 x 3,0 [5] {2-517}

2.3.11.1.2.1. Преобразователи линейные ФПЗС1Л, ФПЗС1Л-1 [$\Delta\lambda$=0,5...1,0; $\lambda_{макс}$=0,8...0,85 мкм]

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

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой линейные многоэлементные фотоприемиые структуры, состоящие из двух регистров сдвига с поверхностным переносом заряда и четырехфазным управлением. Каждый регистр содержит по 500 фоточувствительных элементов, разнесенных на 20 мкм в направлении, перпендикулярном переносу заряда.

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 ввода заряда в регистр.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.119. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приборов показаны на рис 2.3.153 и 2.3.154. Назначение выводов приведено в табл. 2.3.120. Рабочие режимы работы ФПЗС1Л указаны в табл. 2.3.121.

Таблица 2.3.120. Таблица назначения выводов ФПЗС1Л .

Вывод	Назначение
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	Сток выходного транзистора 1
9	Затвор сбросового транзистора выхода 1
10	Сток сбросового транзистора выхода 1
11	Слив выходов 1, 2
12	Сток выходов 1, 2
13	Разделительный электрод выходов 1, 2
14	Сток сбросового транзистора выхода 2
15	Затвор сбросового транзистора выхода 2
16	Исток выходного транзистора 2
17	Сток выходного транзистора 2
18	Вторые фазные электроды
19	Первые фазные электроды
20	Исток выходного транзистора выходов 3, 4
21	Сток выходного транзистора выходов 3, 4
22	Затвор сбросового транзистора выходов 3, 4
23	Сток сбросового транзистора выходов 3, 4
24	Слив выхода 4

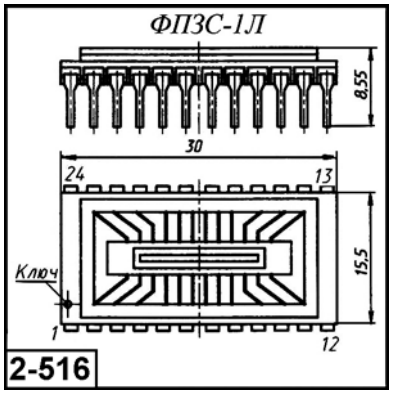


Рис.2.3.153. Внешний вид и габаритные размеры ФПЗС1Л и ФПЗС1Л-1 .

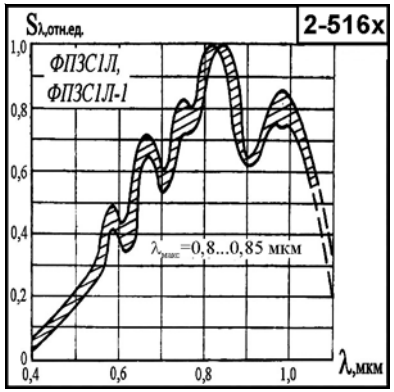


Рис.2.3.154. Относительная спектральная характеристика ФПЗС1Л и ФПЗС1Л-1 .

Таблица 2.3.121. Таблица рабочих режимов ФПЗС1Л.

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра	Вывод
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 разделительном 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 экранирующем 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

2.3.11.1.2.2. Преобразователи линейные ФПЗС-6Л [$\Delta\lambda$=0,45...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,75 мкм]

Преобразователи линейные ФПЗС-6Л предназначены для использования в оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,45 до 1 мкм.

Прибор ФПЗС6Л предназначен для преобразования в электрический сигнал оптического изображения светового штриха, проецируемого на фоточувствительные поверхности двух регистров по 264 элемента в каждом.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом планарном корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.119. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приборов показаны на рис. 2.3.155 и 2.3.156. Назначение выводов приведено в табл. 2.3.122.

Таблица 2.3.122. Таблица назначения выводов ФПЗС-6Л.

Вывод	Назначение
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, 2	Разделительные электроды
9	Сток нижнего выходного регистра
10	Затвор сбросового транзистора нижнего выходного регистра
11	Исток выходного транзистора нижнего выходного
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
23	Исток выходного транзистора верхнего выходного регистра

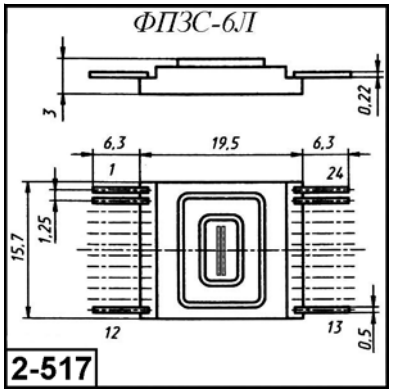


Рис.2.3.155. Внешний вид и габаритные размеры ФПЗС-6Л

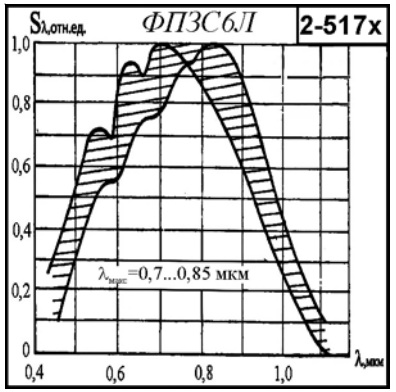


Рис.2.3.156. Относительная спектральная характеристика ФПЗС1-6Л .

2.3.11.1.2д. Линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью ФПЗС11Л, А-1228 и ФПЗС12Л [Δλ= 0,35...1,0 мкм]

Линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью (ЛФПЗС), ФПЗС11Л, А-1228 и ФПЗС12Л представляют собой однострочные твёрдотельные датчики изображения, предназначенные для работы в спектральном диапазоне 0,35....1,0 мкм.

1024 фоточувствительных элемента прибора ФПЗС11Л обеспечивают разрешение 120 линий/дюйм при сканировании страницы шириной 8,5", 2048 фоточувствительных элемента прибора А-1228 — 8 линий/мм при сканировании страницы шириной 256 мм, а 4096 фоточувствительных элементов прибора ФПЗС11Л — 16 линий/мм при сканировании страницы шириной 256 мм. Функциональная схема ЛФПЗ приведена на рис. 2.3.156д.

Основные параметры ЛФППЗ приведены в табл. 2.3.122д, внешний вид и габаритные размеры приборов приведены на рис. 2.3.156д1.

Области применения: ЛФППЗ разработаны для различных сканирующих систем, обеспечивающих факсимильную передачу, распознавание оптических образов. Эти фотоприемники широко используются при высокоскоростной обработки документов, сортировки почты, измерения линейных размеров различных видов продукции, определении положения объектов, спектроскопии и других промышленных и научных применениях.

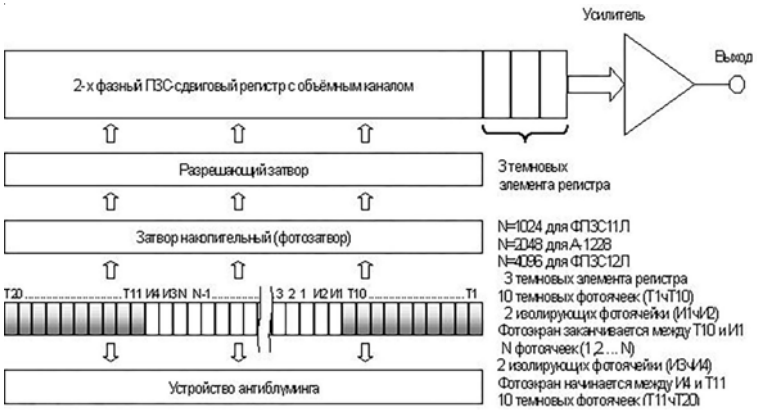
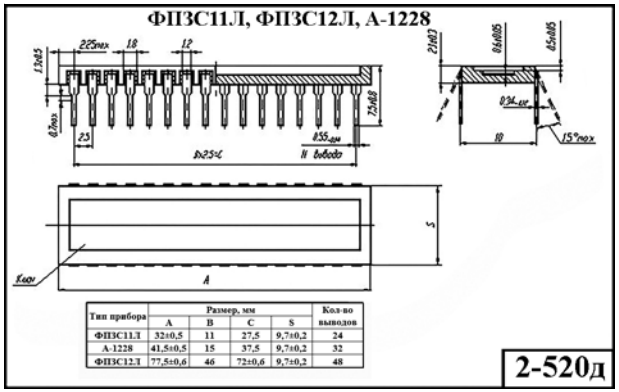


Рис. 2.3.156д. Функциональная схема ЛФППЗ.

Таблица 2.3.122д. Основные параметры ЛФППЗ при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора / Норма параметра		
	ФПЗС11Л MLP1024S	А-1228 MLP2048S	ФПЗС12Л MLP4096S
Количество фоточувствительных элементнтов	1024 x 1	2048 x 1	4096 x 1
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,35…1,0		
Размеры чувствительного элемента, мкм	13 x 13		
Межэлементный зазор, мкм	13		
Интегральная чувствительность, В/лк×с	8…10		
Неравномерность чувствительности, %	10…20		
Неравномерность темнового сигнала, %	0,08…0,1		
Квазипиковое значение шума, мВ, не более	2		
Коэффициент передачи модуляции, %	50…60		
Напряжение насыщения, В	0,8…1,0		
Динамический диапазон, о.е.	2500		
Скорость вывода данных, МГц	30	25	20
Напряжение управляющих импульсов, В	5		
Число выходов	1		
Напряжение питания, В	15…18		
№ рисунка	2-520д		

а)



Тип прибора	Размер, мм				Кол-во выводов
	A	B	C	S	
ФПЗС11Л	32±0,5	11	27,5	9,7±0,2	24
А-1228	41,5±0,5	15	37,5	9,7±0,2	32
ФПЗС12Л	77,5±0,6	46	72±0,6	9,7±0,2	48

б)

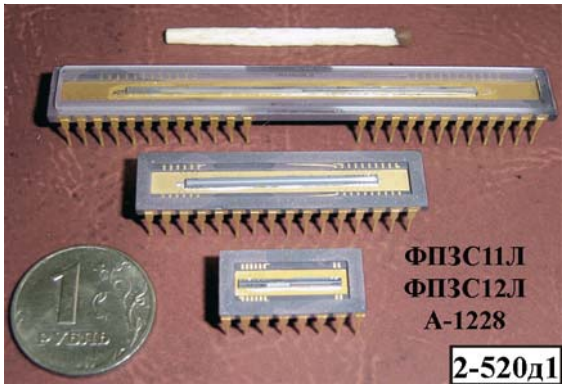


Рис. 2.3.156д1. Внешний вид (а) и габаритные размеры (б) ФПЗС11Л, А-1228 и ФПЗС12Л.

2.3.11.1.2д1. Линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью ФПЗС13Л (MLP1024B) , ФПЗС14Л (MLP2048B) [Δλ= 0,35...1,0 мкм]

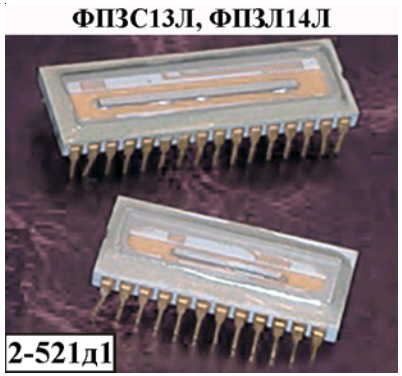
Линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью (ЛФПЗС), ФПЗС13Л и ФПЗС14Л представляют собой однострочные твёрдотельные датчики изображения, предназначенные для работы в спектральном диапазоне 0,35....1,0 мкм.

1024 фоточувствительных элемента прибора ФПЗС 13Л обеспечивают разрешение 120 линий/на дюйм при сканировании страницы шириной 8,5", а 2048 чувствительных элементов прибора ФПЗС 14Л — 8 линий/мм при сканировании страницы шириной 256 мм.

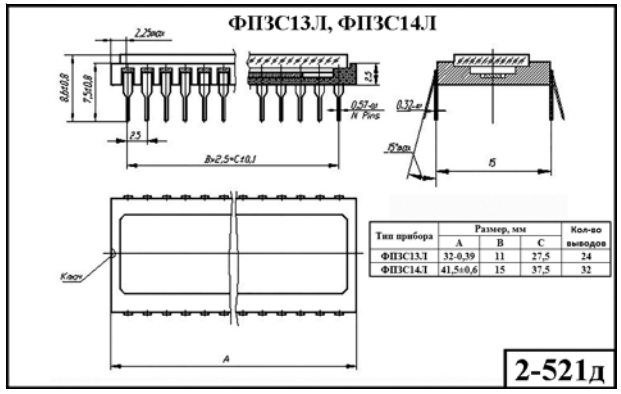
Основные параметры ЛФППЗ приведены в табл. 2.3.122д1, внешний вид и габаритные размеры приборов приведены на рис. 2.3.156д2.

Области применения: различные сканирующие системы, обеспечивающие факсимильную передачу, распознавание оптических образов и т.п., которые требуют высоких разрешающей способности, чувствительности и скорости вывода данных.

а)



б)



Тип прибора	Размер, мм			Кол-во выводов
	A	B	C	
ФПЗС13Л	32-0,39	11	27,5	24
ФПЗС14Л	41,5±0,6	15	37,5	32

Рис. 2.3.156д2. Внешний вид (а) и габаритные размеры (б) ФПЗС13Л и ФПЗС14Л.

Таблица 2.3.122д1. Основные параметры ФПЗС13Л и ФПЗС14Л при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора / Норма параметра	
	ФПЗС13Л MLP1024B	ФПЗС14Л MLP2048B
Количество фоточувствительных элементов	1024 x 1	2048 x 1
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,35…1,0	
Размеры чувствительного элемента, мкм	13 x 13	
Межэлементный зазор, мкм	13	
Интегральная чувствительность, В/лк×с	8…10	
Неравномерность чувствительности, %	10…20	
Неравномерность темнового сигнала, %	0,08…0,1	
Квазипиковое значение шума, мВ, не более	2	
Коэффициент передачи модуляции, %	50…80	
Напряжение насыщения, В	1,4…2,0	
Динамический диапазон, о.е.	5000	
Скорость вывода данных, МГц	6 или 20	
Число выходов	2	
Напряжение питания, В	18…20	
№ рисунка	2-521д	

2.3.11.1.2д2. Линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью А-1232 (MLP4096H), А-1233 (MLP6144H), А-1234 (MLP8192H), А-1235 (MLP12288H) [Δλ= 0,35...1,0 мкм]

Линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью, А-1232, А-1233, А-1234, А-1235 представляют собой однострочные твёрдотельные фотоприёмники видимого диапазона на 4096, 6144 8192 и 12288 элементов соответственно. Фоточувствительные элементы размером 6,5 х 6,5 мкм расположены без зазора с шагом 6,5 мкм. Приборы обладают высокой чувствительностью, расширенным спектральным диапазоном в синей области и пониженным уровнем темнового сигнала . Функциональная схема ЛФПЗ приведена на рис. 2.3.156д3.

Основные параметры ЛФППЗ приведены в табл. 2.3.122д2, внешний вид приборов приведен на рис. 2.3.156д4.

Области применения: различные сканирующие системы, обеспечивающих факсимильную передачу, распознавание оптических образов и т.п., которые требуют высоких разрешающей способности, чувствительности и скорости вывода данных, а также для высокоскоростной обработки документов, сортировки почты, измерения линейных размеров различных видов продукции, определении положения объектов, спектроскопии и других промышленных и научных применениях

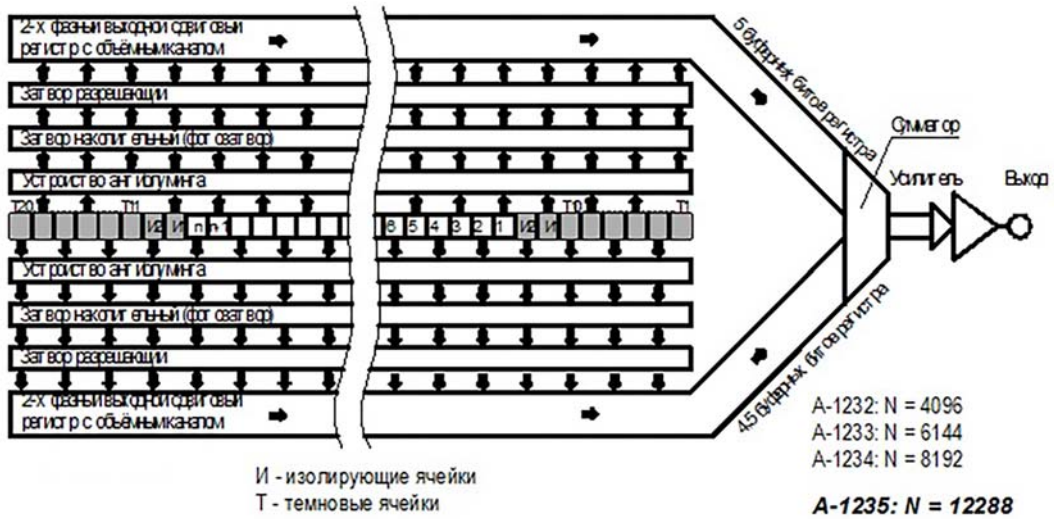
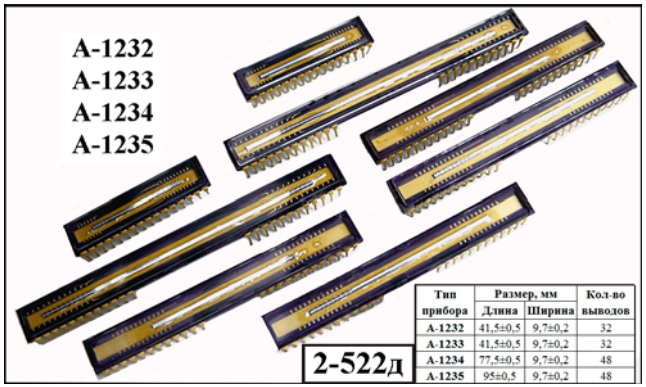


Рис. 2.3.156д3
Функциональная схема ЛФППЗ.



Тип прибора	Размер, мм Длина	Ширина	Кол-во выводов
A-1232	41,5±0,5	9,7±0,2	32
A-1233	41,5±0,5	9,7±0,2	32
A-1234	77,5±0,5	9,7±0,2	48
A-1235	95±0,5	9,7±0,2	48

Рис. 2.3.156д4. Внешний вид ЛФППЗ A-1232....A-1235.

Таблица 2.3.122д2. Основные параметры ЛФППЗ при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора / Норма параметра			
	A-1232 MLP4096H	**A-1233 MLP6144H**	**A-1234 MLP8192H**	**A-1235 MLP12288H**
Количество фоточувствительных элементов	4096 x 1	6144 x 1	8192 x 1	12288 x 1
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,35…1,0			
Размеры чувствительного элемента, мкм	6,5 x 6,5			
Шаг размещения элементов, мкм	6,5			
Длина фоточувствительной области, мм	26,63	39,95	53,26	79,89
Интегральная чувствительность, В/лк×с	8…10			
Неравномерность чувствительности, %	10…20			
Неравномерность темнового сигнала, %	0,08…0,1			
Квазипиковое значение шума, мВ, не более	2			
Коэффициент передачи модуляции, %	50…70			
Напряжение насыщения, В	0,8…1,0			
Динамический диапазон, о.е.	2500			
Скорость вывода данных, МГц	до 20			
Напряжение управляющих импульсов, В	10			
Число выходов	1			
Напряжение питания, В [№ рисунка][	15…18 [2-522д]			

2.3.11.1.3. Линейные фоточувствительные приборы ФППЗ 1Л, ФППЗ 2Л, ФППЗ 3Л, ФППЗ 5Л, ФППЗ 6Л, ФППЗ 7Л, ФППЗ 8Л, ФППЗ 8ЛБ, ФППЗ 10Л, ФППЗ 29Л, ФППЗ 30Л, ФППЗ 37Л, ФППЗ 38Л, ФППЗ 38Л-1, ФППЗ 39Л, ФППЗ 2048Л, ФППЗ 2600Л, ФППЗ 4700Л, ФППЗ-12000Л, ФППЗ "Кандела"

Основные параметры линейных преобразователей серии ФППЗ-х приведены в табл.2.3.123. Внешний вид и габаритные размеры некоторых приборов приведены на рис. 2.3.154....2.3.165.

Таблица 2.3.123. Основные параметры линейных преобразователей серии ФППЗ-х

Тип прибора	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Число элементов изображения	Размер элемента изображения, [шаг дискретизации], мкм	Длина фоточувствительной области, мм	Световая чувствительность, В/лк*с	Число фаз управления	Напряжение питания, В	Напряжение сигнала насыщения, В, не менее	Динамический диапазон, о.е. [кратность антиблуминга]	Максимальная экспозиция, лк/с	Неравномерность выходного светового и [темнового] сигнала, %	Глубина модуляции, %, не менее	Максимальная частота выходного сигнала, МГц	Габаритные размеры, мм [масса, г], не более {№ рисунка}
ФППЗ 1Л	0,5...1 [0,8…0,85]	500x2	24x200 [1,5]	12	20	—	15…25	1,5	1000	—	10 [10]	—	1,0	14,7 x 29,5 x 3,3 [5] {2-518}
ФППЗ 2Л	0,5...1 [0,8…0,85]	1000x1	12x12 [12]	12	1	—	25	1,5	1000	—	10 [10]	—	20,0	14,7 x 29,5 x 3,3 [5] {2-519}
ФППЗ 3Л	0,4…1	1000x1	12x12 [12]	12	1	—	—	—	60 дБ	—	10 [15 мВ]	—	—	29,4x14,9 x3,7 [5]
ФППЗ 5Л	0,5...1	500x2	24x200 [1,5]	12	50	4	15...18	2	80 дБ	—	3	—	20,0	15,5 x 19,5 x 3,0 [5] {2-520}
ФППЗ 6Л	0,45…1 [0,7…0,75]	262x2	23x50 [23]	6	40	3	18	2	60 дБ	—	10 [10]	—	0,25	33,9×15,75× 3,0 [5] {2-521}
ФППЗ 7Л[1,2)]	0,2-1,0	500	26x26 26x542	—	6 140	4	25	1,5	20000[3)] [100]	100	6[0,1] 0,1[0,2]	— —	2,5	26,5 x 19,5 x 3 {2-522}
ФППЗ 8Л[1,2)]	0,3-1,0 [0,7-0,8]	1000x2	13x500 [13]	13	25 (7000 В/Дж*м$^{-2}$)	4	20	1,4	6000 [100]	100	3 [0,1]	—	2,5	26x19,5x3 {2-523}

Продолжение таблицы 2.3.123. Основные параметры линейных преобразователей серии ФППЗ-х

Тип прибора	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Число элементов изображения	Размер элемента изображения, [шаг дискретизации], мкм	Длина фоточувствительной области, мм	Световая чувствительность, В/лк*с	Число фаз управления	Напряжение питания, В	Напряжение сигнала насыщения, В, не менее	Динамический диапазон, о.е. [кратность антиблуминга]	Максимальная экспозиция, лк/с	Неравномерность выходного светового и [темнового] сигнала, %	Глубина модуляции, %, не менее	Максимальная частота выходного сигнала, МГц	Габаритные размеры, мм [масса, г], не более {№ рисунка}
ФППЗ 8ЛБ	0,3-1,0 [0,7-0,8]	1000x2	13x500 [13]	—	25-33	4	20	2,4	6000 [100]		6 [0,3]	—	5	26x19,5x3 {2-523}
ФППЗ 10Л[1,2)]	0,2-1,0	2048x1	13x2500 [13]	26,62	30000 В/Дж*м$^{-2}$	2	25	1,5	5000	—	10	—	2,5	—
ФППЗ 10Л	0,4-1,0	2048x1	15x13	26	2	2	20	1,4	—	—	20 [1]	45	—	[70]
ФППЗ 29Л	0,4-1,0 [0,7-0,8]	1024x2	13x50 [17]	13,3	20 В/Дж*м$^{-2}$	3	24	3,6	75 дБ	—	3 [20 мВ]	—	0,15	32x27x2,7 {2-524}
ФППЗ 30Л	0,4-1,1 [0,75-0,85]	1024x2	13x150 [13]	13,3	12	4	20	2,4	6000 [100]	—	4 [0,1]	—	2,5	27×19,5 x5,3 {2-525}
ФППЗ 37Л	0,4-1,1	500x2	—	26	100… 200	—	30	1,5	20000[3)] [100]	—	10 [3]	—	—	21,9x14,7 x4 [6] {2-526}
ФППЗ 38Л	0,3-1,0	1000x2	13x500	—	7000 В/Дж*м$^{-2}$	—	30	1,2	—	—	10	—	—	[6]
ФППЗ 38Л-1	0,3-1,0	1000x1				—								
ФППЗ 39Л	0,4-1,0	2048x1	—	—	100 В/Дж*м$^{-2}$	—	18	0,75	—	—	10	50	—	[5,5]
ФППЗ 2048Л	0,3-1,0 [0,7-0,8]	2048x1	13x2500 [13]	—	100	4	20	2,0	6000 [100]	—	5 [5]	—	2,5	41,6×17,5x3 {2-527}
ФППЗ 2600Л	0,4-1,1 [0,75-0,85]	2600x2	12x100 [12]	—	10	4	20	2,4	6000 [100]	—	5 [0,1]	—	2,5	41,6×17,5x3 {2-527}
ФППЗ 4700Л	0,3-1,0 [0,7-0,8]	4700x1	6,5 × 6,5 [6,5]	—	0,6	2	20	0,6	2500 [100]	—	12 [0,8]	—	2,5	41,6×17,5x3 {2-527}

Окончание таблицы 2.3.123. Основные параметры линейных преобразователей серии ФППЗ-х

Тип прибора	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Число элементов изображения	Размер элемента изображения, [шаг дискретизации], мкм	Длина фоточувствительной области, мм	Световая чувствительность, В/лк*с	Число фаз управления	Напряжение питания, В	Напряжение сигнала насыщения, В, не менее	Динамический диапазон, о.е. [кратность антиблуминга]	Максимальная экспозиция, лк/с	Неравномерность выходного светового и [темнового] сигнала, %	Глубина модуляции, %, не менее	Максимальная частота выходного сигнала, МГц	Габаритные размеры, мм [масса, г], не более {№ рисунка}
ФППЗ-12000Л	0,4-1,0	12000x1	6,5 × 6,5 [6,5]	—	2	2	—	2,5	5000 [100]	—	10 [1]	—	0,5	95x12,2x3 {2-528}
ФППЗ "Кандела"	0,4-1,0 [0,74-0,8]	2048x2	13x50	26,6	400 (100 В*см^2/мкДж)	2	—	3,6	75 дБ	—	5	—	0,15	41,3×17,9 x4 {2-529}

Примечания:

[1)] Прибор с волоконно-оптическим входом.

[2)] Прибор с термоэлектрическим охлаждением.

[3)] Динамический диапазон входного сигнала

2.3.11.1.3.1. Линейные преобразователи ФППЗ 1Л, ФППЗ 2Л [$\Delta\lambda$=0,5...1,0; $\lambda_{макс}$=0,8...0,85 мкм]

Преобразователи линейные ФППЗ 1Л и ФППЗ 2Л предназначены для использования в высокочувствительной оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,5 до 1,0 мкм.

Фоточувствительная область ФППЗ 1Л содержит две фоточувствительных линейки по 500 элементов в каждой, а фоточувствительная ФППЗ 2Л - одну линейку 1000 элементов.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -60 до +60°С.

Области применения: системы измерения координат , двумерный анализ изображения , передача факсимильных и ТВ изображений, Ввод текстовой и графической информации в компьютер и т.д.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис. 2.3.157 и 2.3.158.

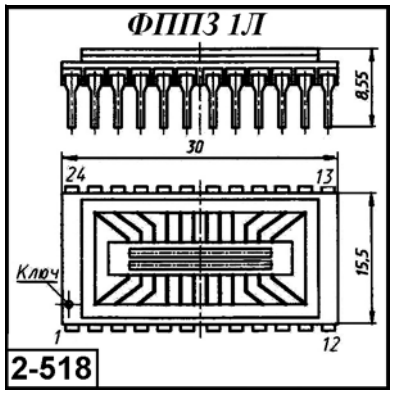


Рис. 2.3.157. Внешний вид и габаритные размеры ФППЗ 1Л .

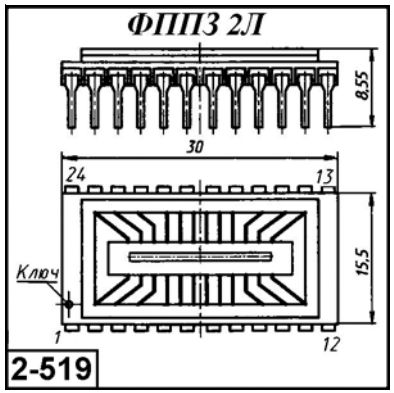


Рис. 2.3.158. Внешний вид и габаритные размеры ФППЗ 2Л .

2.3.11.1.3.2. Линейные преобразователи ФППЗ 5Л [$\Delta\lambda$=0,5...1,0; $\lambda_{макс}$=0,8...0,85 мкм]

Преобразователи линейные ФППЗ 5Л предназначены для использования в высокочувствительной оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,5 до 1,0 мкм.

Фоточувствительная область содержит две фоточувствительных линейки по 500 элементов в каждой, расположенные параллельно друг другу.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -60 до +60°С.

Области применения: системы измерения координат , двумерный анализ изображения , передача факсимильных и ТВ изображений, ввод текстовой и графической информации в компьютер и т.д.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид и габаритные размеры прибора показаны на рис 2.3.159.

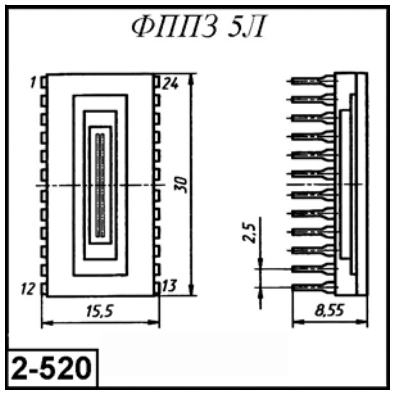


Рис. 2.3.159. Внешний вид и габаритные размеры
ФППЗ 5Л .

2.3.11.1.3.3. Линейные преобразователи ФППЗ 6Л [$\Delta\lambda$=0,45...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,75 мкм]

Преобразователи линейные ФППЗ 6Л предназначены для использования в высокочувствительной, быстродействующей оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,0 мкм.

Фоточувствительный линейный прибор ФППЗ 6Л имеет два светочувствительных сдвиговых регистра по 264 элемента.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом планарном корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -60 до +60°С.

Прибор ФППЗ 6Л может использоваться как линейный оптикоэлектрический преобразователь в различных телевизионных системах - измерительных, обзорных, наведения и т.д.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид и габаритные размеры прибороа показаны на рис 2.3.160.

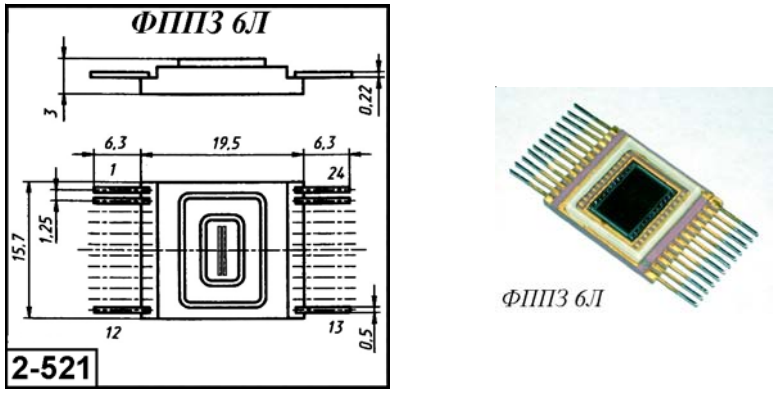


Рис.2.3.160. Внешний вид и габаритные размеры ФППЗ 6Л .

2.3.11.1.3.4. Преобразователи линейные ФППЗ 7Л [$\Delta\lambda$=0,2...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,75 мкм]

Линейные фоточувствительные приборы ФППЗ 7Л предназначены для преобразования излучения дипазона 0,2...1 мкм в видеосигнал.

Преобразователь ФППЗ 7Л - выполнен на основе четырехфазного ПЗС регистра и 500 фоточувствительных элементов. Каждый фоточувствительный элемент имеет возможность переключения фоточувствительной площади с 26 х 26 мкм до 26 х 500 мкм. (Малые и большие фотодиоды)

ФППЗ 7Л имеет линейную организацию и содержит отдельные секции для детектирования и накопления зарядовых пакетов. Устройство антиблуминга ФППЗ 7Л позволяет работать при пересветке прибора с кратностью не менее 100 раз.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -60 до +60°С.

Области применения: аппаратура спектрального анализа , оптоэлектронные системы пространственной ориентации, бесконтактные системы измерения размеров.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид и габаритные размеры прибора показаны на рис. 2.3.161.

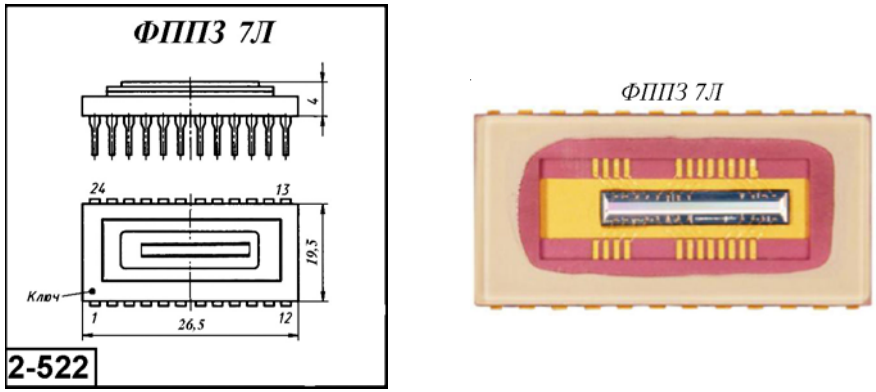


Рис. 2.3.161. Внешний вид и габаритные размеры ФППЗ 7Л .

2.3.11.1.3.5. Преобразователи линейные ФППЗ 8Л [$\Delta\lambda$=0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм]

Линейные фоточувствительные приборы ФППЗ 8Л предназначены для преобразования излучения дипазона 0,3...1 мкм в видеосигнал.

Линейный фоточувствительный прибор с переносом заряда ФППЗ 8Л состоит из двух идентичных линейных фоточувствительных приборов форматом 1000 элементов каждый. Приборы на кристалле ориентированы параллельно друг другу с поворотной на 180^0 симметрией и смещены друг относительно друга на половину шага фоточувствительных элементов (6,5 мкм).

Каждый фоточувствительный прибор имеет билинейную организацию и содержит отдельные секции для детектирования и накопления зарядовых пакетов.

Устройство антиблюминга ФППЗ 8Л позволяет работать при пересветке прибора с кратностью не менее 100 раз.

Предусмотрен также режим электронного экспонирования (от 10 мкс).

Дипазон рабочих температур преобразователя от -50 до +50°С.

Области применения: аппаратура спектрального анализа; оптоэлектронные системы пространственной ориентации; бесконтактные системы измерения размеров объектов.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика прибора показаны на рис 2.3.162.

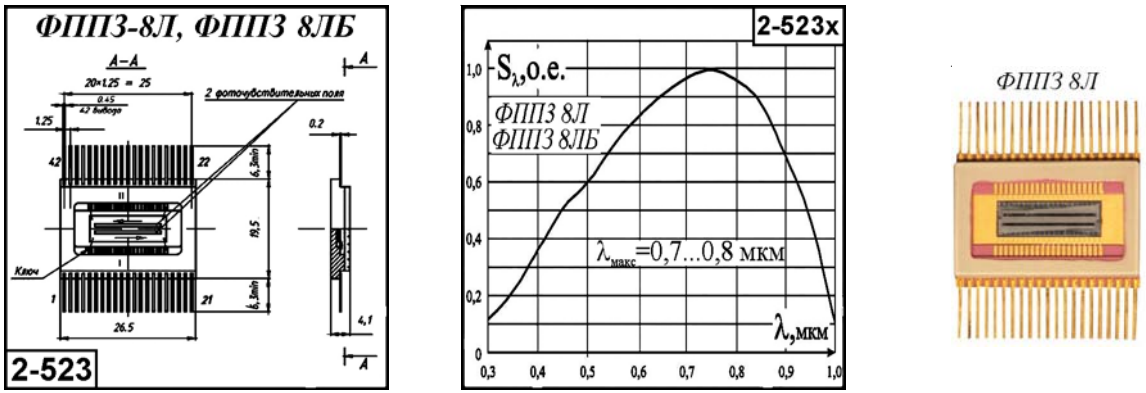


Рис.2.3.162. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФППЗ 8Л .

2.3.11.1.3.6. Преобразователи линейные ФППЗ 8ЛБ [$\Delta\lambda$=0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм]

Линейные фоточувствительные приборы ФППЗ 8ЛБ предназначены для преобразования излучения дипазона 0,3...1 мкм в видеосигнал.

Организация преобразователей: ФППЗ 8ЛБ содержит два линейных преобразователя (ЛФППЗ) с независимым управлением, которые ориентированы параллельно друг другу с поворотной на 180^0 симметрией и смещены друг относительно друга на половину шага фоточувствительных элементов (6,5 мкм). Расстояние от края одного фоточувствительного поля до края другого фоточувствительного поля 840 мкм. Каждый ЛФППЗ содержит 1000 фоточувствительных элементов на основе фотодиодов, ячейки накопления с устройством антиблюминга, ПЗС-регистры опроса ячеек накопления с единым выходным узлом.

Фотогенерированные в фотодиоде носители заряда передаются в секцию накопления, где образуется зарядовый пакет. Образованные зарядовые пакеты всех ячеек накопления одновременно передаются в ПЗС регистры. Введенные в ПЗС регистры зарядовые пакеты последовательно передаются в выходной узел с образованием видеосигнала. В приборе обеспечивается электронный контроль экспозиции.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -50 до +50°С.

Области применения: аппаратура спектрального анализа в области спектра 0,2-1,1 мкм , оптоэлектронные системы пространственной ориентации, бесконтактные системы измерения размеров.

Преобразователи размещены в стандартном 42-х выводном металлокерамическом планарном корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика прибора показаны на рис. 2.3.162. Назначение выводов прибора приведено в табл. 2.3.124. Режимы работы прибора указаны в табл. 2.3.125.

Таблица 2.3.124. Назначение выводов преобразователеля ФППЗ 8ЛБ

Вывод	Назначение	Вывод	Назначение
1, 22	Подложка	12, 33	Входной диод регистра Б
2, 23	Третьи фазные электроды регистров	13, 34	Первый входной электрод регистров
3, 24	Первые фазные электроды регистров	14, 35	Второй входной электрод регистра Б
4, 25	Четвертые фазные электроды регистров	15, 36	Выходной барьерный электрод регистров
5, 26	Второй входной электрод регистра А	16, 37	Электрод сброса
6, 27	Входной диод регистра А	17, 38	Опорный электрод
7, 28	Электрод переноса	18, 39	Затвор нагрузочного транзистора тока выходного узла
8, 29	Барьерные электроды фотодиодов	19, 40	Сток антиблуминга
10, 31	Электроды накопления	20, 41	Стоки выходных транзисторов
11, 32	Вторые фазные электроды регистров	21, 42	Исток выходного транзистора

Таблица 2.3.125. Режимы работы преобразователя ФППЗ 8ЛБ

Вывод	Наименование параметра.	Режим, В		Типовой режим, В	Вывод	Наименование параметра.	Режим, В		Типовой режим, В
		не менее	не более				не менее	не более	
1, 22	Постоянное напряжение на подложке	—	—	0	9, 30	Верхний уровень импульсного напряжения затвора антиблуминга	11,5	12,5	12
8, 29	Постоянное напряжение на барьерном электроде	3,5	4,5	4	9, 30	Нижний уровень импульсного напряжения затвора антиблуминга	5,5	6,5	6
15, 36	Постоянное напряжение на выходном барьерном электроде регистров	3,5	4,5	4,2	7, 28	Верхний уровень импульсного напряжения на электроде переноса	10,5	11,5	11
17, 38	Постоянное напряжение на опорном электроде	18	20	19	7, 28	Нижний уровень импульсного напряжения на электроде переноса	—2	1,5	1,3
18, 39	Постоянное напряжение на затворе нагрузочного транзистора	0	2	0,4	10, 31	Верхний уровень импульсного напряжения на электроде накопления	10	11,5	10,9
19, 40	Постоянное напряжение стока антиблуминга	8	15	8	10, 31	Нижний уровень импульсного напряжения на электроде накопления	4	5	4,8
20, 41	Постоянное напряжение стока выходных транзисторов	21	22	21	5, 14, 26, 35	Верхний уровень импульсного напряжения на втором входном электроде регистров	0	15	0
2,3,4,11, 23, 24, 25, 32	Верхний уровень импульсов управления регистром	10,5	11,5	11	5, 14, 26, 35	Нижний уровень импульсного напряжения на втором входном электроде регистров	0	15	0
2,3,4,11, 23, 24, 25, 32	Нижний уровень импульсов управления регистром	2,5	3,5	3	6, 12, 27, 33	Верхний уровень импульсного напряжения на входном диоде регистра	20	21	21
16, 37	Верхний уровень импульсов сброса	10,5	11,5	11	6, 12, 27, 33	Нижний уровень импульсного напряжения на входном диоде регистра	15	30	21
16, 37	Нижний уровень импульсов сброса	3,5	4,5	4	13, 34	Постоянное напряжение на первом входном электроде регистров	0	15	0

2.3.11.1.3.7. Преобразователи линейные ФППЗ 10Л [$\Delta\lambda$=0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм]

Преобразователи линейные ФППЗ 10Л представляют собой многоэлементный кремниевый фотоэлектрический приборы с самосканированием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в специальных системах высокочувствительных быстродействующих оптико-электронных приборах. Рабочий спктральный диапазон от 0,4 до 1 мкм.

Фоточувствительная область содержит одну фоточувствительную линейку из 2048 элементов, размером 15 х 13 мкм. Размер фоточувствительной области 26 х 0,014 мм.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -60 до +60°С.

Преобразователи размещены в стандартном 32-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно. В корпус прибора встроено термоэлектрическое устройство охлаждения (ТЭО) фоточувствительного элемента.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123.

2.3.11.1.3.8. Преобразователи линейные ФППЗ 29Л [$\Delta\lambda$=0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм]

Линейные фоточувствительные приборы ФППЗ 29Л предназначены для преобразования излучения дипазона 0,4...1 мкм в видеосигнал.

Ïðèáîð ÔÏÏÇ 29Ë ñîäåðæèò äâà èäåíòè÷íûõ ëèíåéíûõ ÔÏÏÇ, ðàñïîëîæåííûõ ïàðàëëåëüíî íà îäíîì êðèñòàëëå íà ðàññòîÿíèè 12,5ìì è èìåþùèõ íåçàâèñèìîå óïðàâëåíèå.

Ïðèáîðû ÔÏÏÇ 29Ë размещены в стандартном 42-х выводном металлокерамическом планарном корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -60 до +60°С.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика прибора показаны на рис 2.3.163.

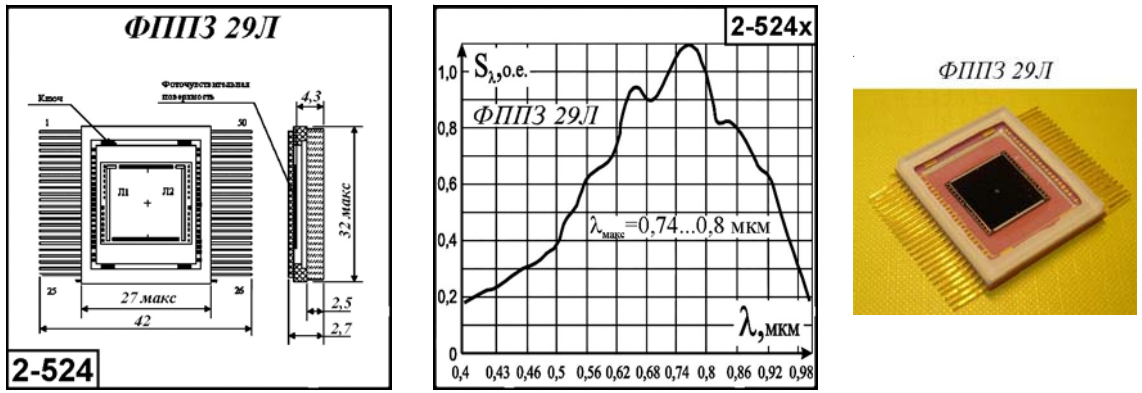


Рис.2.3.163. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФППЗ 29Л .

2.3.11.1.3.9. Преобразователи линейные ФППЗ 30Л с маской и ФППЗ 30Л [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм]

Линейные фоточувствительные приборы ФППЗ 30Л предназначены для преобразования излучения дипазона 0,4...1,1 мкм в видеосигнал.

Линейный фоточувствительный прибор ФППЗ 30Л состоит из двух идентичных линейных ПЗС форматом 1024 элементов каждый. Линейки на кристалле ориентированы параллельно друг другу, каждая имеет билинейную организацию и содержит отдельные секции для детектирования и накопления зарядовых пакетов. Устройство антиблюминга ФППЗ 30Л позволяет работать при пересветке прибора с кратностью не менее 100 раз. Предусмотрен также режим электронного экспонирования (от 10 мкс).

Преобразователи размещены в стандартном 42-х выводном металлокерамическом планарном корпусе, имеющем стеклянное входное окно. ФППЗ изготавливается в двух модификациях: ФППЗ 30Л с маской и ФППЗ 30Л.

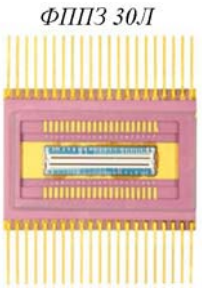
Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123 и 2.3.123д1.. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика прибора показаны на рис 2.3.164.

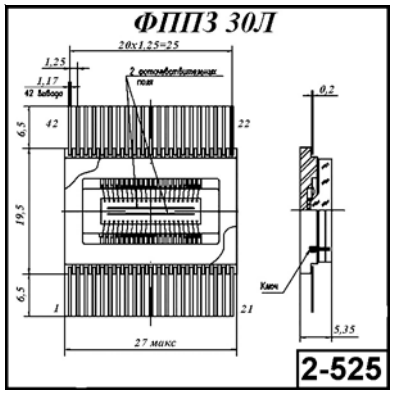
Области применения: аппаратура для спектрального анализа, оптоэлектронные системы пространственной ориентации, бесконтактные измерения размеров объектов.

Таблица 2.3.123д1. Основные параметры .ФППЗ 30Л.

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/норма параметра	
	ФППЗ 30Л с маской	ФППЗ 30Л*
Количество фоточувствительных элементов	2 х1024	
Размер фоточувствительного элемента, мкм^2	13 х 26	13 х 150
Шаг расположения фоточувствительных элементов, мкм	13	
Габаритные размеры корпуса, мм	26,5 х 19,5	
Расстояние между центрами линеек, мкм	900	
Управление регистрами	4-х фазное	
Максимальная скорость вывода информации, МП	5	
Сигнал насыщения, В	1,5	2,4
Динамический диапазон	> 2000	> 6000
Чувствительность (источник типа А с СЗС-23, при частоте выходного сигнала 200 кГц), В/Лк с	0,8	12
Относительная световая неравномерность, %	10	±4
Относительная темновая неравномерность, %	5	1
Максимальное напряжение на выводах, В	-	20
Диапазон рабочих температур, °С	от -50 до +50	

Примечание:*) При условии использования входного окна без светозащитного экрана





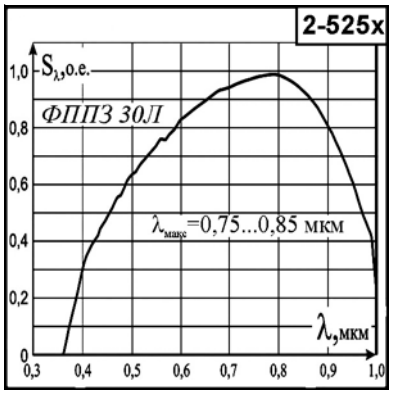


Рис.2.3.164. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФППЗ 30Л.

2.3.11.1.3.9д. Преобразователи линейные ФППЗ 32Л, ЛФППЗ-2600 [$\Delta\lambda$=0,38...1,1 мкм; $\lambda_{макс}$=0,75...0,8 мкм]

Линейный фоточувствительный прибор с переносом заряда ФППЗ 32Л (ЛФППЗ-2600) предназначен для регистрации излучения в диапазоне от 0,38 до 1,1 мкм.

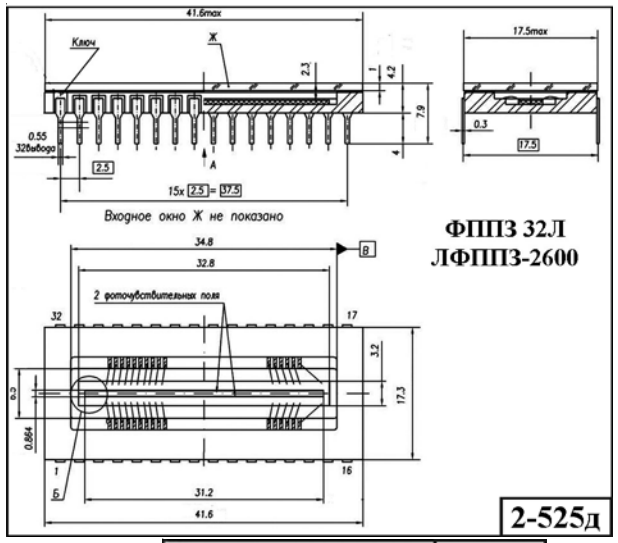
ЛФППЗ 2600 состоит из двух идентичных линейных ПЗС форматом 2600 элементов, имеющих осевую симметрию и независимое управление. Каждый ПЗС имеет билинейную организацию и содержит отдельные секции для детектирования и накопления зарядовых пакетов. Устройство антиблюминга ЛФППЗ-2600 позволяет работать при пересветке прибора с кратностью не менее 100 раз. Предусмотрен также режим электронного экспонирования (от 10 мкс).

Основные параметры ЛФППЗ приведены в табл. 2.3.123д. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приведнены на рис.2.3.164д.

Области применения: ЛФППЗ-2600 :спектроскопия, координатно-измерительных системы, системы пространственной ориентации и космическое приборостроение.

Таблица 2.3.123д. Основные параметры ФППЗ 32Л (ЛФППЗ-2600)

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Рабочий спектральный диапазон, нм	400...900
Размер фоточувствительного элемента, мкм	12 × 100
Количество фоточувствительных элементов	2 × 2600
Шаг расположения фоточувствительных элементов, мкм	12
Расстояние между краями линеек, мкм	664
Габаритные размеры корпуса, мм	41,6 × 17,5
Управление регистрами	4-х фазное
Максимальная скорость вывода информации, МГц	5
Сигнал насыщения, В	2,4
Динамический диапазон	6000
Чувствительность (источник типа А с СЗС-23, при частоте выходного сигнала 200 кГц), В/Лк·с	10
Относительная световая неравномерность, %	± 5
Относительная темновая неравномерность, %	0,1
Максимальное напряжение на выводах, В	20
Максимальная частота работы, МГц	2,5
Диапазон рабочих температур, °С	-50 ÷ +50
Габаритные размеры корпуса, мм	17, 3 x 34,8 x 4,2
№ рисунка	2-525д



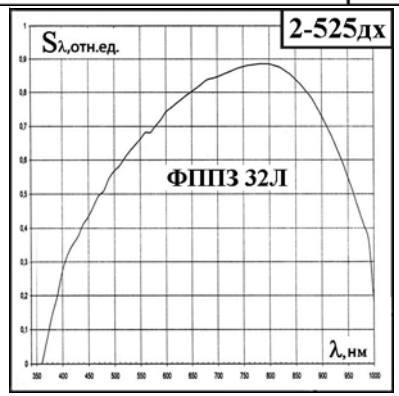


Рис.2.3.164д. Внешний вид и габаритные размеры и ОСХ ФППЗ 32Л

2.3.11.1.3.10. Преобразователи линейные ФППЗ 37Л [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм]

Преобразователи линейные ФППЗ 37Л предназначены для преобразования оптического изображения в дискретный поэлементный электрический сигнал и определения значения освещенности. Рабочий спктральный диапазон приборов от 0,4 до 1,1 мкм.

Фоточувствительная область преобразователя содержит две фоточувствительных линейки по 500 элементов в каждой, секцию накопления и переноса, сдвиговый регистр и антиблуминговое устройство. Размеры фоточувствительной области: 26 х 0,5 мм для первого ряда и 26 х 0,025 мм для второго ряда.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -60 до +60^{o}C.

Приборы используется в измерительной технике различного назначения.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид и габаритные размеры прибора показаны на рис 2.3.165.

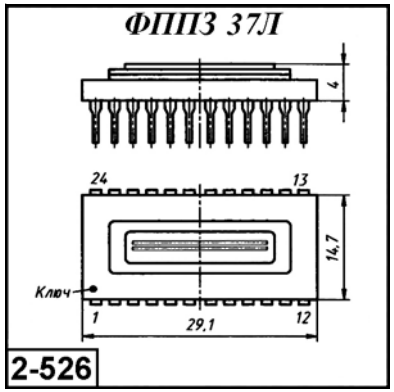


Рис.2.3.165. Внешний вид и габаритные размеры ФППЗ 37Л .

2.3.11.1.3.11. Преобразователи линейные ФППЗ 38Л, ФППЗ 38Л-1 [$\Delta\lambda$=0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм]

Преобразователи линейные ФППЗ-38Л, ФППЗ-38Л-1 представляют собой многоэлементный кремниевый фотоэлектрический прибор с самосканированием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в специальной оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне длин волн от 0,3 до 1 мкм.

Фоточувствительная область содержит две фоточувствительных линейки по 1000 элементов, размером 500 х 13 мкм. Размер кристалла 15 х 5,1 мм. в каждой.

У преобразователя ФППЗ-38Л задействованы обе линейки.

У преобразователя ФППЗ-38Л-1 задействована только одна линейка.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -60 до +60°С.

Приборы используется в спектральной измерительной технике.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123.

2.3.11.1.3.12. Преобразователи линейные ФППЗ 39Л [$\Delta\lambda$=0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм]

Преобразователи линейные ФППЗ-39Л представляют собой многоэлементный кремниевый фотоэлектрический прибор с самосканированием на принципе переноса заряда. Рабочий спктральный диапазон от 0,4 до 1 мкм.

Фоточувствительная область содержит одну фоточувствительную линейку 2048 элементов, два считывающих регистра, два входных и выходных устройства.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -60 до +60°С.

Приборы предназначены для использования в специальных системах преобразования и обработки изображения.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123.

2.3.11.1.3.13. Преобразователи линейные ФППЗ 2048 [$\Delta\lambda$=0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм]

Преобразователи линейные ФППЗ 2048 предназначены для преобразования оптического изображения спектрального диапазона 0,3... 1,1 мкм. в дискретный поэлементный электрический сигнал.

Фоточувствительная область содержит одну фоточувствительную линейку 2048 элементов. Прибор имеет билинейную организацию и содержит индивидуальные секции для детектирования и накопления зарядовых пакетов. Имеется встроенный управляемый антиблуминг.

Преобразователи размещены в стандартном 32-х выводном металлокерамическом DIP корпусе. Входное окно выполняется из стекла КУ-1 или из стекловолокна. Прибор может быть выполнен с встроенным термоэлектрическим холодильником (ТЭО).

Дипазон рабочих температур преобразователя от -50 до +50°С.

Прибор ФППЗ-2048 ориентирован на применение в аппаратуре спектрального анализа.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика прибора показаны на рис 2.3.166.

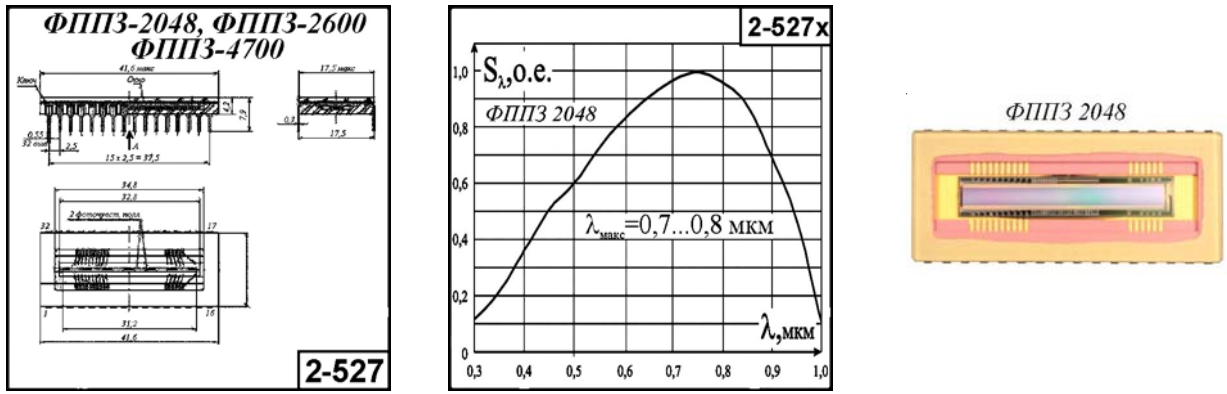


Рис.2.3.166. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФППЗ 2048Л.

2.3.11.1.3.14. Преобразователи линейные ФППЗ 2600 [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм]

Преобразователи линейные ФППЗ 2600 предназначены для преобразования оптического изображения спектрального диапазона 0,4... 1,1 мкм. в дискретный поэлементный электрический сигнал.

Прибор ФППЗ 2600 состоит из двух идентичных линейных фоточувствительных приборов с переносом заряда с 2600 фоточувствительными элементами, имеющих осевую симметрию и независимое управление. Каждый фоточувствительный прибор имеет билинейную организацию и содержит отдельные секции для детектирования и накопления зарядовых пакетов.

Устройство антиблуминга ФППЗ-2600 позволяет работать при пересветке прибора с кратностью не менее 100 раз. Предусмотрен также режим электронного экспонирования (от 10 мкс).

Преобразователи размещены в стандартном 32-х выводном металлокерамическом DIP корпусе. Входное окно выполняется из стекла КУ-1 или из стекловолокна.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -50 до +50°С.

Преобразователь ФППЗ-2600 ориентирован на применение в спектроскопии, координатно-измерительных системах, системах пространственной ориентации и космическом приборостроении.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид, габаритные размеры приведены на рис. 2.3.163. Относительная спектральная характеристика прибора показана на рис 2.3.167.

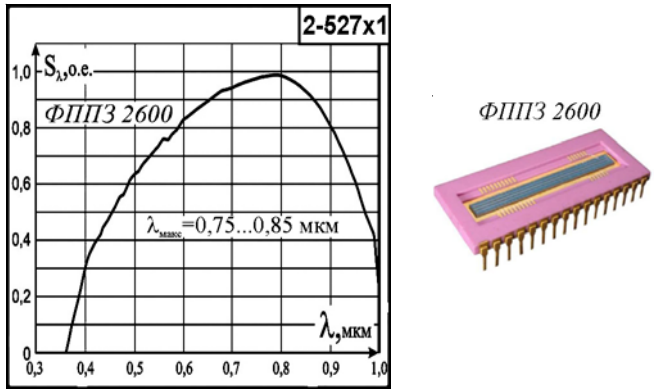


Рис. 2.3.167. Относительная спектральная характеристика ФППЗ 2600 .

2.3.11.1.3.15. Преобразователи линейные ФППЗ 4700 [$\Delta\lambda$=0,3...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм]

Преобразователи линейные ФППЗ 4700 предназначены для преобразования оптического изображения спектрального диапазона 0,3... 1,0 мкм в дискретный поэлементный электрический сигнал.

ФППЗ-4700 - линейный фоточувствительный прибор с переносом заряда с 4700 фоточувствительными элементами, с размером элемента 6,5 х 6,5 мкм. Прибор имеет билинейную организацию и содержит индивидуальные секции для детектирования и накопления зарядовых пакетов. Имеется встроенный антиблуминг с кратностью пересветки не менее 100 раз. Предусмотрен режим электронного экспонирования от 10 мкс и более.

Преобразователи размещены в стандартном 32-х выводном металлокерамическом DIP корпусе. Входное окно выполняется из стекла КУ-1 или из стекловолокна.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -50 до +50°С.

ФППЗ-4700 ориентирован на применение в оптоэлектронных системах с увеличенным пространственным разрешением.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид, габаритные размеры приведены на рис. 2.3.163. Относительная спектральная характеристика прибора показана на рис 2.3.168.

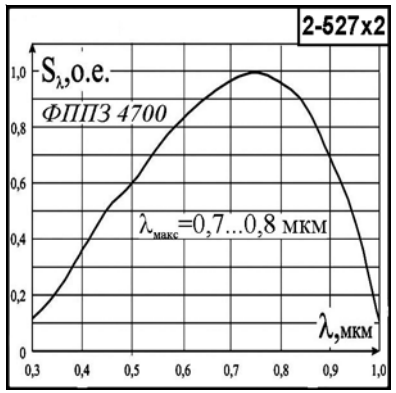




Рис. 2.3.168. Относительная спектральная характеристика ФППЗ 4700.

2.3.11.1.3.16. Преобразователи линейные ФППЗ 12000 [$\Delta\lambda$=0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм]

Преобразователи линейные ФППЗ 12000 предназначены для преобразования оптического изображения спектрального диапазона 0,4... 1,0 мкм в дискретный поэлементный электрический сигнал.

ФППЗ 12000 - линейный фоточувствительный прибор с переносом заряда с 12000 фоточувствительными элементами размером 6,5х6,5 мкм. Прибор имеет билинейную организацию и содержит индивидуальные секции для детектирования и накопления зарядовых пакетов. Четыре выходных регистра, четыре выходных узла. Управление - двухфазное. Имеется встроенный антиблуминг с кратностью пересветки не менее 100 раз. Предусмотрен режим электронного экспонирования от 10 мкс и более.

Преобразователи размещены в 56-ти выводном металлокерамическом DIP корпусе. Входное окно выполнено из стекла.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -50 до +50°С.

ФППЗ-12000 ориентирован на применение в оптоэлектронных системах с увеличенным пространственным разрешением.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид, габаритные размеры приведены на рис. 2.3.169.

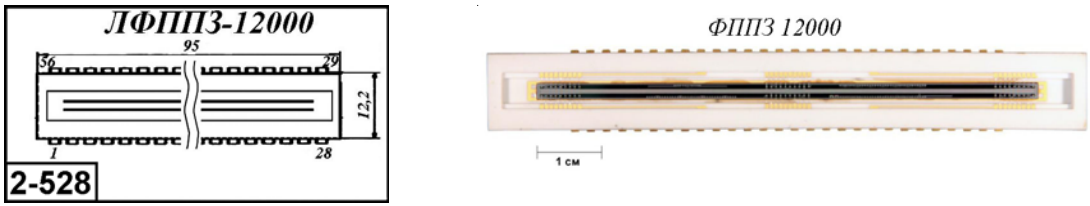


Рис.2.3.169. Внешний вид, габаритные размеры ФППЗ 12000Л .

2.3.11.1.3.17. Преобразователь линейный ФППЗ “Канделла” [$\Delta\lambda$=0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм]

Преобразователь линейный ФППЗ “Канделла” предназначен для преобразования оптического изображения спектрального диапазона 0,4... 1,0 мкм в дискретный поэлементный электрический сигнал.

Линейный фоточувствительный прибор с переносом заряда содержит два идентичных прибора, расположенных параллельно друг другу на расстоянии 150 мкм и имеющих независимое управление. Количество фоточувствительных элементов в каждой линейке - 2048. Размер фоточувствительной области линейки 0,05 х 26,6 мм.

Дипазон рабочих температур преобразователя от -50 до +50°С.

ФППЗ “Канделла” ориентирован на применение в оптоэлектронных системах с увеличенным пространственным разрешением.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.123. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приборов приведены на рис. 2.3.170.

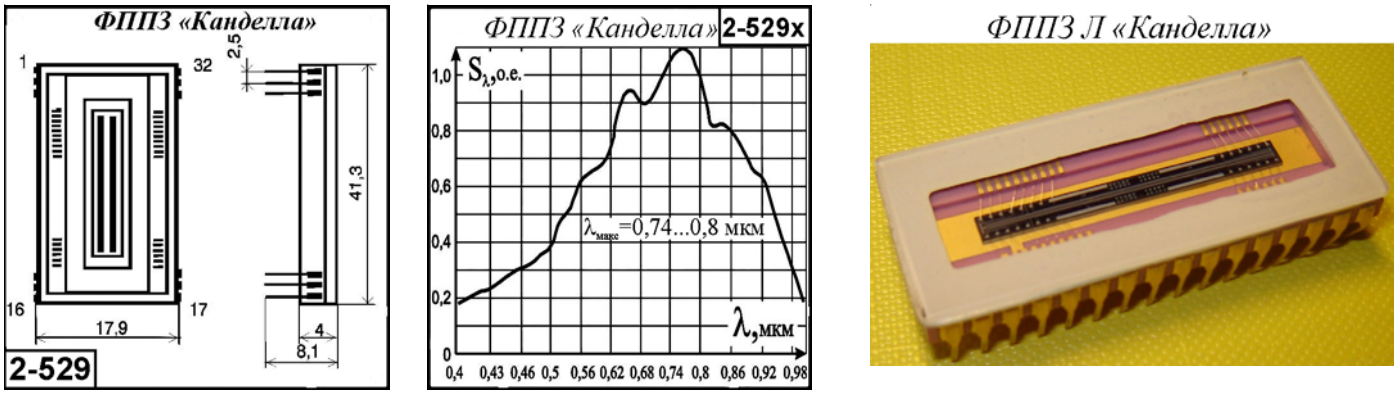


Рис. 2.3.170. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФППЗ “Канделла”

2.3.11.3д. Линейные ФППЗ 4К, ФППЗ 6К, ФППЗ 12К [$\Delta\lambda$=0,4...0,9; $\lambda_{макс}$=0,75мкм]

Ряд изделий состоит из трех типов линейных ФППЗ – с числом элементов от 4000 до 12000, предназначенных для регистрации излучения в диапазоне от 0,4 до 0,9 мкм.

ФППЗ имеют большой размер кристалла (10 см) и высокие параметры. Это объясняется использованием высокоэффективных ПЗС регистров переноса, позволяющих переносить заряды на расстояние 5 см с неэффективностью переноса не хуже 0,999998.

Основные параметры ФППЗ приведены в табл. 2.3.123д. Относительная спектральная характеристика приведена на рис. 2.3.170д.

Области применения: перспективные системы наблюдения космического базирования, позволяющих реализовать лучшие параметры пространственного разрешения при регистрации малоразмерных объектов.

Приборы могут также служить основным элементом при создании спектрозональных систем высокого разрешения в широком диапазоне длин волн 0,3 - 0,9 мкм. ФППЗ также могут эффективно применяться в факсимильных системах высокого разрешения и перспективных системах наблюдения. Применение таких ФППЗ в системах наблюдения обеспечивает увеличение разрешения при регистрации маломерных объектов, в том числе при спектрозональной съемке.

Таблица 2.3.123д. Основные параметры линейных преобразователей ФППЗ 4К, ФППЗ 6К, ФППЗ 12К

Наименование парметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра		
	ФППЗ 4К	ФППЗ 6К	ФППЗ 12К
Рабочий спектральный диапазон, нм	400...900		
Число фоточувствительныых элемегтьов	4096	6000	12000
Размер фоточувствительного элемента, мкм	6,5 x 6,5		
Шаг, мкм	6,5		
Число выходных регистров	2	4	4
Число выходных узлов	2	4	4
Скорость вывода данных по каждому регистру, МГц, не более	5		
Электронный затвор (антиблюминг)	имеется		
Напряжение насыщения, мВ	>2		
Монохроматическая чувствительность, В/мк*Дж/см^2	>2,5		
Динамический диапазон	>4000	>3000	>3000
Коэффициент передачи модуляции на пространственной частоте равной fN/2 по горизонтали, %	>50		
Среднеквадратическая неравномерность темнового сигнала, %	<2		
Относительная неравномерность светового сигнала, %	±10		

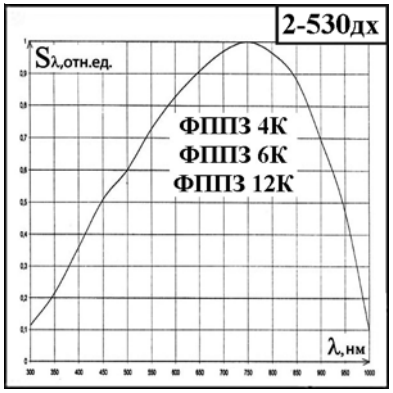


Рис. 2.3.170д. Относительная спектральная характеристика ФППЗ типа ФППЗ 4К, ФППЗ 6К, ФППЗ 12К

2.3.11.1.4. Фотоприемные устройства ФУК1Л1, ФУК1Л2, ФУК1ЛЗ-1, ФУК1ЛЗ-2, ФУК1ЛЗ-3, ФУК1Л4 [Δλ=0,25...1,1 мкм]

Многоэлементные линейные фотоприемные устройства серии ФУК1Л1-ФУК1Л4 предназначены для преобразования оптического излучения в видеосигнал в спектральном диапазоне 0,25...1,1 мкм.

Фотоприемные устройства размещаются в стандартном 32-х выводном герметичном металлокерамическом корпусе, снабженном стеклянным входным окном. В ФПУ ФУК1ЛЗ-1, ФУК1ЛЗ-2, ФУК1ЛЗ-3 - в качестве входного окна используется кварцевое стекло.

Фотоприемные устройства серии ФУК1Л1-ФУК1Л4 применяются в устройствах автоматики и робототехники, устройствах позиционирования для измерения геометрических размеров и перемещений, для ввода оптической информации, считывания одно-, двумерных изображений, в измерительной аппаратуре.

Основные параметры фотоприемных устройств серии ФУК1Л-х приведены в табл. 2.3.126. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ приведены на рис. 2.3.171 и 2.3.172. В табл.. 2.3.127 - 2.3.129 приводятся назначение выводов и рабочие режимы ФПУ.

Таблица 2.3.126. Основные параметры фотоприемных устройств серии ФУК1Л-х при температуре 20±5°С

Тип прибора	Рабочий спектральный диапазон, мкм	Размеры ф.ч.э. мкм	Количество ф.ч.э.	Шаг, мкм	Токовая монохроматическая чувствительность на λ=0,38...0,53 мкм, А/Дж, не менее	Разброс чувствительности, %, не более	Среднее значение темнового тока, мА	Среднее значение энергии насыщения по всем фоточейкам, Дж	Динамический диапазон, о.е., не менее	Максимальная частота опроса, МГц	Кол-во выходов	Диапазон рабочих температур, °С	Габаритные размеры, корпуса, мм, [масса, г], не более {№ рисунка}
ФУК1Л1	0,3…1,1	20 x 20	1024	25	$1\cdot10^{7}$	20	0,5…2	$2*10^{-12}$ …$2*10^{-11}$	1000	7	2	- 45… + 55	43 x 16 x 9,3 [6,5] {2-530}
ФУК1Л2		20 x 150	1024	25	$3\cdot10^{7}$								
ФУК1ЛЗ-1	0,25…1,1	10 x 10	2560	12,5	$1\cdot10^{8}$	30	<2	∠	5000	10	1		43 x 16 x 9,3 [6,5] {2-531}
ФУК1ЛЗ-2		10 x 1000	2560	12,5	$2\cdot10^{8}$	30	<1,5	∠	5000	10	1		
ФУК1ЛЗ-3		6 x 6 (в два ряда)	5120	6	$1\cdot10^{8}$	30	<2	∠	5000	10	2		
ФУК1Л4	0,25…1,1	20 x 1000	1024	25	$1\cdot10^{8}$	30	<2	10	5000	10	1		43 x 16 x 9,3 [6,5] {2-530}



ФУКЛ 1,2,3,4





Рис. 2.3.171. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ ФУК1Л1, ФУК1Л2 и ФУК1Л4.

Таблица 2.3.127. Назначение выводов и рабочие режимы ФПУ ФУК1Л1, ФУК1Л2

ФУК1Л1, ФУК1Л2		
Вывод	**Назначение**	**Режим**
7	Напряжение смещения подложки, 0	0
8	Напряжение запуска регистра считывания, импульсное, В	+12
9	Напряжение тактового сигнала регистра считывания, импульсное, В	+12
10	Напряжение тактового сигнала регистра считывания, импульсное, В	+12
11	Общий вывод регистра считывания, В	0
12	Технологический. Выход с регистра считывания	-
13	Напряжение выходное	-
14	Напряжение выходное	-
15	Напряжение питания, В	+9
16	Напряжение питания, В	+9
19	Напряжение смещения фотодиодов, В	+6
20	Напряжение смещения фотодиодов, В	+6
21	Технологический. Выход с регистра стирания	-
23	Напряжение тактового сигнала регистра стирания, импульсное, В	+12
22	Общий вывод регистра считывания	0
24	Напряжение тактового сигнала регистра стирания, импульсное, В	+12
25	Напряжения запуска регистра стирания, импульсное, В	+12
26	Напряжение смещения подложки, В	0
1-6, 17, 18, 27-32	Свободные	-

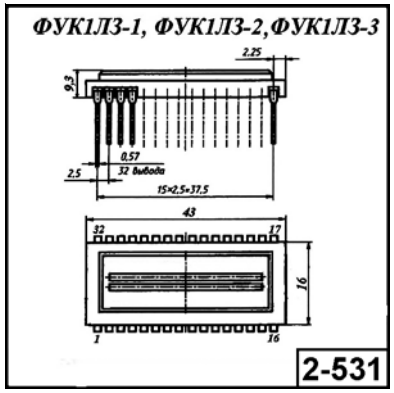


Рис. 2.3.172. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ ФУК1ЛЗ-1, ФУК1ЛЗ-2 и ФУК1ЛЗ-3.

Таблица 2.3.128. Назначение выводов и рабочие режимы ФПУ ФУК1ЛЗ-1, ФУК1ЛЗ-2, ФУК1ЛЗ-3

Вывод		Назначение	Режим	
ФУК1ЛЗ-1, ФУК1ЛЗ-2	ФУК1ЛЗ-3		не менее	не более
1	32	Напряжение управления узлом антиблюминга, постоянное, В	+10	+15
2	31	Напряжение управления затворами нечётных интеграто-ров, импульсное, В* верхний уровень нижний уровень	+5,0	+15
3	30	Напряжение управления затворами чётных интеграторов, импульсное, В*		
		верхний уровень	+5	+15
		нижний уровень	0	+10
4	29	Общий	0	
5	28	Напряжение запуска регистра считывания, импульсное, В	+10	+15
6	27	Напряжение 1-е фазовое регистра считывания, импульсное В	+10	+15
7	26	Напряжение 2-е фазовое регистра считывания, импульсное, В	+10	+15
8	25	Контрольный выход сдвигового регистра, В ($R_н$ = 10 кОм)	-	
9	24	Напряжение стробирования, В	0	
10	23	Напряжение питания, постоянное, В	+10	+15
11	22	Выход токовый ($R_н$ = 560 Ом...6,8 кОм)	-	
12	21	Напряжение сброса, импульсное, В	+10	+15
13	20	Напряжение смещения, импульсное, В*	+5	+15
14	19	Напряжение управления переносом заряда, импульсное, В*	+2	+15
15	18	Напряжение разрешения считывания, импульсное, В*	+0,5	+10
16	17	Напряжение питания узла антиблюминга, В	0	

Примечание: * Регулируемые уровни напряжений

Таблица 2.3.129. Назначение выводов и рабочие режимы ФПУ ФУК1Л4

Вывод	Назначение	Режим	
		не менее	не более
1	Напряжение питания узла антиблюминга, постоянное, В	0	
2	Напряжение управления затворами нечётных интеграторов, импульсное, В* верхний уровень нижний уровень	+5	+25
3	Напряжение управления затворами чётных интеграторов, импульсное, В* верхний уровень нижний уровень	+5	+25
4	Напряжение 2-е фазовое регистра считывания, импульсное, В	+10	+15
5	Напряжение 1-е фазовое регистра считывания, импульсное, В	+10	+15
6	Общий	0	
7	Свободный	-	
8	Напряжение запуска регистра считывания, импульсное, В	+10	+15
9	Контрольный выход сдвигового регистра, В ($R_н$ = 10 кОм)	-	
10	Напряжение питания повторителя постоянное, В	+10	+15
11	Выход токовый ($R_н$ = 560 Ом ...6,8 кОм)	-	-
12	Напряжение смещения, В*	+5	+15
13	Напряжение сброса, импульсное, В	+10	+15
14	Напряжение управления переносом заряда чётных интеграторов, импульсное, В*	+2	+10
15	Напряжение управления переносом заряда нечётных интеграторов, импульсное, В*	+2	+10
16	Напряжение разрешения считывания, импульсное, В*	+0,5	+10

Примечание: * Регулируемые уровни напряжений

2.3.11.1.5. Линейные ФПЗС типа MPL1024B, MPL1024S, MPL2048B, MPL2048S, MPL4096S, MPL4096H, MPL6144H, MPL8192H, MPL12288H [Δλ=0,35...1,1 мкм]

Многоэлементные линейные фоточувствительные приборы с зарядовой связью серии MPL-XXXX предназначены для преобразования оптического излучения в видеосигнал в спектральном диапазоне 0,35...1,1 мкм.

Приборы серии MPL-XXXX отличаются, т.н. «комбинированной» организацией, характеризующейся наличием билинейного считывания информации с единого линейного массива фоточувствительных элементов и её мультиплексированием в зарядовой форме перед детектированием в одном выходном устройстве.

Все приборы оснащены устройством антиблуминга, способным работать в режиме электронного затвора.

Приборы размещаются в стандартных герметичных металлокерамических DIP корпусах, снабженных стеклянным входным окном.

Многоэлементные линейные фоточувствительные приборы серии MPL-XXXX применяются в устройствах автоматики и робототехники, устройствах позиционирования для измерения геометрических размеров и перемещений, для ввода оптической информации, считывания одно-, двумерных изображений, в измерительной аппаратуре.

Основные параметры ФПЗС серии MPL-XXXX приведены в табл. 2.3.130. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ приведены на рис. 2.3.173 - 2.3.175. Назначение выводов приборов приведено в табл. 2.3.131 - 2.3.133.

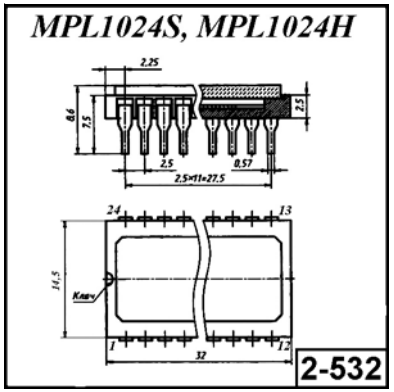


Рис.2.3.173. Внешний вид и габаритные размеры MPL1024B, MPL1024S

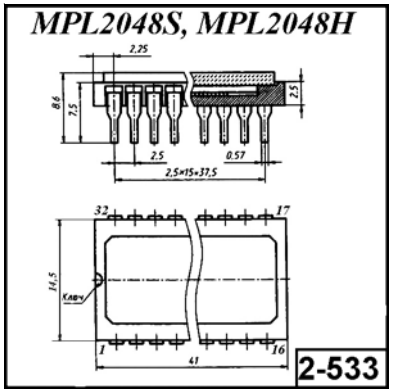


Рис.2.3.174. Внешний вид и габаритные размеры MPL2048B, MPL2048S

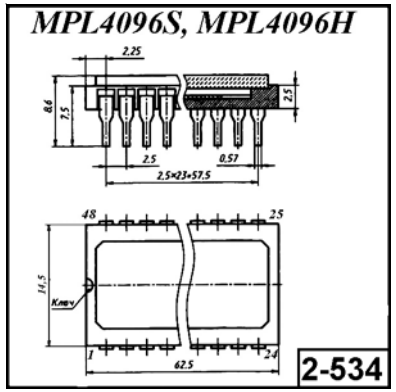


Рис.2.3.175. Внешний вид и габаритные размеры MPL4096S, MPL4096H

Таблица 2.3.130. Основные параметры ФПЗС серии MPLXXX при температуре 20±5°C

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора / Норма параметра								
	MPL1024B	**MPL1024S**	**MPL2048B**	**MPL12048S**	**MPL4096S**	**MPL4096H**	**MPL6144H**	**MPL8192H**	**MPL12288H**
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,35-1,1	0,35-1,1	0,35-1,1	0,35-1,1	0,35-1,1	0,35-1,1	0,35-1,1	0,35-1,1	0,35-1,1
Число фоточувствительных элементов, шт.	1024x1	1024x1	2048x1	2048x1	4096x1	4096x1	6144x1	8192x1	12288x1
Размер фоточувствительного элемента, мкм	13 x 13	13 x 13	13 x 13	13 x 13	13 x 13	6,5 x 6,5	6,5 x 6,5	6,5 x 6,5	6,5 x 6,5
Чувствительность, В/мкДж/см^2 , не менее	4,0	7,0	4,0	7,0	7,0	7,0	10	—	—
Чувствительность, S_u, В/лк*с , не менее	—	—	—	—	—	4	4	4	4
Напряжение насыщения, В, не менее	2,4	1,0	2,4	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0
Неравномерность темнового сигнала, мВ, не более	10	10	10	10	10	10	15	—	—
Неравномерность чувствительности, %, не более	5	5	5	5	5	15	10	—	—
Коэффициент передачи модуляции, %, не менее	—	—	—	—	—	60	60	60	60
Неравномерность выходного сигнала, %, не более	—	—	—	—	—	15	15	15	15
Неравномерность темнового сигнала (при времени накопления $t_н$=1мс), %, не более	—	—	—	—	—	1	1	1	1
Эффективность антиблуминга, Ка , отн. ед.	—	—	—	—	—	300	300	300	300
Максимальная тактовая частота, МГц	30 (15x2)	30	15	15	15	20	20	20	20
Электронный затвор	нет	есть	нет	есть	есть	есть	есть	есть	есть
Габаритные размеры (без выводов), мм, не более	32x14,7x3,5	32x14,7x3,5	41x14,7x3,5	41x14,7x3,5	62,5x14,7x3,5	62,5x14,7x3,5	—	—	—

Табл. 2.3.131. Назначение выводов MPL1024S(H).

Вывод	Назначение
2	Экран
7	Фотозатвор
6	Затвор антиблумигна
8	Затвор разрешающий
22	Входной диод
3	Первый входной затвор
4	Второй входной затвор
17	Первая фаза
16	Вторая фаза
9	Выходной затвор
10	Затвор восстанавливающего транзистора
11	Сток восстанавливающего транзистора
23	Сток
14	Исток
15	Выход
21	Подложка
1,,5,12,13,18, 19,20,24	Свободные

Табл. 2.3.132. Назначение выводов MPL2049S(H).

Вывод	Назначение
4	Экран
9	Фотозатвор
8	Затвор антиблумигна
10	Затвор разрешающий
28	Входной диод
5	Первый входной затвор
6	Второй входной затвор
23	Первая фаза
22	Вторая фаза
11	Выходной затвор
12	Затвор восстанавливающего транзистора
13	Сток восстанавливающего транзистора
29	Сток
20	Исток
21	Выход
27	Подложка
1,2,3,7,14,15,16, 17,18,19, 24,25, 26,30,31,32	Свободные

Табл. 2.3.133. Назначение выводов MPL4096S(H)

Вывод	Назначение
8	Экран
13	Фотозатвор
12	Затвор антиблумигна
14	Затвор разрешающий
40	Входной диод
9	Первый входной затвор
10	Второй входной затвор
35	Первая фаза
34	Вторая фаза
15	Выходной затвор
16	Затвор восстанавливающего транзистора
17	Сток восстанавливающего транзистора
41	Сток
32	Исток
33	Выход
39	Подложка
1 - 7, 11, 18 -31, 36 -38, 42	Свободные

Глава 2.3.11.2. Матричные фоточувствительные приборы с зарядовой связью

2.3.11.2.1. Преобразователи матричные 1200ЦМ-1, 1200ЦМ-1А, 1200ЦМ2, 1200ЦМ-2А, 1200ЦМ-2Б, 1200ЦМ-7, 1200ЦМ-7А, 1200ЦМ-7Б, 1200ЦМ-8, Б1200ЦМ9-3, Б1200ЦМ10-3, К1200ЦМ-15

Основные параметры матричных преобразователей серии 1200ЦМ-Х приведены в табл. 2.3.134. Внешний вид и габаритные размеры преобразователей приведены на рис. 2.3.176 - 2.3.181. В таблицах 2.3.135 -2.3.137 приведены рабочие режимы и назначение выводов некоторых типов приборов.

Таблица 2.3.134. Основные параметры преобразователей серии 1200ЦМ-Х при температуре 20±5°С

Тип прибора	Δλ, мкм [λмакс, мкм]	Число элементов изображения	Размер элемента изображения, [шаг дискретизации], мкм	Размер изобра-, жения, мм	Световая чувствительность (ист. типа "А"), мВ/лк	Число фаз управления	Постоянное напряжение на подложке, В	Напряжение сигнала насыщения, В, не менее	Пороговая экспозиция, лк*с	Неравномерность выходного светового и [темнового] сигнала, %	Глубина модуляции, %, не менее	Максимальная частота выходного сигнала, МГц	ΔТ, °С	Габаритные размеры, мм [масса, г], не более {№ рисунка}
1200ЦМ-1	0,5…1,0	288х232	21х21	н/д	3 мВ/лк	3	5…20	0,08	0,05 лк	[2 мВ]	30	—	-60…+60	14,7 х 29,2х5,5 [6] {2-535}
1200ЦМ-1А	0,5…1,0	288х230	21х21	н/д	20 мВ/лк	3	5…20	0,08	0,05 лк	1,2 мВ	50	—	-60…+60	14,7 х 29,2х5,5 [6] {2-535}
1200ЦМ2	0,5…1,0	576х360	19х18	8,6х12	3 мВ/лк	3	5…20	0,08	0,05 лк	12 [7]	30	11	-60…+60	24,7 х 42,5 х 5,6 [15] {2-536}
1200ЦМ-2А 1200ЦМ-2Б	0,5…1,0	576х360	21х21	8,6х12	10 мВ/лк	3	5…20	0,08	0,05 лк	15 [7]	35	—	-60…+60	24,7 х 42,5 х 5,6 [15] {2-536}
1200ЦМ-7	0,55...1,1	442х288	17х22	н/д	30 мВ/лк	3	5…20	0,08	$5*10^{-4}$	15 [7]	—	8,5	-60…+60	14х43х5,6 {2-537}
1200ЦМ-7А 1200ЦМ-7Б	0,5...1,1	580х360	18х19	н/д	10 мВ/лк	3	5…20	0,08	—	15 [7]	—	10,5	-60…+60	
1200ЦМ-8	0,5...1,1	2х (144х256)	18х24	н/д	0,3 $В*м^2*Вт^{-1}$	3	30	0,1	—	15 [5]	35	6	-60…+60	5 х 14 х 19,5 [6] {2-538}
Б1200ЦМ9-3 Б1200ЦМ10-3	0,4...1,1 [0,85…0,94]	256х128	19х18	н/д	40 $В*м^2*Вт^{-1}$	3	30	0,1	—	0,1 [20 мВ]	40	—	-50…+50	б/к [0,3] {2-540}
К1200ЦМ-15	0,5…1,0	580х442	19х22	н/д	15 мВ/лк	3	18	0,2	—	[20]	53	—	-40…+60	5 х 20 х 20,75 [6] {2-539}

2.3.11.2.1.1. Преобразователи матричные 1200ЦМ1 [Δλ=0,5...1,0 мкм]

Преобразователи матричные 1200ЦМ1 предназначены для использования в различной телевизионной и оптико-электронной аппаратуре, работающей в в спектральном диапазоне от 0,5 до 1 мкм.

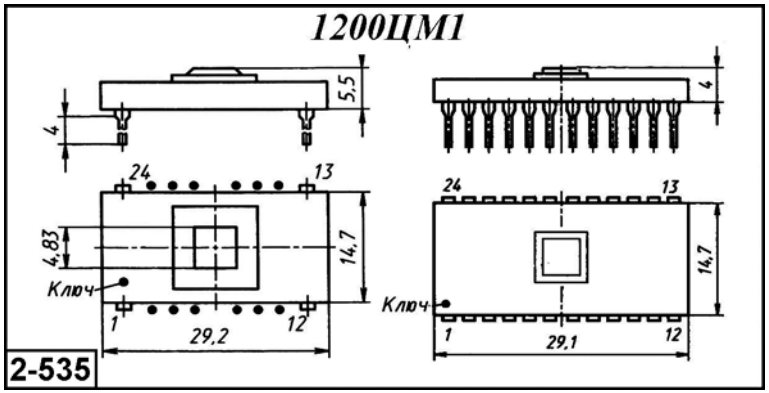
Преобразователь представляет собой фотоприемную матрицу с числом элементов 288х232. Матрица содержит секцию накопления, секцию памяти, верхний и нижний выходные регистры. Преобразователи построены на приборах с зарядовой связью. Схема питания матрицы трехфазная.

В течение прямого хода кадровой развертки происходит накопление фотогенерировапных зарядов в секции накопления, в течение обратного хода—их параллельный перенос в секцию хранения. Во время последующего цикла накопления заряды из секции хранения построчно 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.

Преобразователи размещены в 24-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.134. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис 2.3.176. Назначение выводов фотоприемной матрицы приведено в табл. 2.3.135. Рабочие режимы работы 1200ЦМ1 указаны в табл. 2.3.136.



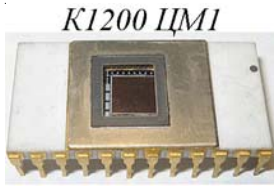


Рис. 2.3.176. Внешний вид и габаритные размеры 1200ЦМ1

Таблица 2.3.135. Назначение выводов 1200ЦМ1

Вывод	Назначение
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 верхнего регистра
16	Первый фазный электрод секции накопления
17	Второй фазный электрод секции накопления
18	Третий фазный электрод секции накопления
19	Подложка
20	Выходной затвор
21	Выход видеосигнала основной
22	Питание усилительных транзисторов
23	Выход видеосигнала компенсационный
24	Питание транзистора сброса

Таблица 2.3.136. Рабочие режимы 1200ЦМ1

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра	Вывод
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 обогащения, В	0… — 4	7, 8,9
Напряжение на входном затворе верхнего регистра, В	0	10
Напряжение на входном затворе нижнего регистра, В	0	11
Напряжение на входном диоде верхнего регистра, В	0	12
Напряжение на фазных электродах верхнего регистра, В	0	13, 14, 15
Верхний уровень напряжения хранения и переноса, В	— 15…— 25	16, 17, 18
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
Напряжение на выходном затворе нижнего регистра, В	—4.. . — 18	21
Напряжение на стоках усилительных транзисторов, В	— 14.. .—26	22
Напряжение на стоке транзистора сброса	— 15.. .—28	24

2.3.11.2.1.2. Преобразователи матричные 1200ЦМ2А, 1200ЦМ2Б [Δλ=0,5...1,0 мкм]

Преобразователи матричные 1200ЦЛ12А, 1200ЦМ2Б предназначены для использования в различной телевизионной и оптико-электронной аппаратуре, работающей в в спектральном диапазоне от 0,5 до 1 мкм.

Приборы 1200ЦМ2А и 1200ЦМ2Б различаются между собой допустимым количеством д ефектных элементов. суммарное количество дефектов по полю и строкам для 1 200ЦМ2А -49 шт, а для 1200ЦМ2Б - 63 шт.

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой фотоприемную матрицу с числом элементов 576х360. Матрица содержит секцию накопления, секцию хранения и выходной регистр. Преобразователи построены на приборах с зарядовой связью. Схема питания матрицы трехфазная.

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

Преобразователи размещены в 32-х выводном металлокерамическом DIP корпусе, имеющем стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.134. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис 2.3.177. Назначение выводов фотоприемной матрицы приведено в табл. 2.3.137. Рабочие режимы работы 1200ЦМ2 указаны в табл. 2.3.138.

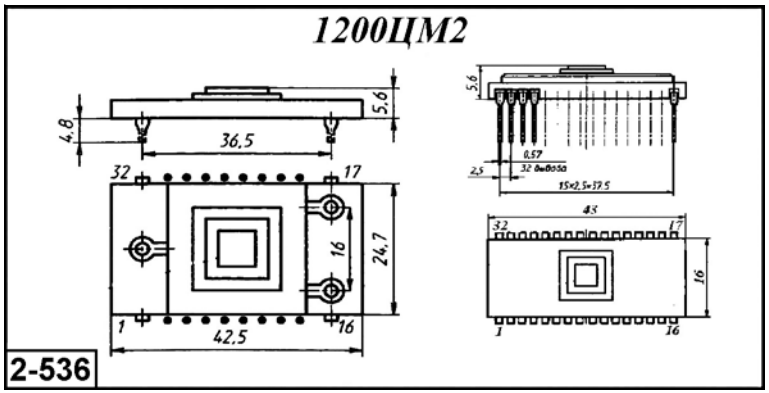


Рис. 2.3.177. Внешний вид и габаритные размеры 1200ЦМ2

Таблица 2.3.137. Назначение выводов 1200ЦМ2

Вывод	Назначение
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 антиблуминга
16, 30	Третий фазный электрод регистра
17, 32	Первый фазный электрод регистра
18, 31	Второй фазный электрод регистра
23	Третий фазный электрод секции хранения
24	Второй фазный электрод секции хранения
25	Первый фазный электрод секции хранения
19, 20, 21, 22, 27, 28, 29	Выводы используются для ввода сигнала при применения приборов в качестве запоминающих устройств

Таблица 2.3.138. Рабочихе режимы 1200ЦМ2

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма 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 обогащения, 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 антиблуминга, В	0... — 10	15

Примечание. Напряжения смещения иа электродах прибора отсчнтываются от общей точки генератора управляющих сигналов с нулевым потенциалом.

2.3.11.2.1.3. Преобразователи матричные 1200ЦМ-7А, 1200ЦМ-7Б [Δλ=0,55...1,1 мкм]

Преобразователи матричные 1200ЦМ-7А, 1200ЦМ-7Б предназначены для использования в телевизионной аппаратуре, работающей в в спектральном диапазоне от 0,55 до 1,1 мкм.

Приборы 1200ЦМ-7А, 1200ЦМ-7Б отличаются друг от друга количеством дефектных элементов в изображении.

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой матрицу, содержащую: фоточувствительную секцию накопления с числом элементов разложения 286 на 360 размером 18 х 19 мкм, что обеспечивает разрешающую способность в 576 строк по вертикали при чересстрочной развертке; секцию памяти с числом элементов 288 х 360 размером 18 х 19 мкм; входной регистр (регистр 2) с числом элементов 375 размером 19 х 75 мкм; выходной регистр (регистр 3) и дополнительный регистр (регистр 1), число и размеры элементов которых равны числу и размерам элементов регистра 2; три одинаковых входных и выходных устройства, по одному на каждый регистр; затвор, отделяющий регистр 3 от секции накопления; компенсационное однокаскадное выходное устройство. Схема питания прибора – трехфазная.

Преобразователи размещены в стандартном 32-х выводном металлокерамическом DIP корпусе с оптическим окном.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.134. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис 2.3.178. Рабочие режимы и назначение выводов фотоприемной матрицы приведены в табл. 2.3.139.

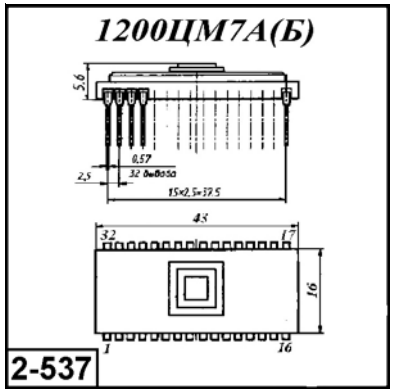


Рис.2.3.178. Внешний вид и габаритные размеры 1200ЦМ7А(Б)

Таблица 2.3.139. Рабочие режимов 1200ЦМ7

Наименование параметра. Единица измерения.	Импульсное смещение, В		Напряжение обогащения, В	Вывод
	Нижний уровень	Верхний уровень		
Импульсное напряжение на первой фазе секции накопления	—8...—20	0...—20	2...—2	7
Импульсное напряжение на второй фазе секции накопления	—8...—20	0...—20	2...—2	5
Импульсное напряжение на третьей фазе секции накопления	—8...—20	0...—20	2...—2	6, 26
Импульсное напряжение на первой фазе секции хранения	—10...—20	0...—6	0...—2	25
Импульсное напряжение на второй фазе секции хранения	—10...—20	0...—6	0...—2	24
Импульсное напряжение на третьей фазе секции хранения	—10...—20	0...—6	0...—2	23
Импульсное напряжение на затворе транзистора сброса первого и второго регистров	—8...—20	0...—8		13
Импульсное напряжение на первой фазе первого и второго регистров	—8...—20	0...—8		17
Импульсное напряжение на второй фазе первого и второго регистров	—8...—20	0...—8		18
Импульсное напряжение на третьей фазе первого и второго регистров	—8...—20	0...—8		16
Постоянное напряжени на подложке	—	—	0…5	1
Постоянное напряжени на стоке транзистора сброса первого, второго и третьего регистров	—	—	—8...—20	9
Постоянное напряжени на третьем затворе первого, второго и третьего регистров	—	—	—3...—15	2, 10
Постоянное напряжени на стоке усилительных транзисторов первого, второго и третьего регистров	—	—	—7...—20	6
Постоянное напряжение на диноде антиблуминга	—	—	0...—10	—

Примечание: Напряжение смещения отсчитывается от общей точки генератора управляющих сигналов с нулевым потенциалом. Выводы 19,20,21,22,27,28 и 29 используются при использовании приборов в запоминаищих устройствах.

2.3.11.2.1.4. Преобразователи матричные 1200ЦМ8 [Δλ=0,5...1,0 мкм]

Преобразователи матричные 1200ЦМ8 представляют собой многоэлементные кремниевые фотоэлектрические приборы с самосканироваиием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в различной телевизионной и оптико-электронной аппаратуре, работающей в в спектральном диапазоне от 0,5 до 1 мкм.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом планарном корпусе с оптическим окном.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.134. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис 2.3.179. Назначение выводов 1200ЦМ8 указаны в табл. 2.3.140.

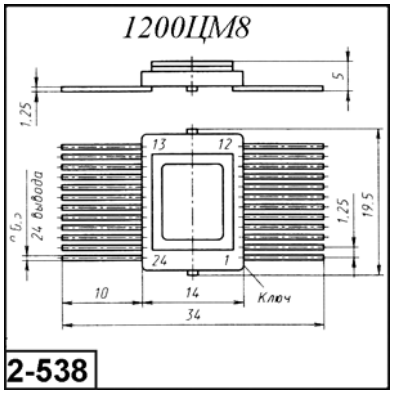


Рис.2.3.179. Внешний вид и габаритные размеры 1200ЦМ8

Таблица 2.3.140. Назначение выводов 1200ЦМ8

Вывод	Назначение
1	Второй входной затвор выходного регистра
2	Первая фаза секции памяти
3	Первая фаза секции регистра
4	Второй входной затвор среднего регистра
5	Входной диод
6	Первый входной затвор регистров
7	Третья фаза регистров
8	Вторая фаза регистров
9	Первая фаза секции накопления
10	Вторая фаза секции накопления
11	Третья фаза секции накопления
12	Второй входной затвор входного регистра
13	Исток сигнального транзистора входного регистра
14	Выходной затвор матрицы
15	Выходной затвор регистров
16	Исток сигнального транзистора среднего регистра
17	Сток сигнальных транзисторов
18	Сток восстанавливающих транзисторов
19	Подложка
20	Затвор восстанавливающих транзисторов
21	Входной затвор матрицы
22	Вторая фаза секции памяти
23	Третья фаза секции памяти
24	Исток сигнального транзистора выходного регистра

2.3.11.2.1.5. Преобразователи матричные К1200ЦМ-15 [Δλ=0,5...1,0 мкм]

Преобразователи матричные К1200ЦМ-15 представляют собой многоэлементные кремниевые фотоэлектрические приборы с самосканироваиием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в различной телевизионной и оптико-электронной аппаратуре, работающей в в спектральном диапазоне от 0,5 до 1 мкм.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.134. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис 2.3.177.

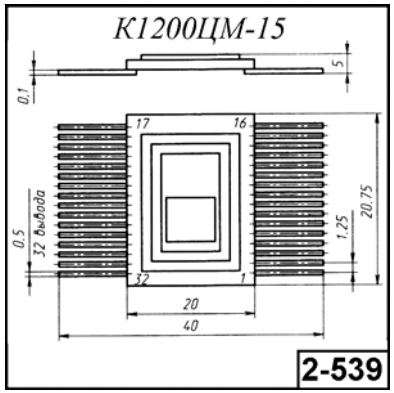


Рис. 2.3.180. Внешний вид и габаритные размеры 1200ЦМ15

2.3.11.2.1.6. Преобразователи матричные Б1200ЦМ9-3, Б1200ЦМ10-3[Δλ=0,4...1,1 мкм]

Преобразователи матричные Б1200ЦМ9-3, Б1200ЦМ10-3 предназначены для использования в телевизионной аппаратуре, работающей в в спектральном диапазоне от 0,4 до 1,1 мкм.

Преобразователи выполнены в бескорпусном исполнении на кристаллодержателях с жесткими выводами двух типов, отличающихся расположением контактных площадок:

- со стороны выходного регистра для Б1200ЦМ9-3;
- со стороны, противоположной выходному регистру для Б1200ЦМ10-3.

Организация преобразователя.

Преобразователи представляют собой матрицу, содержащую: -фотоприёмную матричную секцию, содержащую 256 столбцов по 128 элементов; выходной затвор матрицы, выходной сдвиговый регистр, устройство вывода информации в выходной сдвиговый регистр и устройство вывода информации из выходного сдвигового регистра. Схема питания прибора – трехфазная.

Число шагов накопления в столбцах матричной секции может принимать значения – 16, 32, 64, 128.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.134. Внешний вид приборов показан на рис 2.3.178. Рабочие режимы работы Б1200ЦМ9-3, Б1200ЦМ10-3 указаны в табл. 2.3.141.

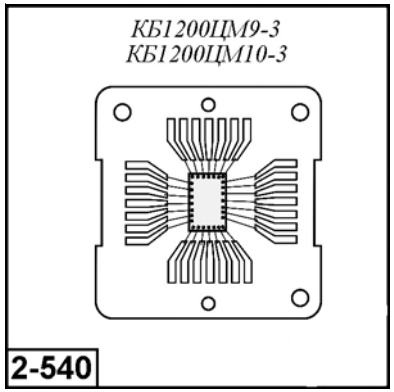


Рис.2.3.181. Внешний вид преобразователей Б1200ЦМ9-3, Б1200ЦМ10-3, размещенных на технологическом носителе.

Таблица 2.3.141. Рабочие режимы Б1200ЦМ9-3, Б1200ЦМ10-3.

Наименование параметра. Единица измерения.	Постоянное напряжение, В	Импульсное смещение, В	
		Нижний уровень	Верхний уровень
Напряжение на входном диоде	—2...—16	—	—
Напряжение на входном затворе	—2...—7	—	—
Напряжение на затворе нагрузочного транзистора	—3...—7	—	—
Напряжение на выходном затворе регистра	—3...—10	—	—
Напряжение на стоке восстанавливающего транзистора	—7...—13	—	—
Напряжение на стоке сигнального транзистора	—7...—15	—	—
Напряжение на первом затворе восстанавливающего транзистора	—15...—25	—	—
Напряжение на первой фазе матрицы	—	—0,5...—5	—5...—25
Напряжение на второй фазе матрицы	—	—0,5...—5	—5...—25
Напряжение на третьей фазе матрицы	—	—0,5...—5	—5...—25
Напряжение на выходном затворе матрицы	—	—0,5...—5	—5...—25
Напряжение на первой фазе регистров	—	—0,5...—5	—5...—25
Напряжение на второй фазе регистров	—	—0,5...—5	—5...—25
Напряжение на третьей фазе регистров	—	—0,5...—5	—5...—25
Напряжение на втором затворе восстанавливающего транзистора	—	—1,5...—5	—15...—25

Примечание: Предельные значения электрических режимов: почтоянный уровень напряжения, не более 30В, импульсное смещение по верхнему уровню, не более 30В.

2.3.11.2.2. Преобразователи матричные ФПЗС1М-А, ФПЗС1М-Б, ФПЗС1М-В, ФПЗС3М ФПЗС3М-1, ФПЗС4М, ФПЗС-4М, ФПЗС5М, ФПЗС5М-1, ФПЗС5М-2, ФПЗС6М, ФПЗС6М-1

Основные параметры матричных преобразователей серии ФПЗС-Х приведены в табл. 2.3.142. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ приведены на рис. 2.3.182 - 2.3.186. В таблицах 2.3.142 -2.3.150 приведены рабочие режимы и назначение выводов некоторых типов приборов.

Таблица 2.3.142. Основные параметры матричных преобразователей серии ФПЗС-Х при температуре 20±5°С

Тип прибора	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Число элементов изображения	Размер элемента изображения, [шаг дискретизации], мкм	Размер изобра-, жения, мм	Световая чувствительность (ист. типа "А"), мВ/лк	Число фаз управления	Постоянное напряжение на подложке, В	Напряжение сигнала насыщения, В, не менее	Пороговая экспозиция по флуктуационному шуму, Дж/см^2	Неравномерность выходного светового и [темнового] сигнала, %	Глубина модуляции по горизонтали на частоте Найквиста, %	Максимальная частота выходного сигнала, МГц	Габаритные размеры, мм [масса, г], не более {№ рисунка}
ФПЗС1М-А	0,48…1,0 [0,7…0,8]	512x576	18x24	9,2x6,9	20 мВ/лк	3	0	0,1	—	20 [20]	44	—	4,8 x 24 x 36,5 [14] {2-541}
ФПЗС1М-Б													
ФПЗС1М-В													
ФПЗС3М ФПЗС3М-1	0,4…1 [0,7…0,8]	288x256	24x30	4,3x5,9	30 мВ/лк		5…20	0,12	—	10 [10]	40	—	2,98 x 15,75 x 19,5 [3] {2-542}
ФПЗС4М	0,4…1 [0,8…0,9]	576x512	н/д	н/д	32 мВ/лк	3	10…15	0,1	—	20 [20]	45	—	4,5 x 25,7 x 42,5 [12] {2-543}
ФПЗС-4М					40 мВ/лк				—				
ФПЗС5М	0,4…1,05 [0,7…0,75]	512x287	н/д	н/д	1 Вт*см^2/мкДж	3	24	0,12	2*10^{-9}	10 [5]	45	1 мкс	3 x 15,75 x 19,5 [5] {2-544}
ФПЗС5М-1									2*10^{-9}	15 [10]	45		
ФПЗС5М-2									3*10^{-9}	20 [15]	35		
ФПЗС6М	0,45…1,0 [0,7…0,85]	288x256	н/д	н/д	0,15 1,0 Вт*см^2/мкДж	3	24	0,15	—	10 [10]	—	1 мкс	3 x 15,75 x 19,5 [5] {2-545}
ФПЗС6М-1	0,5...1,0				0,24 1,0 Вт*см^2/мкДж								

2.3.11.2.2.1. Преобразователи матричные ФПЗС1М-А, ФПЗС1М Б, ФПЗС1М-В [$\Delta\lambda$=0,48...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,85 мкм]

Преобразователи матричные ФПЗС1М-А, ФПЗС1М-Б, ФПЗС1М-В предназначены для использования в передающей аппаратуре черно-белого телевидения, работающей в спектральном диапазоне от 0,48 до 1,0 мкм.

Преобразователи ФПЗС1М-А, ФПЗС1М-Б и ФПЗС1М-В различаются между собой числом допустимых дефектных площадок.

Организация преобразователя. Преобразователи представляют собой фотоприемную матрицу с числом элементов 512х576. Матрица содержит секцию накопления, секцию памяти, верхний и нижний выходные регистры. Регистры имеют свои входные устройства и устройства формирования выходного сигнала.

Схема питания матрицы трехфазная, с кадровым переносом накопленной информации. Вывод зарядов осуществляется через регистр, примыкающий к секции памяти. Верхняя и нижняя половины 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 преобразователя в телевизионном режиме принимаемое изображение проецируют на секцию накопления.

Преобразователи размещены в стандартном 48-ми выводном металлостеклянном корпусе типа 421-48-3. В крыше корпуса имеется стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл.2.3.142. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приборов показаны на рис 2.3.182. Назначение выводов приведено в табл. 2.3.143. Характеристика допустимых дефектов приведена в табл. 2.3.144. Рабочие режимы работы указаны в табл. 2.3.145.

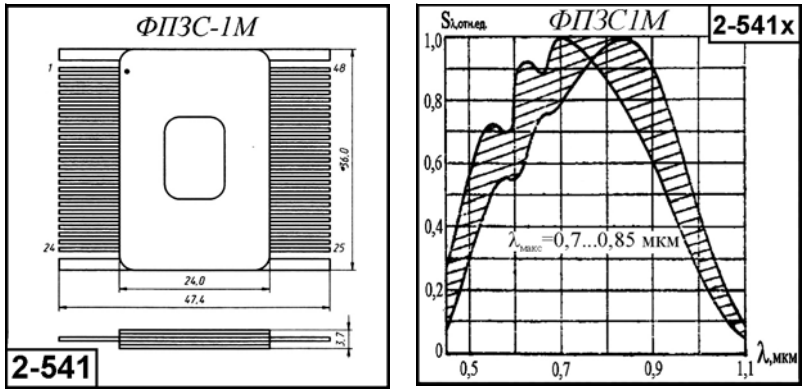


Рис.2.3.182. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПЗС1М

Таблица. 2.3.143. Назначение выводов ФПЗС1М

Вывод	Назначение
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 выходного регистра
8, 21	Исток (сток) выходного транзистора регистра
9, 4	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 входного регистра
22, 47	Подложка

Таблица 2.3.144. Характеристика допустимых дефектов ФПЗС1М-А, ФПЗС1М-Б и ФПЗС1М-В

Тип прибора	Количество допускаемых дефектов		
	Зона I	Зона II	Зона III
ФПЗС1М-А	Нет	Нет	Не более 10 дефектов п . 2 примечаний
ФПЗС1М-Б	Не более 2 дефектов п . 2 примечаний	Не более 10 дефектов п . 2 примечаний	Суммарная площадь, занимаемая дефектами по п.п. 2 и 3 примечаний, более 2 % от площади зоны III
ФПЗС1М-В	Не более 20 дефек тов по п. 2 примечаний. Не более 2 дефектов по п. 3 примечаний.	Не более 20 дефектов по п. 2 и не более 3 дефектов по п. 3 примечаний	Суммарная площадь, занимаемая дефектами по п.п. 2 и 3 примечаний, более 5 % от площади зоны III

Примечания 1. Площадь воспроизводимого изображения разбивается на три центрированные неперекрывающиеся зоны с внешними линейными размерами, соответствующими следующим частям полного размера воспроизводимого изображение 30%—зона I, 60%—зона II, 100 %—зона III.

2.Допускаемый локальный дефект на поле изображения, имеющий вид пятна, не выходитза границы участка, соответствующего по площади 6 х 6 фоточувствительным элементам.

3.Допускаемый дефект на поле изображения, имеющий вид столбца, не выходит за границы участка, соответствующего двум смежным столбцам фоточувствительных элементов прибора.

Таблица 2.3.145. Рабочие режимы ФПЗС1М-А, ФПЗС1М-Б и ФПЗС1М-В

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра	Выводы
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.	9,10,11,13, 14, 15, 34, 35, 36, 45,46,47
Верхний уровень импульсов вертикального переноса, В	12…18	9,10,11,13, 14, 15, 34, 35, 36, 45,46,47
Нижний уровень импульсов выходного регистра, В	1,5…7,5	19, 20, 21, 45, 46, 47
Верхний уровень импульсов выходного регистра, В	12..20	19,20, 21, 45, 46, 47
Постоянное напряжение на стоке, В	10…19	7, 22
Постоянное напряжение фона, В	3,5..10,5	16, 17, 41, 42
Постоянное напряжение на разделительных электродах выходного регистра, В	3..9	12,37
Рабочий ток выходного транзистора, мА	1…2	8,21

2.3.11.2.2.2. Преобразователи матричные ФПЗС3М, ФПЗС3М-1 [$\Delta\lambda$=0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,8 мкм]

Преобразователи матричные ФПЗС3М предназначены для использования в передающей аппаратуре цветного и черно-белого телевидения, работающей в спектральном диапазоне от 0,4 до 1,0 мкм.

Преобразователи ФПЗС3М и ФПЗС3М-1 различаются между собой количеством допустимых дефектных площадок.

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой фотоприемную матрицу с числом элементов 288Х256. 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 кадровым переносом накопленной информации.

Преобразователи размещены в стандартном 24-х выводном металлокерамическом корпусе. В крыше корпуса имеется стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.142. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приборов показаны на рис 2.3.183. Назначение выводов приведено в табл.2.3.146. Характеристика допустимых дефектов приведена в табл. 2.3.147. Рабочие режимы работы указаны в табл. 2.3.148.

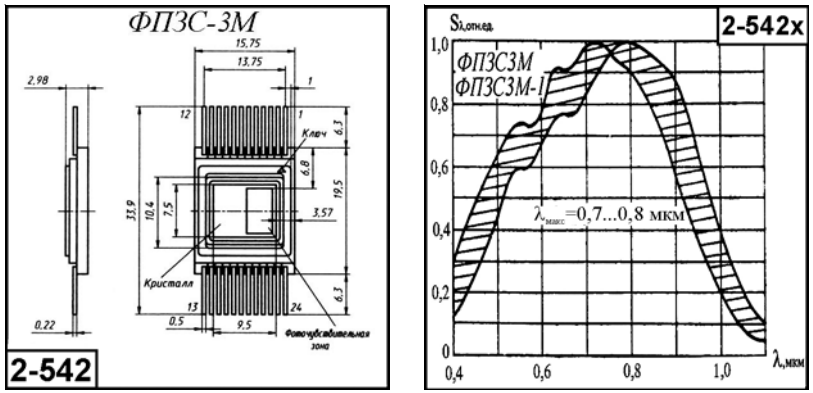


Рис.2.3.183. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПЗС3М

Таблица. 2.3.146. Назначение выводов ФПЗС3М

Вывод	Назначение
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 храпения
20	Исток выходного транзистора центрального электрода
21	Сток верхнего выходного регистра
22	Затвор сбросового транзистора верхнего выходного
23	Исток выходного транзистора верхнего выходного регистра

Таблица 2.3.147. Характеристика допустимых дефектов ФПЗС3М и ФПЗС3М-1

Тип прибора	Количество допускаемых дефектов		
	Зона I	Зона II	Зона III
ФПЗС3М	Нет	Не более 10 дефектов п . 2 и п.3 примечаний	Суммарное число дефектов не должно превышать 5% общего числа элементов разложения.
ФПЗС3М-1	Не более 5 дефектов п . 2 и п.3 примечаний	Не более 50 дефектов п . 2 и п.3 примечаний	То же

Примечания:

I. Площадь воспроизводимого изображения разбивается на три центрированные неперекрывающиеся 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 3x3 элемента разложения.

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

Таблица 2.3.148. Рабочие режимы ФПЗС3М и ФПЗС3М-1

Наименование параметра. Единица намерения	Норма параметра	Вывод
Уровень накопления, В	5…20	5,6,7
Уровень обогащения, 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
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 обогащения положительное, все остальные — отрицательные. Напряжение подложки составляет 20В относительно земли.

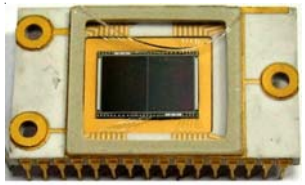
2.3.11.2.2.3. Преобразователи матричные ФПЗС4М [$\Delta\lambda$=0,4...1,05; $\lambda_{макс}$=0,8...0,9 мкм]

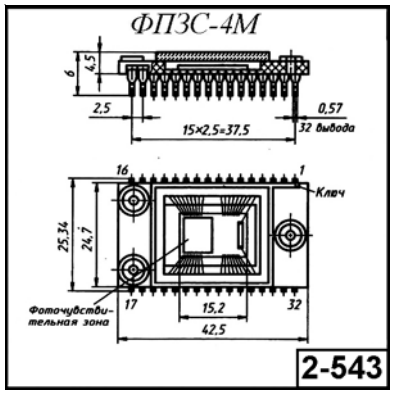
Преобразователь матричный ФПЗС4М предназначен для использования в передающей аппаратуре черно-белого и цветного телевидения, работающей в спектральном диапазонеот 0,4 до 1,05 мкм.

Организация преобразователя. Преобразователь представляет собой фотоприемную матрицу с числом элементов 576х512. Матрица содержит секцию накопления, секцию памяти и выхзг.ной регистр. Преобразователь построен на приборах с зарядовой связью. Схема питания матрицы трехфазная, с кадровым выводом накопленной информации.

Преобразователь размещен в 32-выводном металлокерамическом DIP корпусе. В крышке корпуса имеется стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.142. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приборов показаны на рис 2.3.184. Назначение выводов приведено в табл. 2.3.149. Рабочие режимы работы указаны в табл. 2.3.150.





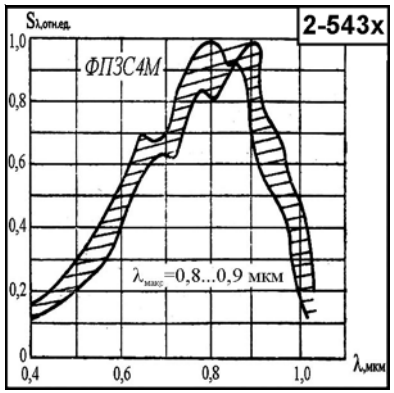


Рис.2.3.184. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПЗС4М

Вывод	Назначение
1, 16, 17,	Не подключать
2	Сток выходных транзисторов
3	Исток выходного транзистора нижнего регистра
4,2	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
14	Первые входные затворы регистров
15	Исток верхнего выходного регистра
16	Вторые входные затворы верхнего регистра
17	Третьи фазные электроды верхнего регистра
18	Вторые фазные электроды верхнего регистра
19	Третьи фазные электроды верхнего регистра
21	Выходные затворы регистров
22	Исток выходного транзистора верхнего регистра
23	Затворы сбросовых транзисторов

Таблица. 2.3.149. Назначение выводов ФПЗСЗМ

Таблица 2.3.150. Рабочие режимы ФПЗС4М

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра	Вывод
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…$U_{подл}$	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…$U_{подл}$	13,11,15,18,19,20
Уровень памяти, В	1,5…$U_{подл}$	9,10,11,22,23,24
Верхний уровень импульсов выходного регистра, В	$U_{подл}$	3,4,5
Размах импульсов выходного регистра, В	12	3,4,5
Постоянное напряжение на стоке, В	10…$U_{подл}$	25
Постоянное напряжение фона, В	10…$U_{подл}$	8
Постоянное напряжение на разделительных электродах выходного регистра, В	10…20	7,29
Нижний уровень импульсов ка затворе сбросового транзистора, В	0	27
Верхний уровень импульсов на затворе сбросового транзистора, В	15…$U_{подл}$	27
Рабочий ток выходного транзистора, мА	1	25,28

При мечание.

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

2.3.11.2.2.4. Преобразователи матричные ФПЗС5М, ФПЗС5М-1, ФПЗС5М-2 [$\Delta\lambda$=0,4...1,05; $\lambda_{макс}$=0,7...0,75 мкм]

Преобразователи матричные ФПЗС5М предназначены для использования в оптико-электронной аппаратуре, работающей с импульсными источниками излучения в в спектральном диапазоне от 0,4 до 1,05 мкм.

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

Организация преобразователей. Преобразователи представляют собой фотоприемную матрицу с числом элементов 512х287. Матрица содержит секциюнакопления, верхний и нижний выходные регистры. Регистры имеют свои входные устройства и устройства формирования выходного сигнала. Схема питания матрицы трехфазная, с покадровым переносом накопленной информации.

Преобразователи размещены в стандартном планарном 24-х выводном металлокерамическом корпусе. В крышке корпуса имеется стеклянное входное окно.

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.142. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ приборов показаны на рис 2.3.185. Назначение выводов приведено в табл. 2.3.151. Характеристика допустимых дефектов приведена в табл. 2.3.152. Рабочие режимы работы указаны в табл. 2.3.153.

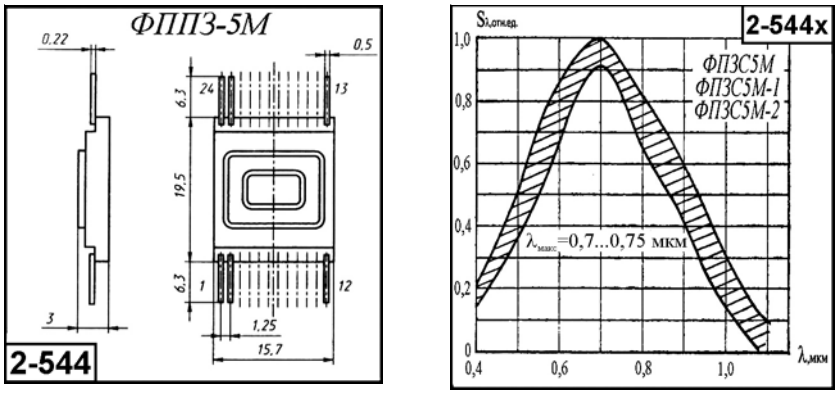


Рис. 2.3.185. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПЗС5М

Таблица. 2.3.151. Назначение выводов ФПЗС5М

Вывод	Назначение
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, 2	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

Таблица 2.3.152. Характеристика допустимых дефектов ФПЗС5М, ФПЗС5М-1 и ФПЗС5М-2

Тип прибора	Количество допускаемых дефектов		
	Зона I	Зона II	Зона III
ФПЗС5М	Нет	Нет	Не более 6 дефектов п . 2 примечаний
ФПЗС5М-1	Не более 2 дефектов п . 2 примечаний	Не более 10 дефектов п . 2 примечаний	Суммарная площадь, занимаемая дефектами по п.п. 2 и 3 примечаний, более 2 % от площади зоны III
ФПЗС5М-2	Не более 5 дефек тов по п. 2 примечаний	Не более 20 дефектов по п. 2 и не более 3 дефектов по п. 3 примечаний	Суммарная площадь, занимаемая дефектами по п.п. 2 и 3 примечаний, более 5 % от площади зоны III

Примечания:

1.Площадь воспроизводимого изображения разбивается на трицентрированные неперекрывающиеся 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 пятиа, не выходит за границы участка, соответствующего по площади 6x6 фоточувствительным элементам прибора

3. Допускаемый дефект на поле изображения, имеющий вид светлого или темного столбца не выходит за границы участка, соответствующего двум смежным столбцам фоточувствительных элементов Допустимое расстояние между столбцами не менее участка строки, соответствующего 10 фоточувствительным элементам прибора.

Таблица 2.3.153. Рабочие режимы ФПЗС5М, ФПЗС5М-1 и ФПЗС5М-2

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра	Вывод
Постоянное напряжение на подложке, В	24	4,2
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 разделительных электродах выходного регистра, В	0…15	14,21
Постоянное напряжение на входных электродах регистров, В	0…20	8,16
Нижний уровень импульсов сброса, В	0…15	23
Верхний уровень импульсов сброса, В	10…24	23
Нижней уровень импульсов вертикального переноса, В	0…15	9,10,11
Верхний уровень импульсов вертикального переноса, В	10	9,10,11
Длительность входного оптического импульса, мкс	1…10	

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

2.3.11.2.2.5. Преобразователи матричные ФПЗС6М [$\Delta\lambda$=0,45...1,0; $\lambda_{макс}$=0,7...0,85 мкм]

Преобразователи матричные ФПЗС6М предназначены для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в режиме импульсного освещения в спектральном диапазоне от 0,45 до 1,0 мкм.

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

Преобразователи выполнены в стандартном планарном 24-х выводном металлокерамическом корпусе В крышке корпуса имеется стеклянное входное окно

Основные параметры преобразователей приведены в табл. 2.3.142. Внешний вид , габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приборов показаны на рис 2.3.186. Назначение выводов приведено в табл.2.3.154. Рабочие режимы работы указаны в табл. 2.3.155.

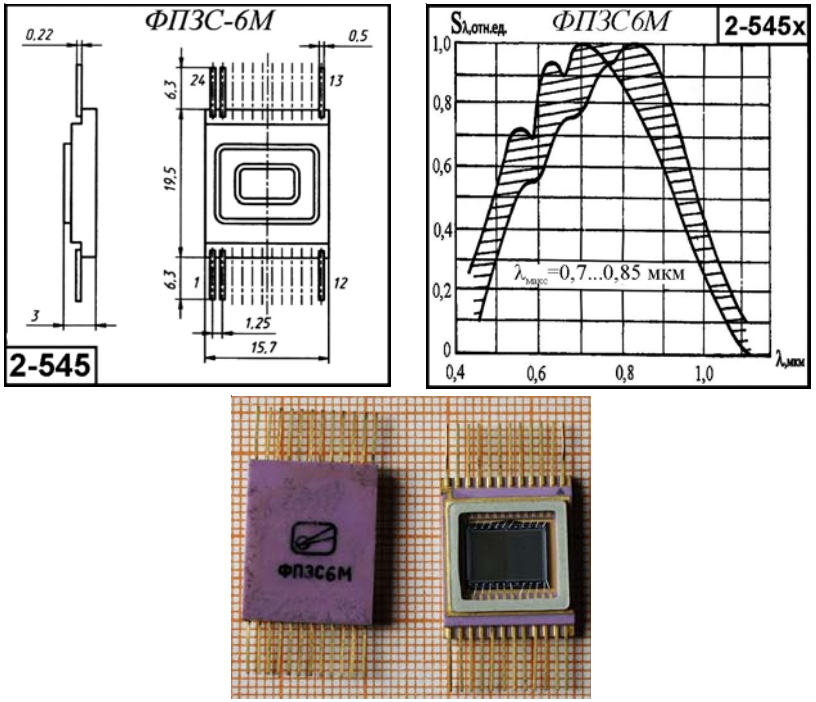


Рис.2.3.186. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПЗС6М

Таблица. 2.3.154. Назначение выводов ФПЗС6М

Вывод	Назначение
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, 2	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

Таблица 2.3.155. Рабочие режимы ФПЗС6М

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра	Вывод
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

Примечание. Все напряжения измеряются относительно подложки; электрические режимы, приведенные в таблице, соответствуют включению ФПЗС6М.

2.3.11.2.3. Преобразователи матричные ФППЗ 1М, ФППЗ 2М, ФППЗ 4М, ФППЗ 5М, ФППЗ 11М, ФППЗ 12М, ФППЗ 12М1, ФППЗ 13М, ФППЗ 14М, ФППЗ-15М, ФППЗ 16М, ФППЗ 17М, ФППЗ 18М, ФППЗ 20М, ФППЗ 21М, ФППЗ 22М, ФППЗ 23М, ФППЗ 24М, ФППЗ 25М, ФППЗ 26М, ФППЗ 28М, ФППЗ 30М, ФППЗ 31М, ФППЗ 32М, ФППЗ 33М, ФППЗ 34М, ФППЗ Р31, ФППЗ "Каскад", ФППЗ "Квадро", ФППЗ "Квадро-Т", ФППЗ "Лидер-1", ФППЗ "Проект"

Основные параметры матричных преобразователей серии ФППЗ-Х приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ приведены на рис. 2.3.187 - 2.3.202. В таблицах 2.3.157 -2.3.161 приведены рабочие режимы и назначение выводов некоторых типов приборов.

Таблица 2.3.156. Основные параметры матричных фотоприемных устройств серии ФППЗ-Х при температуре 20±5°С

Тип прибора	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Число элементов изображения	Размер элемента изображения, мкм	Размер изображения, мм	Световая чувствительность, мВ/лк. [Монохроматическая чувствительность λ=0,67 мкм, В*см^2/мкДж]	Число фаз управления	Постоянное напряжение на подложке, В	Напряжение сигнала насыщения, В	Динамический диапазон, дБ	Пороговая экспозиция, лк*с	Неравномерность выходного светового и [темнового] сигнала, %	Глубина модуляции по горизонтали на частоте Найквиста, %	Максимальная частота выходного сигнала, МГц	Габаритные размеры, мм [Масса,г], не более
ФППЗ 1М	0,45...1,1 [0,7…0,8]	512х576	18х24	9,2 х 6,9	15...20 (2 мА/лм)	—	20	0,1…0,15	60	—	6 [10]	44…54	—	3,7 х 24 х 36 [14]
ФППЗ 2М	0,45...1,1	256х144	23х30	6,1 х 4,3	20	—	20	0.2	60	—	6 [4]	10	5	—
ФППЗ 4М	0,4...1,1	520х2х290	18х24	9,2 х 6,9	15	—	20	0,15	60	—	8 [4]	60	—	—
ФППЗ 5М	0,40...1,1	520х580	18х24	9,4 х 7,0	50	—	15	0,6	68	—	6[2] или 2 [6]	60	10	—
ФППЗ 11М	0,5...1,0	288х256	н/д	н/д	1	—	—	—	—	$2,7*10^{-4}$	—	—	0,2	—
ФППЗ 12М	0,5...1,0	256 х 72х2	н/д	н/д	1...2	—	—	—	—	$(4…8)*10^{-5}$	—	—	0,25	—
ФППЗ 12М1	0,5...1,0	1024х1152	13х13	13,3 х 15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ФППЗ 13М	0,45...1,1 [0,75… 0,85]	262х290 или 288х256	24х32	6,3 х 4,6 или 9,33 х 6,6	100 или 30	3	0	0,80 или 0,35	66	—	4[1] или 10[10]	60 или 50	5	3,6 х 15,7 х 19,5 [5]
ФППЗ 14М	0,54...1,1	800х800	15х15	9,33 х 6,6	50В/Вт*м$^{-2}$	3	3	0,1	—	$3*10^{-5}$ Вт/м^2	20 мВ [20]	30	0,64	[95]

Продолжение таблицы 2.3.156. Основные параметры матричных фотоприемных устройств серии ФППЗ-Х при температуре 20±5°С

Тип прибора	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Число элементов изображения	Размер элемента изображения, мкм	Размер изображения, мм	Световая чувствительность, мВ/лк. [Монохроматическая чувствительность λ=0,67 мкм, В*см^2/мкДж]	Число фаз управления	Постоянное напряжение на подложке, В	Напряжение сигнала насыщения, В	Динамический диапазон, дБ	Пороговая экспозиция, лк*с	Неравномерность выходного светового и [темнового] сигнала, %	Глубина модуляции по горизонтали на частоте Найквиста, %	Максимальная частота выходного сигнала, МГц	Габаритные размеры, мм [Масса,г], не более
ФППЗ-15М	0,5...1,0	576x512	н/д	6,9 x 9,22	15	3	0	0,15	—	—	15 [8]	50		[70]
ФППЗ 16М	0,45...0,55	580x520	н/д	н/д	5	3	—	—	—	$4*10^{-4}$	—	—	—	—
ФППЗ 17М	0,35-1,1	532x580	17x23	9,0 x 6,7	12...60	3	—	0,6...0,7	64	0,05	4[1]	60 или 80	10	40x26,5x4,85 [6]
ФППЗ 18М	0,4...1,1	520x2x290	17x23	8,8 x 6,7	80 или 12	3	0	0,8 или 0,3	66	—	4[1] или 6[4]	60 или 54	10 …13	4,8 x 11,4 x 26,5 [6]
ФППЗ 20М	0,35...1,1	580 × 520	17 × 23	6,6 x 8,8	60 или 200	3	—	—	—	—	—	—	0,5	40x26,5x4,85 [100]
ФППЗ 21М	0,4...1,1	520x2x290	12x16	6,1 x 4,3	40	3	—	0,5	64	$1,5*10^{-5}$	5 [1]	75	10	—
ФППЗ 21М	0,35...1,1	265 × 288	24 × 32	6,2 x 4,6	[10 и 15]	3	—	0,6	33	$1*10^{-17}$ Дж/эл-т	4[1]	—	—	29x34x26,5 [50]
ФППЗ 22М	0,35...1,1	1000x2x500	15x15	12,9 x 9,9	100	3	—	0,5	60	—	4 [1]	90	—	—
ФППЗ 23М	0,43...1,0	1024x1152	9x9	9,0 x 5,2	20 или 60	3	—	0,30 или 0,5	54 или 60	—	5[0,5]	54	20	—
ФППЗ 24М	0,35...1,1	760x580	17x34	12,9 x 9,9	100	3	—	0,5	60	—	4[1]	60	15	—
ФППЗ 25М	0,43...1,1	790x580	11x22	8,7 x 6,4	60	3	—	0,5	60	—	4[1]	60	15	—
ФППЗ 26М	0,45...1	768x580	13x26	9,98 x 7,49	—	3	—	0,5	35	$5*10^{-3}$ лк	5[2]	—	—	∅45 x 50
ФППЗ 28М	0,4 ...1,0 [0,74-0,8]	768 × 290	17 × 34	13,06 x 9,86	—	3	—	2,5	40	$3*10^{-3}$ лк	—	70 - 90	—	—
ФППЗ 30М	0,43...1,1	512x2x290	9x12	н/д	40	3	—	0,3	66	—	4 [1]	80	—	

Окончание таблицы 2.3.156. Основные параметры матричных фотоприемных устройств серии ФППЗ-Х при температуре 20±5°С

Тип прибора	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Число элементов изображения	Размер элемента изображения, мкм	Размер изображения, мм	Световая чувствительность, мВ/лк. [Монохроматическая чувствительность λ=0,67 мкм, В*см^2/мкДж]	Число фаз управления	Постоянное напряжение на подложке, В	Напряжение сигнала насыщения, В	Динамический диапазон, дБ	Пороговая экспозиция, лк*с	Неравномерность выходного светового и [темнового] сигнала, %	Глубина модуляции по горизонтали на частоте Найквиста, %	Максимальная частота выходного сигнала, МГц	Габаритные размеры, мм [Масса,г], не более
ФППЗ Р31	0,43...1,1	768х2х290	9х12	6,1 х 4,3	40	3	—	0,3	66	—	4 [1]	90	—	—
ФППЗ 32М	0,4 …0,8 [0,45]	768 х 58	27 × 27	20,7 х 15,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ФППЗ 33М	0,4 …0,8 [0,45]	1024 × 1024	15,8 × 15,8	16,18 х 16,18	[13]	—	—	1	70	—	4	—	—	31,5х44х5,7
ФППЗ 34М	0,45 …1,0 [0,8]	1024 × 1024	11 × 11	—	10…15 В/(лк*с)	—	—	1	—	—	10	—	—	—
ФППЗ "Каскад"	0,4 ...1,0	512 × 512	16 × 16	8,18 х 8,18	10 [5]	3	—	1,0		—	—	—	—	26,5х26,5 х ?
ФППЗ "Квадро"	0,4 ...1,1	4096×4096	11 × 11	45,056 × 45,056	[5]	3	—	1.,1	78	—	2	55	40	66×66×10
ФППЗ "Квадро-Т"	0,4 ...1,1	1536 × 1536	11 × 11	16,9 х 16,9	[5]	3	—	1,0	39	—	—	55	до 40	32х42х5 [10]
ФППЗ "Лидер-1"	0,4...1,0	512 × 512	23 × 23	н/д	6 [7]	3	—	1,0		$2*10^{-5}$ лк	—	—	—	37х23 х
ФППЗ "Проект"	0,4...1,0	768 × 290	17 × 34	13,06 х 9,79	20 [5]	3	—	1,8	38,5	—	—	—	—	27х31,6х8,5

2.3.11.2.3.1. Преобразователи матричные ФППЗ-13М [$\Delta\lambda$=0,45...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ-13М предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,45 до 1,1 мкм. .

Фотоэлектрический преобразователь работает по принципу зарядовой связи. Фоточувствительная матрица состоит из 288 строк и 256 столбцов, образующих две секции: накопления и хранения.

Преобразователи размещены в стандартном планарном 24-х выводном металлокерамическом корпусе. В крышке корпуса имеется стеклянное входное окно.

Диапазон рабочих температур прибора от -60 до +60°С.

Прибор предназначен для работы в телевизионной аппаратуре и в измерительных устройствах.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид и габаритные размеры прибора показаны на рис 2.3.187. Назначение выводов приведено в табл. 2.3.157.

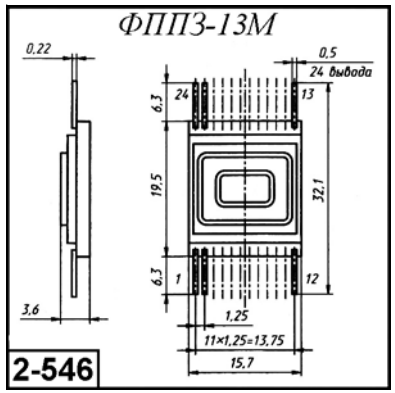


Рис. 2.3.187. Внешний вид и габаритные размеры ФПППЗ-13М

Таблица. 2.3.157. Назначение выводов ФППЗ-13М

Вывод	Назначение
1	Третья фаза верхнего регистра
2	Вторая фаза верхнего регистра
3	Первая фаза верхнего регистра
4	Третья фаза секции накопления
5	Первая фаза секции накопления
6	Вторая фаза секции накопления
7, 19	Управление схемой выборки/хранения
8,2	Сток выходных транзисторов
9,21	Исток выходного транзистора
10	Сток нижнего регистра
11	Экранирующий электрод нижнего регистра
12, 24	Подложка
13	Третья фаза нижнего регистра
14	Вторая фаза нижнего регистра
15	Первая фаза нижнего регистра
16	Третья фаза секции памяти
17	Вторая фаза секции памяти
18	Первая фаза секции памяти
22	Сток верхнего регистра
23	Экранирующий электрод верхнего регистра

2.3.11.2.3.2. Преобразователи матричные ФППЗ-14М [Δλ=0,54...1,1 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ-14М предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,54 до 1,1 мкм.

Работает по принципу зарядовой связи. Фоточувствительная матрица имеет 800 х 800 элементов разложения и состоит из четырех одинаковых секций по 200 х 800 элементов. Матрица, имеющая 3-х фазную организацию, обрамлена двумя регистрами с 800 элементами, каждый из них имеет входное и выходное устройство. Структурная схема прибора приведена на рис. 2.3.188.

Прибор выпускается в металлостеклянном вакуумированном корпусе с оптическим окном. Корпус имеет 64 планарных вывода, расположенных с четырех сторон по 16 выводов. В корпус встроен термоэлектрический охладитель (ТЭО), предназначенный для охлаждения кристалла прибора. Ток потребление ТЭО - 1,2 А.

Диапазон рабочих температур прибора от -60 до +60°С.

Прибор используется в специально телевизионной аппаратуре.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Назначение выводов приведено в табл.2.3.158.

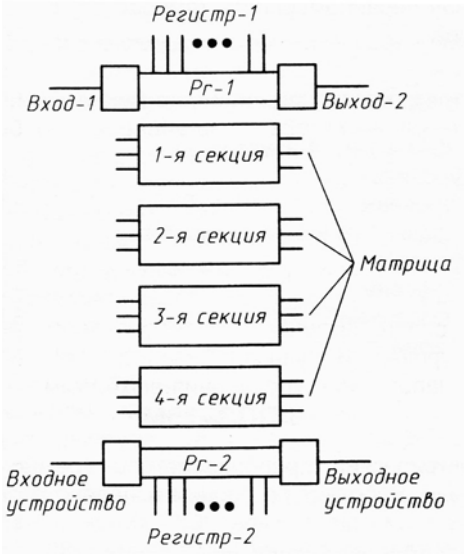


Рис. 2.3.188. Структурная схема преобразователя ФППЗ-14М.

Таблица. 2.3.158. Назначение выводов ФППЗ-14М

Вывод	Назначение	Вывод	Назначение
47	Первый затвор первого регистра	24	Вторая подложка
46	Второй затвор первого регистра	17,64	Второй затвор матрицы
45,39	Третья фаза первого регистра	32,49	Первый затвор матрицы
40,44	Вторая фаза первого регистра	42	Третья подложка
38	Третий затвор первого регистра	37	Четвертый затвор первого регистра
31,51	Первая фаза первой секции	12	Четвертый затвор второго регистра
30,51	Вторая фаза первой секции	14	Сток сигнального транзистора второго регистра
29,52	Третья фаза первой секции	2	Первый затвор второго регистра
28,53	Первая фаза второй секции	35	Исток сигнального транзистора первого регистра
27,54	Вторая фаза второй секции	33	Сток восстановительного транзистора первого регистра
26,55	Третья фаза второй секции	3	Второй затвор второгорегистра
23,58	Первая фаза третьей секции	36	Сток сигнального транзистора первого регистра
22,59	Вторая фаза третьей секции	34	Затвор восстановительного транзистора первого регистра
21,6	Третья фаза третьей секции	16	Сток восстановительного транзистора второго регистра
21,43	Первая фаза первого регистра	11	Третий затвор второго регистра
20,61	Первая фаза четвертой секции	13	Исток сигнального транзистора второго регистра
19,62	Вторая фаза четвертой секции	15	Затвор восстановительного транзистора второго регистра
18,63	Третья фаза четвертой секции	57	Четвертая подложка
7	Первая подложка		

2.3.11.2.3.3. Преобразователи матричные ФППЗ-15М [$\Delta\lambda$=0,5...1,0; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ-15М предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,5 до 1,0 мкм.

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый планарный матричный ФППЗ-15М работает по принципу зарядовой связи. Фоточувствительная матрица имеет 576 строк по 512 элементов в строке, и состоит из секции накопления (288 х 512 элементов) и секции хранения (288 х 512 элементов). Матрица обрамлена верхним и нижним выходными регистрами по 531 элементу, каждый из них имеет входное устройство и устройство формирования выходного сигнала. Структурная схема прибора приведена на рис. 2.3.189.

Прибор выпускается в металлостеклянном газонаполненном корпусе с оптическим окном, и встроенным термоэлектрическим охладителем, необходимым для охлаждения кристалла. ТЭО устанавливается на радиатор с размерами 120 х 120 мм.

При отрицательной температуре окружающей среды ТЭО отключается. Напряжение питания ТЭО 4±1В.

Диапазон рабочих температур прибора от -60 до +55°С.

Прибор используется в телевизионной аппаратуре со стандартным режимом разложения, в том числе для камер промышленного телевидения.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис. 2.3.187. Назначение выводов приведено в табл.2.3.159.

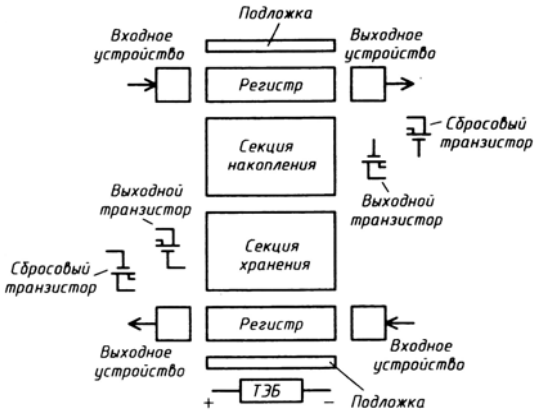
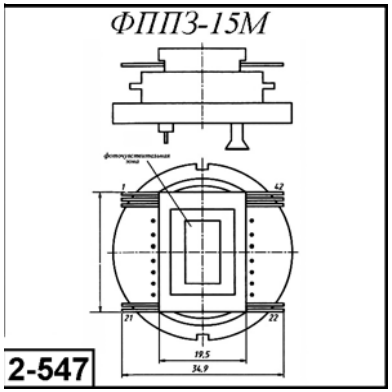


Рис. 2.3.189. Структурная схема ФППЗ-15М



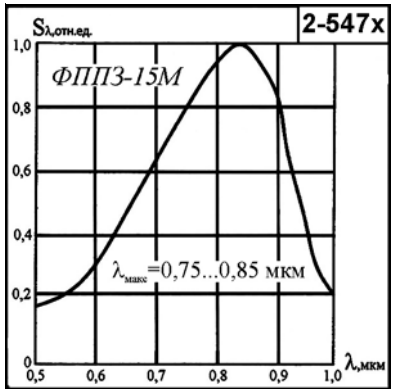


Рис.2.3.190. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФППЗ-15М

Таблица 2.3.159. Назначение выводов ФППЗ-15М

Вывод	Назначение	Вывод	Назначение	Вывод	Назначение
8	Первая фаза первой секции накопления	30	Вторая фаза второй секции хранения	19,40	Первый выходной затвор
35	Первая фаза второй секции накопления	12	Третья фаза первой секции хранения	20,41	Второй выходной затвор
9	Вторая фаза первой секции накопления	31	Третья фаза второй секции хранения	16,37	Сток сбросовых транзисторов
34	Вторая фаза второй секции накопления	2,23	Первая фаза выходных регистров	17,38	Затвор сбросовых транзисторов
10	Третья фаза первой секции накопления	3,24	Вторая фаза выходных регистров	6,27	Первый входной затвор
33	Третья фаза второй секции накопления	4,25	Третья фаза выходных регистров	7,28	Второй входной затвор
14	Первая фаза первой секции хранения	5,26	Исток выходных регистров	43	Положительный выход термобатареи (ТЭО)
29	Первая фаза второй секции хранения	15,36	Исток выходных транзисторов	44	Отрицательный выход термобатареи (ТЭО)
13	Вторая фаза первой секции хранения	18,39	Сток выходных транзисторов	1,21,22,42	Подложка

2.3.11.2.3.4. Преобразователи матричные ФППЗ 17М [$\Delta\lambda$=0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,65...0,75 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ 17М предназначен для использования в оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,35 до 1,1 мкм.

ФППЗ 17М прибор с кадровым переносом заряда, объемным n-каналом и подложкой p-типа. Общее число элементов в выходном регистре 545. Первые 11 и 2 последних – служебные. Каждая секция ФППЗ 17М содержит 290 строк по 532 трехфазных фоточувствительных элементов в строке. Преобразователи размещены в стандартном планарном 42-х выводном металлокерамическом корпусе..Диапазон рабочих температур прибора от -60 до +60°С.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид , габаритные размеры и относительная спектральная характеристика прибора показаны на рис 2.3.191.

Прибор используется в телевизионной аппаратуре со стандартным режимом разложения, в том числе для камер промышленного телевидения.

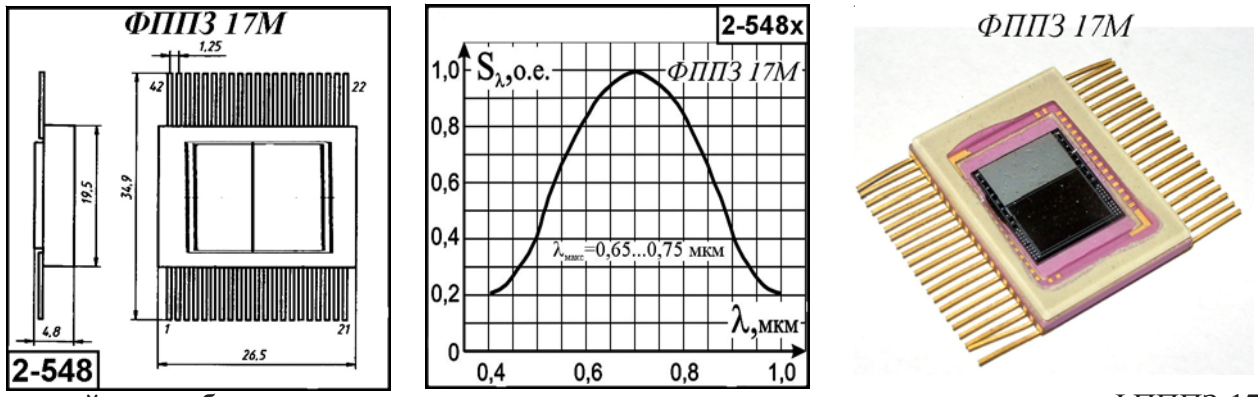


Рис. 2.3.191. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФППЗ-17М

2.3.11.2.3.5. Преобразователи матричные ФППЗ 18М [$\Delta\lambda$=0,4...1,1; $\lambda_{макс}$=0,75...0,85 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ 18М предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,4 до 1,1 мкм.

Число эффективных элементов разложения 520 х 580. Прибор двухсекционный, имеет две фоточувствительные секции - накопления и хранения. Секция накопления содержит 290 строк по 532 элемента, в которых фотоны принимаемого светового изображения преобразуются в носители тока, а после завершения периода накопления фотогенерированные заряды переносятся в секцию хранения.

Из секции зранения 532 информационных заряда, соответсвующие объему информации одной строки на экранене кинескопа, параллельно передаются на выходной регистр, который последовательно эти сигналы переносит к выходному устройству. Выходное устройство представляет собой двухкаскадный истоковый повторитель. Сигнал с первого каскада на второй подается через ключ на МОП-транзисторе, реализующий функцию выборки-хранения выходного сигнала. Структурная схема преобразователя приведена на рис. 2.3.192.

Преобразователи размещены в стандартном планарном 42-х выводном металлокерамическом корпусе В крышке корпуса имеется стеклянное входное окно.

Диапазон рабочих температур прибора от -60 до +50°С. Прибор используется в телевизионной измерительной аппаратуре.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид и габаритные размеры прибора показаны на рис 2.3.193. Назначение выводов приведено в табл. 2.3.160.

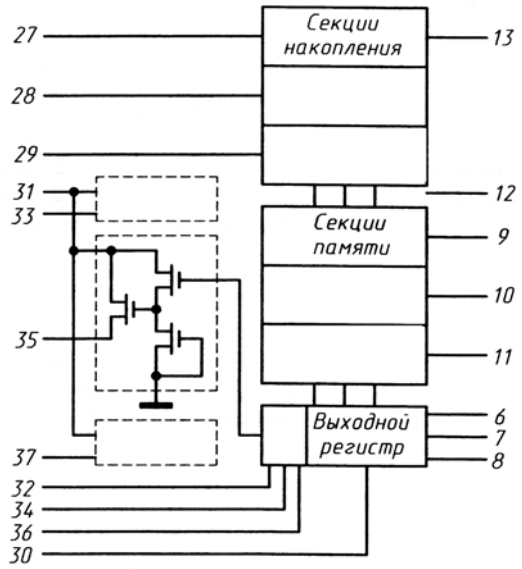


Рис. 2.3.192. Структурная схема ФППЗ-18М

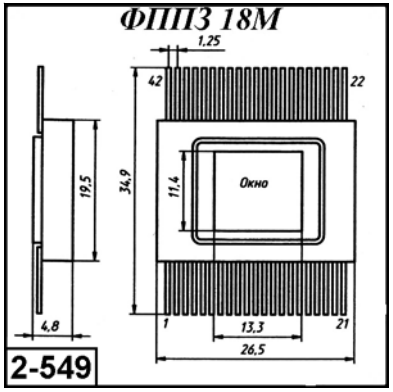


Рис. 2.3.193. Внешний вид и габаритные размеры ФППЗ-18М

Таблица 2.3.160. Назначение выводов ФППЗ 18М

Вывод	Назначение	Вывод	Назначение
28	Первая фаза секции накопления	35	Исток выходного транзистора 2-го канала
29	Вторая фаза секции накопления	33	Исток выходного транзистора 3-го канала
27	Третья фаза секции накопления	31	Стоки выходных транзисторов
11	Первая фаза секции хранения	36	Затвор выбора 1-го канала
10	Вторая фаза секции хранения	34	Затвор выбора 2-го канала
9	Третья фаза секции хранения	32	Затвор выбора 3-го канала
6	Первая фаза выходного регистра	30	Сток транзистора сброса
8	Вторая фаза выходного регистра	12	Сток периферийного заряда
7	Третья фаза выходного регистра	13	Сток антиблуминга
37	Исток выходного транзистора 1-го канала	5, 38	Подложки (общие)

2.3.11.2.3.6. Преобразователи матричные ФППЗ 20М [$\Delta\lambda$=0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,65...0,75 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ 20М предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,35 до 1,1 мкм.

Кремниевый матричный двухсекционный фоточувствительный прибор ФППЗ 20М с кадровым переносом заряда, объемным n-каналом и подложкой p-типа работает по принципу зарядовой связи.

Секция накопления содержит 290 строк по 532 элемента в каждой строке. 9 первых столбцов и 3 последних столбца закрыты светозащитным экраном. Секция хранения содержит 290 строк по 532 элемента. Общее число элементов в выходном регистре 545, первые 11 и 2 последних элемента –служебные.

Преобразователи размещены в стандартном планарном 42-х выводном металлокерамическом корпусе В крышке корпуса имеется стеклянное входное окно. Корпус может комплектоваться термоэлектрическим охладителемю

Диапазон рабочих температур прибора от -60 до +60°С, с возможностью расширения диапазона температуры до +100°С.

ФППЗ 20М предназначен для работы в специальной телевизионной аппаратуре в стандартном и низкочастотном режимах разложения, системах преобразования и обработки изображения, а также в измерительных устройствах.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид и относительная спектральная характеристика прибора показаны на рис 2.3.194. Назначение выводов приведено в табл. 2.3.160.

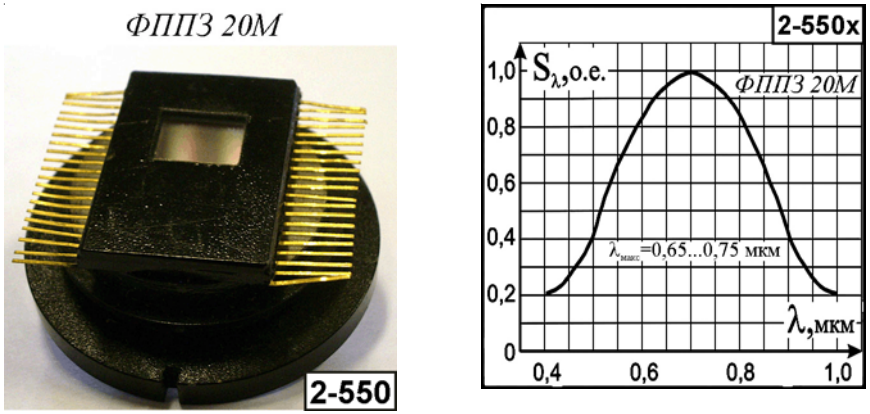


Рис. 2.3.194. Внешний вид и габаритные размеры ФППЗ 20М

2.3.11.2.3.7. Преобразователи матричные ФППЗ 21М [$\Delta\lambda$=0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,65...0,75 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ 21М предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,35 до 1,1 мкм.

Фотоэлектрический преобразователь ФППЗ 21М представляет собой охлаждаемый кремниевый матричный фоточувствительный прибор с кадровым переносом заряда, объемным n-каналом и подложкой p-типа.

Фоточувствительное поле ФППЗ 21М имеет симметричные секции накопления и хранения, каждая из секций содержит 145 строк, из которых первые 144 являются информационными. Строка секции содержит 264 элемента.

Прибор выпускается в металлостеклянном газонаполненном 42-х выводном корпусе с оптическим окном, и встроенным термоэлектрическим охладителем, необходимым для охлаждения кристалла. ТЭО устанавливается на радиатор.

Диапазон рабочих температур прибора от -60 до +60°С.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика прибора показаны на рис 2.3.195.

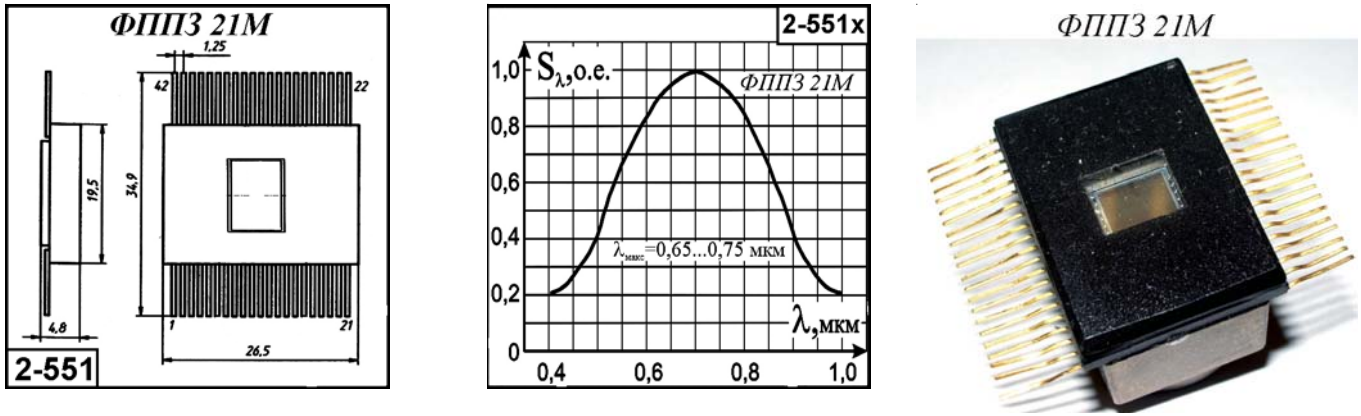


Рис. 2.3.195. Внешний вид и габаритные размеры ФППЗ 21М

2.3.11.2.3.8. Преобразователи матричные ФППЗ 26М [$\Delta\lambda$=0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,65...0,75 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ 26М предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,35 до 1,1 мкм.

Преобразователь ФППЗ 26М представляет собой охлаждаемый фоточувствительный двухсекционный матричный прибор с переносом заряда с общим числом элементов 768х580, с объемным n-каналом переноса.

ФППЗ охлаждается посредством встроенного двухкаскадного термоэлектрического охладителя.

Конструктивное оформление: прибор имеет металлокерамический 24-х выводной корпус с оптическим входным окном из стекла марки С50-5М. Предусмотрен подогрев входного окна.

Диапазон рабочих температур прибора от -50 до +50°С.

Îñíîâíîå íàçíà÷åíèå ФППЗ 26М – ðàáîòà â ñîñòàâå òåëåâèçèîííûõ îïòèêî-ýëåêòðîííûõ ñèſòåì ïðîìûøëåííîãî, ïðîìûøëåííîãî è íàó÷íîãî íàçíà÷åíèÿ.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид и габаритные размеры прибора показаны на рис 2.3.196.

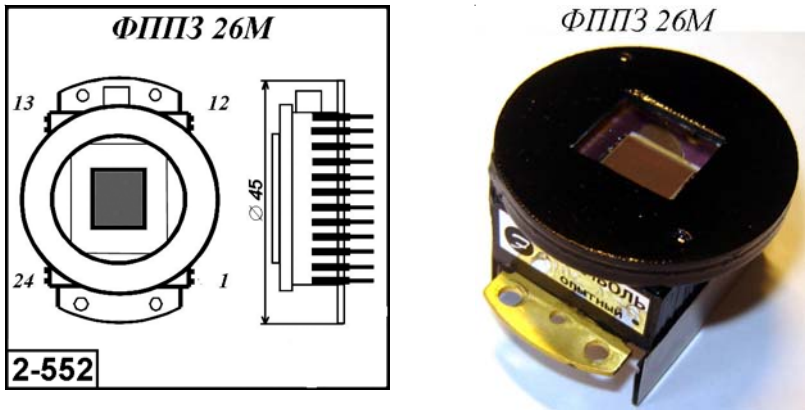


Рис. 2.3.196. Внешний вид и габаритные размеры ФППЗ 26М

2.3.11.2.3.9. Преобразователи матричные ФППЗ 28М [$\Delta\lambda$=0,35...1,1; $\lambda_{макс}$=0,74...0,8 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ 28М предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,35 до 1,1 мкм.

Преобразователь ФППЗ 28М представляет собой фоточувствительный двухсекционный матричный прибор с переносом заряда с общим числом элементов 768x580, с объемным n-каналом переноса, антиблюмингом и электронным затвором.

ФППЗ охлаждается посредством встроенного термоэлектрического охладителя типа К2-95-1/3.

Конструктивное оформление: прибор имеет металлокерамический корпус с оптическим входным окном из стекла марки К-208.

Диапазон рабочих температур от -60 до +70^{O}С.

Основное назначение ФППЗ 28М – работа в составе телевизионных оптико-электронных систем специального, промышленного и научного назначения.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральноя характеристика прибора показаны на рис 2.3.197.

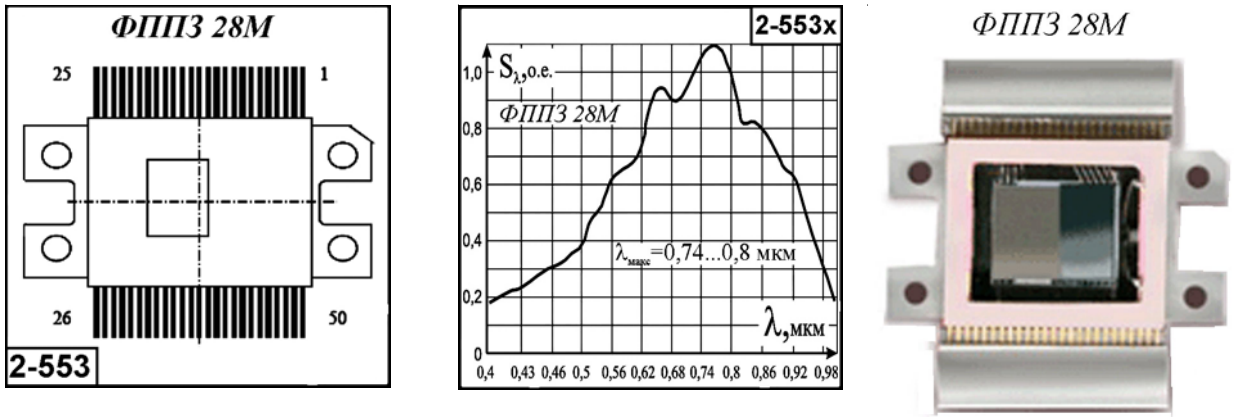


Рис. 2.3.197. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФППЗ 28М

2.3.11.2.3.10. Преобразователи матричные ФППЗ 31М [$\Delta\lambda$=0,3...1,1; $\lambda_{макс}$=0,55...0,75 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ 31М предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,3 до 1 мкм.

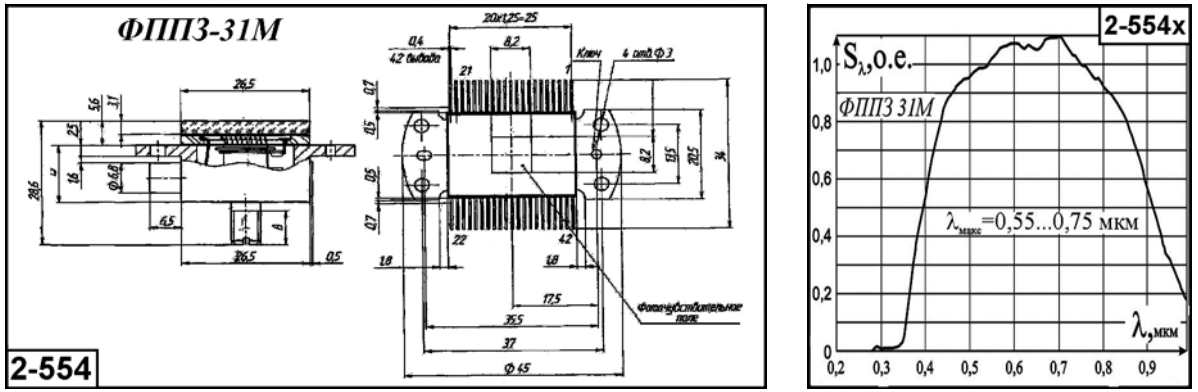
Преобразователь ФППЗ 31М представляет собой охлаждаемый фоточувствительный односекционный матричный прибор с переносом заряда. ФППЗ выполнен со скрытым каналом и содержит 512х512 фоточувствительных элементов с двумя тактовыми электродами и "виртуальной" фазой. Регистр имеет два выходных устройства однокаскадное ("малошумящее") и двухкаскадное ("широкополосное").

ФППЗ охлаждается посредством встроенного термоэлектрического охладителя. Корпус прибора - вакуумный, газонаполненный.

Диапазон рабочих температур от -60 до +50^{O}C.

Преобразователь предназначен для работы в малокадровом режиме (с частотой считывания 2 МГц и временем накопления 1 - 2 с). Может применяться в телевизионной аппаратуре астроизмерительных систем и систем астроориентации.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика прибора показаны на рис. 2.3.198.



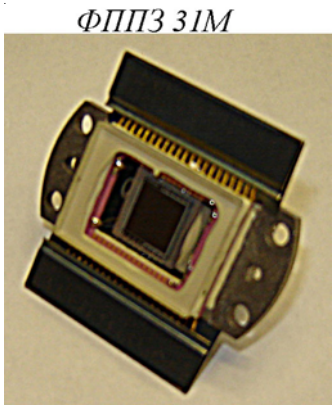




Рис. 2.3.198. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФППЗ 31М

2.3.11.2.3.10д. Преобразователи матричные ФППЗ 33М-2 и ФППЗ 33М-3 [Δλ=0,4...0,8 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный с зарядовой связью ФППЗ 33М предназначен для применения в оптических системах видимого диапазона (0,4...0,8 мкм) формата 1 дюйм.

Фотоэлектрический преобразователь разработан в двух модификациях: ФППЗ 33М-2 и ФППЗ 33М-3.

Приборы состоят из кристалла матричного ФППЗ с межстрочным переносом на основе кремния, помещенного в герметичный 34-х выводной металлокерамический корпус со стеклянным входным окном.

Фоточувствительное поле МФППЗ содержит матрицу фоточувствительных элементов (фотодиодов) и вертикальных регистров с зарядовой связью (ПЗС) для переноса заряда из фотодиодов в горизонтальные регистры.

Фоточувствительное поле содержит 1024 х 1024 фоточувствительных элементов, 1024 вертикальных ПЗС регистра и два горизонтальных регистра. Направление переноса заряда горизонтальными регистрами - от центра к краям.

Развертка МФППЗ позволяет сформировать в каждом кадре видеосигнал от всех фоточувствительных элементов - 2х512(H) х 1024(V).

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156д. Внешний вид, габаритные размеры показаны на рис. 2.3.198д.

Области применения: ТВ системы дистанционного зондирования и технического зрения для прецизионного определения координат.

Таблица 2.3.156д. Основные параметры ФППЗ 33М-2 и ФППЗ 33М-3 при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Число фоточувствительных элементов	1024 х 1024
Размер фоточувствительного элемента, мкм	15,8 х 15,8
Размер фоточувствительной области, мм	16,18 х 16,18
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,4…0,8
Интегральная чувствительность, В/мк * Дж/см^2 , не менее	13
Динамический диапазон, дБ, не менее	70
Напряжение насыщения, В, не менее	1
Относительная среднеквадратичная неравномерность чувствительности, %, не более	4
Среднеквадратичная неравномерность темнового сигнала, мВ, не более	3
Минимальная частота кадров с использованием вертикального бионирования, Гц, не более	60
Габаритные размеры, мм	31,5 х 44 х 5,5
№ рисунка	2-554д

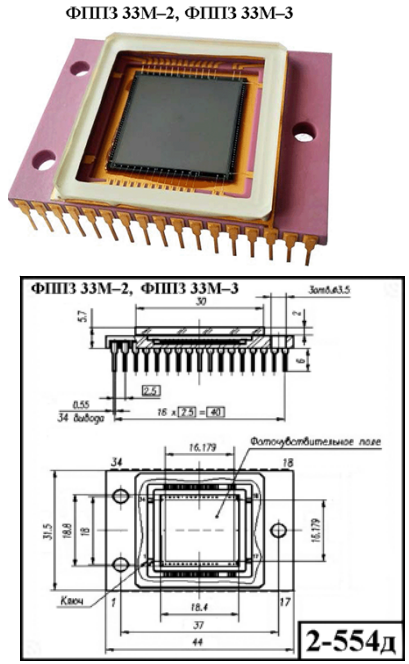


Рис. 2.3.198д.Внешний вид, габаритные размеры ФППЗ 33М-2 и ФППЗ 33М-3.

2.3.11.2.3.10д1. Преобразователь матричный ФППЗ 34М [$\Delta\lambda$=0,4.5..1,0 мкм; $\lambda_{макс}$=0,8 мкм]

Преобразователь матричный ФППЗ 34М предназначен для работы в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра (0,45...1,0 мкм).

Преобразователь изготавливают с числом фоточувствительных элементов 1024 х 1024 (размер одного элемента 11 х 11 мкм). ФППЗ имеет секцию накопления и секцию памяти. Секция памяти имеет формат 1032 (В) х 1048 (Г) элементов и независимое от секции накопления управление. Прибор размещен в герметичном 32-х выводном металлокерамическом корпусе со стеклянным входным окном.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156д1. Внешний вид приведен на рис 2.3.198д1, а относительная спектральная характеристика прибора показана на рис. 2.3.198д2.

Область применения. Оптико-электронные приборы астроориентации космических аппаратов (КА) и угломерных приборов КА.

Таблица 2.3.156д1. Основные параметры ФППЗ 34М при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Число фоточувствительных элементов	1024 х 1024
Размер фоточувствительного элемента, мкм	11 х 11
Область спектральной чувствительности, мкм	0,45...1,0
Интегральная чувствительность, приведенная к источнику типа А, В/(лк • с)	10…15
Напряжение насыщения, мВ, не менее	1000
Коэффициент передачи модуляции на отметке 500 ТВЛ по горизонтали, %, не менее	50
Среднее значение темнового сигнала, мВ/с, не более	4
Среднеквадратическая неравномерность темнового сигнала по полю, %, не более	4
Среднеквадратическая локальная в зоне 5 х 5 элементов неравномерность темнового сигнала, %, не более	3
Относительная среднеквадратическая неравномерность выходного сигнала по полю, %, не более	10
Относительная среднеквадратическая локальная в зоне 5 х 5 элементов неравномерность выходного сигнала, %, не более	9
Пороговая экспозиция (при времени накопления до 1 с), лк • с, не более	210^{-5}
Коэффициент подавления локальной пересветки, отн. ед., не менее	2
Неэффективность переноса заряда, отн. ед., не более	$1 \cdot 10^{-5}$
Количество белых и черных дефектных элементов, шт., не более	100

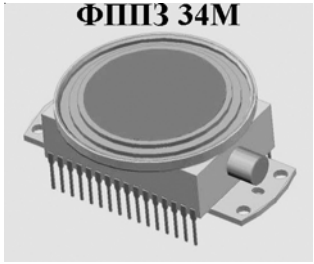


Рис. 2.3.198д1. Внешний вид ФППЗ 34М.

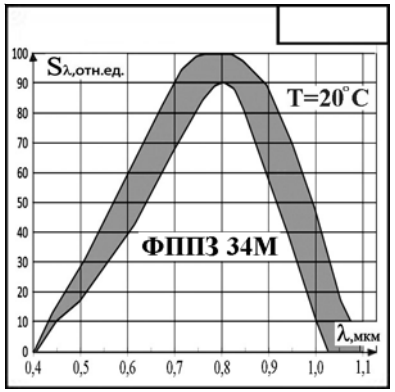


Рис. 2.3.198д2. Спектральная характеристика ФППЗ 34М.

2.3.11.2.3.11. Преобразователь матричный ФППЗ “Каскад” [$\Delta\lambda$=0,4...1,0; $\lambda_{макс}$=0,74...0,8 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ “Каскад” предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,4 до 1 мкм.

Преобразователь “Каскад” представляет собой фоточувствительный двухсекционный матричный прибор с числом элементов 512 х 1024 с кадровым переносом заряда, с 3-х фазной организацией по горизонтали и вертикали, антиблюмингом, электронным затвором и с плавающей диффузией.

Конструктивное оформление: прибор выполнен в металлокерамическом планарном 42-х выводном корпусе и может комплектоваться термоэлектрическим охладителем.

Диапазон рабочих температур от -60 до +60^{O}C.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика прибора показаны на рис. 2.3.199.

Назначение ФППЗ “Каскад” – работа в составе телевизионных оптико-электронных систем промышленного и научного назначения.

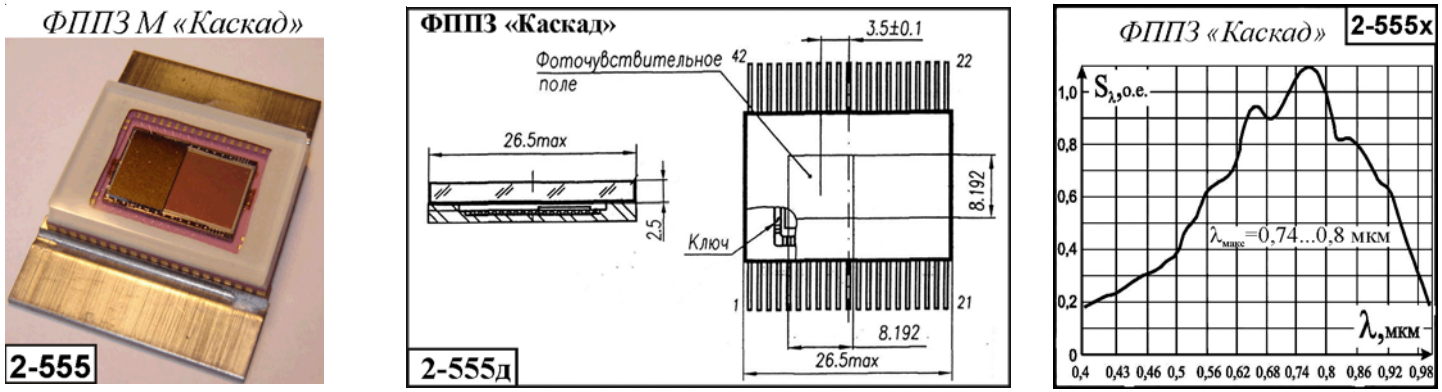


Рис. 2.3.199. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФППЗ “Каскад”

2.3.11.2.3.12. Преобразователь матричный ФППЗ «Квадро–Т» [$\Delta\lambda$=0,4...1,1 мкм; $\lambda_{макс}$=0,75 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ «Квадро–Т» предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,4 до 1,1 мкм.

Преобразователь «Квадро – Т» представляет собой матричный фоточувствительный прибор с кадровым переносом заряда, объемным n-каналом, подложкой p-типа. Прибор имеет секцию накопления и секцию хранения. Общее число элементов в выходном регистре 1568. Первые 16 определяют уровень темнового сигнала. Допускается считывание элементов по регистру, как в одном, так и в другом направлении. Каждая секция содержит 768 строк по 1536 фоточувствительных элементов в строке.

Конструктивное оформление: прибор выполнен в металлокерамическом планарном 50-ти выводном металлокерамическом корпусе и может комплектоваться термоэлектрическим охладителем и волоконно-оптическим входом.

Диапазон рабочих температур от -60 до +60^{O}C.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид и габаритные размеры прибора показаны на рис. 2.3.200. Спектральная характеристика прибора приведена на рис. 2.3.200д.

Прибор предназначен для работы в телевизионной аппаратуре с непрерывным и импульсным освещением в системах преобразования и обработки изображения, а также в измерительных устройствах. Прибор может работать как в высокочастотном режиме при частоте регистра до 40,0 МГц, так в низкочастотном режиме при времени накопления до 10 с.

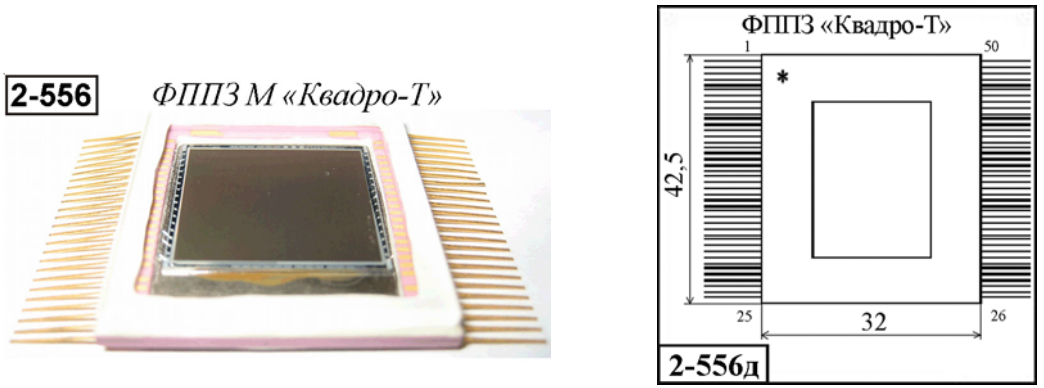


Рис. 2.3.200. Внешний вид и габаритные размеры ФППЗ «Квадро–Т»

2.3.11.2.3.12д. Преобразователь матричный ФППЗ «Квадро» [$\Delta\lambda$=0,4...1,1 мкм; $\lambda_{макс}$=0,75 мкм]

Крупногабаритный матричный фоточувствительный прибор ФППЗ “Квадро” представляет собой матричный фоточувствительный приборс переносом заряда с четырьмя независимыми секциями, объемным n-каналом и числом фоточувствительных элементов 4096 x 4096.

Фоточувствительное поле прибора имеет четыре независимых секции накопления, которые могут работать в режиме импульсного и непрерывного освещения. Матрица имеет центральную симметрию, два выходных регистра и четыре выходных узла.

Конструктивное оформление: прибор выполнен в металлокерамическом планарном 86-ти выводном металлокерамическом корпусе.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид и габаритные размеры прибора показаны на рис. 2.3.200д.

Прибор предназначен для работы в телевизионной аппаратуре с непрерывным и импульсным освещением в системах преобразования и обработки изображения, а также в измерительных устройствах. Выходная частота регистра от 1 до 40 МГц.

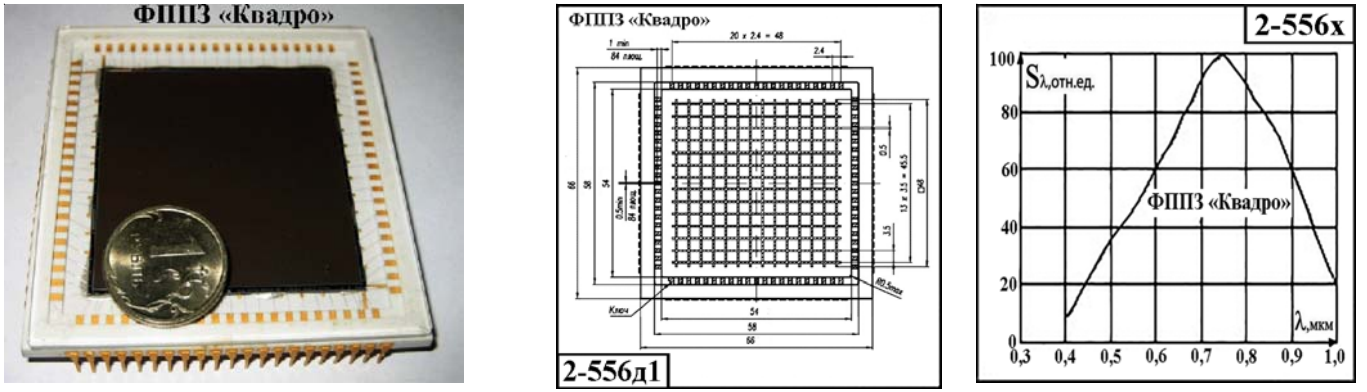


Рис. 2.3.200д. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФППЗ “Квадро”.

2.3.11.2.3.13. Преобразователь матричный ФППЗ «Лидер-1» [Δλ=0,4...1,0 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ “Лидер-1” предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,4 до 1,0 мкм.

Преобразователь “ Лидер-1” представляет собой матричный охлаждаемый односекционный ФППЗ с объемным каналом n-типа и числом элементов разложения 512x512. Прибор имеет один выходной регистр и двухкаскадный выходной узел с “плавающей” диффузией. Регистр содержит 522 элементов. Первые 10 элементов - служебные.

ФППЗ имеет горизонтальный антиблюминг, обеспечивающий рабочие характеристики прибора в условиях значительных локальных пересветок. В приборе обеспечивается квазипроизвольный доступ к любой строке секции путем выноса сигнала из предшествующих строк в стоковую область, расположенную параллельно регистру.

ФППЗ охлаждается посредством встроенного термоэлектрического охладителя. Корпус прибора - вакуумный, газонаполненный с оптическим окном и узлом стыковки с теплоотводом аппаратуры для отведения тепла. В приборе предусмотрена возможность измерения температуры ФППЗ с помощью специального p-n-перехода, изготовленного на подложке ФППЗ.

Диапазон рабочих температур от -60 до +60^{O}C.

Может применяться в качестве датчика в составе систем астрокоррекции.

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний прибора показан на рис. 2.3.201. Назначение выводов приведено в табл. 2.3.161.

ФППЗ М «Лидер-1»

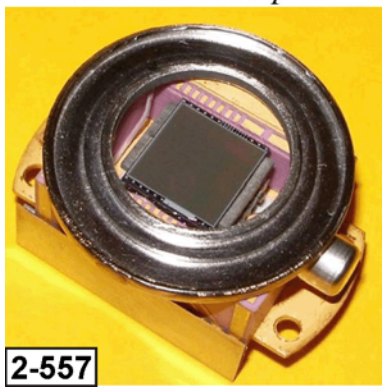


Рис. 2.3.201. Внешний вид ФППЗ “Лидер-1”

Таблица 2.3.161. Назначение выводов ФППЗ “Лидер-1”

Вывод	Назначение
1	Положительный вывод термобатареи
2,12,23	Свободные
3	Третий фазный электрод
4	Второй фазный электрод
5	Первый фазный электрод
6	Горизонтальный сток регистра
7	Затвор ускоренного переноса
8	Датчик температуры
9	Затвор антиблуминга
10	Сток антиблуминга
11,22	Подложка
13	Вывод корпуса
14	Первая фаза секции
15	Вторая фаза секции
16	Третья фаза секции
17	Исток выходного транзистора
18	Стоки транзисторов выходного узла
19	Сток транзистора сброса
20	Затвор транзистора сброса
21	Экранирующий электрод выхлдного регистра
24	Отрицательный вывод термобатареи

2.3.11.2.3.14. Преобразователь матричный ФППЗ «Проект» [Δλ=0,4...1,0 мкм]

Фотоэлектрический преобразователь кремниевый матричный ФППЗ «Проект» предназначен для использования в различной оптико-электронной аппаратуре, работающей в спектральном диапазоне от 0,4 до 1,0 мкм.

Преобразователь «Проект» представляет собой фоточувствительный матричный двухсекционный прибор с кадровым переносом заряда с 3-х фазной организацией по горизонтали и вертикали, с общим числом элементов 768x580, с плавающей диффузией и узлом подавления тактовой помехи («dummy»).

Преобразователи размещены в стандартном планарном 50-ти выводном металлокерамическом корпусе В крышке корпуса имеется волоконно-оптическое входное окно.

Диапазон рабочих температур от -60 до +60^{O}C.

Преобразователь может применяться в модульных высокочувствительных ТВ приборах для прямого оптического сочленения с усилителями яркости (ЭОП).

Основные параметры преобразователя приведены в табл. 2.3.156. Внешний вид и относительная спектральная характеристика прибора показаны на рис. 2.3.202.

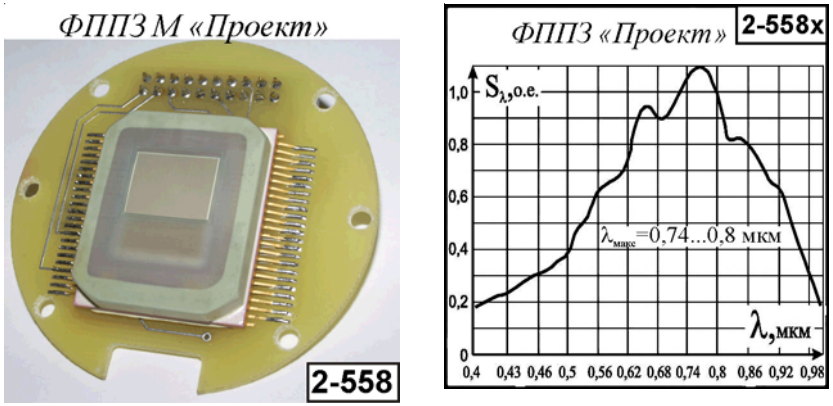


Рис. 2.3.202. Внешний вид и относительная спектральная характеристика ФППЗ «Проект»

2.3.11.2.4. Преобразователи матричные ISD011, ISD017, ISD029, ISD048, ISD049, ISD075 [Δλ=0,2...0,95 мкм]

Многоэлементные матричные фотоприемные устройства серии ISD-xxx предназначены для преобразования оптического излучения в видеосигнал в спектральном диапазоне 0,2...0,95 мкм.

Многоэлементные матричные фотоприемные устройства типа ISD-077, ISD-029, ISD-048, ISD-079 и ISD-075 представляют серию матричных ФППЗ с «виртуальной фазой»: односекционные и двухсекционные с полным кадром, с кадровым переносом, антиблумингом, с числом элементов до 1040 x 1160 и размером изображения до 16,6 x 18,6 мм. Приборы отличаются высокой чувствительностью в спектральном диапазоне от УФ до ближнего ИК, и высокой однородностью выходного сигнала.

Приборы предназначены: для наземной и космической астрономии, медицины, биологии, микроскопии, флюорографии, экологического мониторинга, физических экспериментов, криминалистики.

Основные параметры приборов серии ISD-xxx приведены в табл. 2.3.162. Внешний вид приборов показан на рис. 2.3.203. Относительные спектральные характеристики приведены на рис.2.3.204..

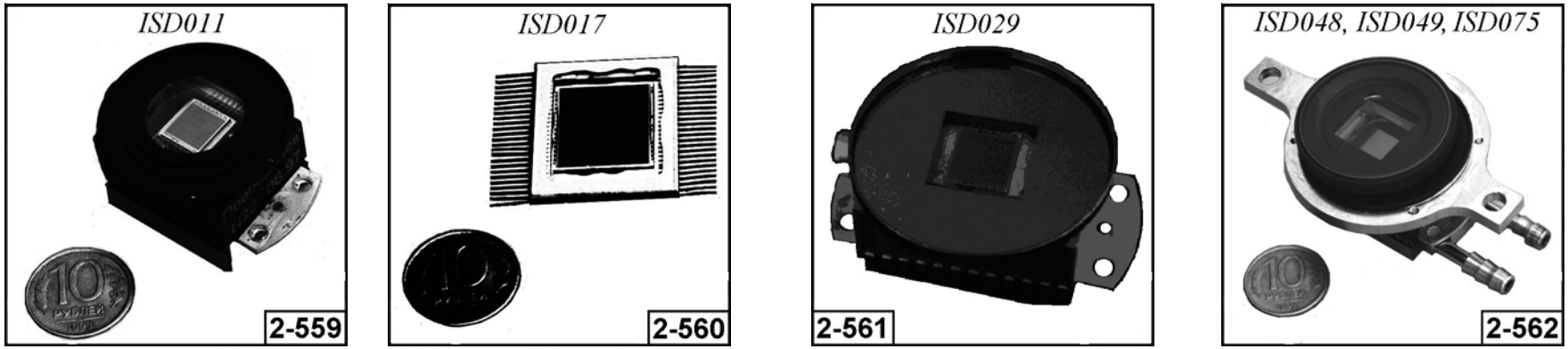


Рис.2.3.203. Внешний вид габаритные фотоприемных устройств серии ISD-xxx.

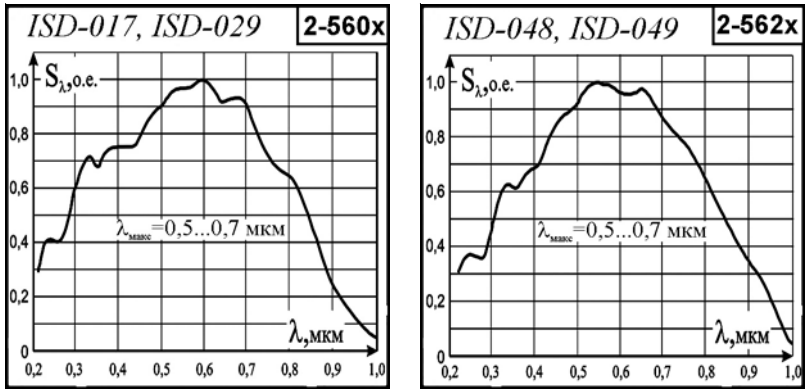


Рис. 2.3.204. Относительные спектральные характеристики фотоприемных устройствсерии ISD-xxx.

Таблица 2.3.162. Основные параметры матричных фотоприемных устройств серии ФППЗ-Х при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора / Норма параметра					
	ISD011 ФППЗ 011	**ISD017 ФППЗ 017**	**ISD029 ФППЗ 029**	**ISD048 ФППЗ 048**	**ISD049 ФППЗ 049**	**ISD075 ФППЗ 075**
Число фоточувствительных элементов	512x512	1040x1160	512x512	386 x 290	578 x 578	1225x1300
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,2…0,95					
Организация прибора и структура ячейки	FF	SFF, VP	FF.VP	FT.VP	FT,VP	SFF.VP
Число считывающих регистров		2	1	1	1	2
Число и тип выходных узлов	2 LN, 2 HS	2 LN, 2 HS	1 LM, 1 HS	1HS	1 HS	2 LN, 2 HS
Размер ячейки, мкм	16 x 16	16 x 16	16 x 16	22 x 22	22 x 22	14 x 14
Фоточувствительная площадь, мм^2	8,2 x 8,2	16,6 x 18,6	8,2 x 8,2	8,5 x 6,4	12,7 x 12,7	18,8 x 17,2
Сигнал насыщения, В	0,5	—	—	—	—	—
Заряд насыщения, тыс. эл.	13	200	130	300	300	130
Шум считывания двухкаскадного выходного устройства (HS), эл. (скв)	10	10…15	10…15	15	15	10
Шум считывания однокаскадного выходного устройства (LN), эл.	6	7	6	—	—	6
Темновой сигнал при -35°С. эл./яч./с	10 (-40°С)	<1...7	<1...7	<1...7	<1...7	<1...7
Коэффициент преобразования выходного узла, мкВ/эл.		4,5	4	6	6	4,5
Неоднородность чувствительности, %	1,5	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3.0
Средневыборочная неоднородность чувствительности по массиву 8 x 8 элементов, %	—	1	1	1	1	1
Квантовая эффективность, *%:*						
На длине волны 250 нм	20	20	20	25	25	15
На длине волны 400 нм	58	35	35	40	40	30
На длине волны 600 нм	10	50	50	60	60	45
№ рисунка	2-559	2-560	2-561	2-562		

Обозначения элементов организации и структуры: VP - ФПЗС с фоточувствительной ячейюй со структурой виртуальной фазы; FF - односекционный ФПЗС: SFF - ФПЗС с двумя симметричными секциями; FT - ФПЗС с переносом кадра: LN - малошумящий (однокаскадный) выходной узел; HS - скоростной (двухкаскадный) выходной уэел.

2.3.11.2.5. Матричные ФППЗ ФППЗ 30М, ФППЗ 31М, ФППЗ 32МД, ФППЗ 33МД, ФППЗ 34МД, ФППЗ 35МД, ФППЗ 36МД, ФППЗ 37МД, ФППЗ 38МД, ФППЗ 39МД, ФППЗ 40МД [Δλ=0,3...1,0 мкм]

ФПЗС 30М - ФПЗС 40МД представляют собой серию матричных преобразователей с кадровым переносом и служат для преобразования двумерного оптического изображения в электрический сигнал в спектральном диапазоне 0,3...1 мкм.

Особенности: ·Жесткий геометрический растр, обработка изображения непосредственно на кристалле, устойчивость к сильным магнитным полям, малые габариты и потребляемая мощность.

Применение: Промышленное, научное, медицинское и военное телевидение. (См. Табл. 2.3.163).

Таблица 2.3.163. Основные параметры матричных фотоприемных устройств серии ФППЗ 30М - ФПЗС 40МД при температуре 20±5°С

Тип прибора	Число элементов изображения (Г х В)	Размер элемента изображения, мкм	Размер изображения, мм	Диапазон спектральной чувствительности, мкм	Напряжение сигнала насыщения, В	Световая чувствительность, мВ/лк	Монохроматическая чувствительность (на длине волны, мкм), В*см^2/мкДж	Динамический диапазон, дБ	Горизонтальная МТФ на частоте Найквиста, %	Неравномерность темнового сигнала, В	Неравномерность выходного сигнала, %	Частота выходного сигнала, МГц
ФППЗ с кадровым переносом и термоэлектрическим охладителем (Пельтье)												
ФППЗ 32МД	768х580	27х27	20,7х15,6	0,38…1,0	2,0	70	8(0,67-0,69)	85	60	$5\cdot10^{-5}$	5	15
ФППЗ 37МД	1024х1152	13х13	13,3х7,5	0,43…1,0	1,6	40	5(0,67-0,69)	80	60	$5\cdot10^{-5}$	5	20
ФППЗ 38МД	1024х1152	9х9	9,2х5,2		0,4	20	2,5(0,67-0,69)	75	60	$5\cdot10^{-5}$	4	20
ФППЗ 39МД	768х580	9х18	6,9х9,2		0,5	40	5,0(0,67-0,69)	65	60		4	15
Односекционные ФППЗ												
ФППЗ 33МД	256х145	9х12	2,3х1,7	0,43…1,0	0,3		2(0,67) 1,5(0,94)	65	60	10^{-3}	5	5
ФППЗ 36МД	512х290	9х12	4,6х3,5		0,3		2(0,67) 1,5(0,94)	65	60	10^{-3}	5	10
ФППЗ 30М	512х580	9х12	4,6х3,5		0,3	40	2,5(0,67)	66	60	10^{-1}	4	10
ФППЗ 31М	768х580	9х18	6,9х5,2		0,3	60	5(0,67)	70	60		4	15
ФППЗ с электронным затвором и горизонтальным антиблюмингом												
ФППЗ 34МД	512х580	13х17	6,7х5,0	0,43…1,0	0,3	20	2,0(0,67)	65	90	10^{-3}	5	10
ФППЗ 35МД	768х580	13х26	10,0х7,5		0,5	30	3,0(0,67)	65	90	10^{-3}	6	15
ФППЗ с волоконнооптическим входным окном для сочленения с усилителем яркости изображения												
ФППЗ 40МД	768х580	17х34	13,0х9,8	0,3…1,0	1,8	400	20(0,67…0,69)	86	65	10^{-3}	4	15

2.3.11.2.5д. Матричные ФПЗС с трехфазной структурой и поликремниевыми затворами ФППЗ-069, ФППЗ-1070

Тип прибора	Число элементов изображения (Г х В)	Архитектура прибора [1)]	Число регистров считывания	Тип и число выходных усилителей	Размер элемента изображения, мкм	Размер изображения, мм	Заряд накопления, 10^3 е	Шум считывания ШПУ [1)2)], е rms	Коэффициент преобразования ШПУ, мкм*В/е	Неоднородность чувствительности, %	Среднеборочная неравномерность сигнала [4)], %	Квантовая эффективность (λ=0,6 мкм), %
ФППЗ-069	1024x1024	ДПК ЗП	2	2 ШПУ	15x15	15,4x15,4	350	15	4	3	2	45
ФППЗ-1070	512x512	КП ЗП	1	1ШПУ	22x22	11,3x11,3	550	15	4	3	2	45

2.3.11.2.5д1. Матричные ФППЗ МРМ 768x128 TDI, МРМ 500 IL-11, МРМ 756 IL-11, МРМ 752 IL-8 [Δλ=0,35...1,1 мкм]

Наименеование параметра. Единица Измерения	МРМ 768x128 TDI	МРМ 500 IL-11	МРМ 756 IL-11	МРМ 752 IL-8
Диапазон спектральной чувствительности , мкм	0,4...1,1	0,35...1,1	0,35...0,7	0,35...0,7
Число ФЭ	768 x 128	500 x 582	752 x 581	756 x 582
Шаг элемента, мкм по горизонтали по вертикали	7 7	17 11	11 11	8,6 8,3
Тип организации	ВЗН	Межстрочный перенос		
Чувствительность, В/мкДж/см^2	4,0	10,0	10,0	10,0
Неравномерность чувствительности, %, не более	5			
Неравномерность темнового сигнала, мВ, не более	10			
Напряжение насыщения, В	2,4	1,0	1,0	1,0
Динамический диапазон без электронного затвора с электронным затвором	10^3 10^3	$2x10^3$ $2x10^6$	10^3 10^6	10^3 10^6
Частота вывода информации, МГц	15	9,6	15	15
Число фаз вертикального регистра сдвига	4			
Число фаз горизонтального регистра сдвига	2			
Полярность тактовых импульсов относительно подложки	положительная			
Максимальная переэкспозиция	нет	300	300	300
Электронный затвор	есть	есть	есть	есть

2.3.11.2.6д. Фотоприемные устройства ФПУ-1М, ФПУ-1Р, ФПУ-2М [Δλ=0,3...1,0 мкм]

Фотоприемные устройства ФПУ-1М, ФПУ-2М, ФПУ-1Р предназначены для регистрации излучения в диапазоне 0,3...1,0 мкм.ФПУ состоят из: кристалла ФППЗ; кристаллодержателя (основания); охлаждаемого корпуса с термоэлектрической батареей (ТЭБ) и съемного входного окна;

В ФПУ-1М используется кремниевый матричный утоненный фоточувствительный прибор с кадровым переносом заряда, объемным n-каналом и подложкой р-типа.1536 х1536 эл. В ФПУ-2 и ФПУ-1Р используется кремниевый матричный фоточувствительный прибор с кадровым переносом заряда, объемным n-каналом и подложкой р-типа 4096 х 4096 эл.

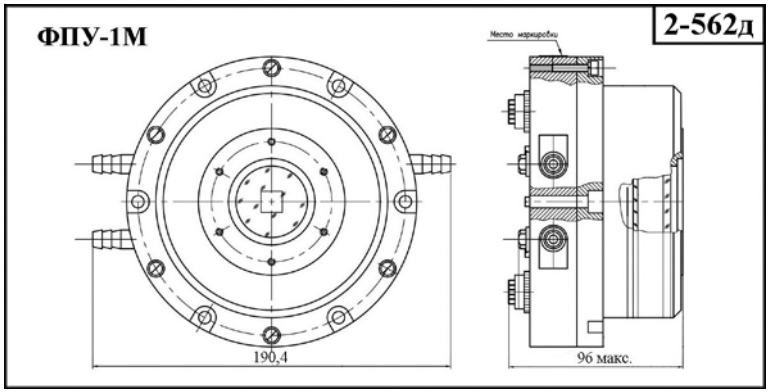
Фотоприемные устройства предназначены для применения: в системах повышенной точности обнаружения малоразмерных объектов. ФПУ используются для работы в телевизионной аппаратуре с непрерывным и импульсным освещением в системах преобразования и обработки изображения, а также в измерительных устройствах.

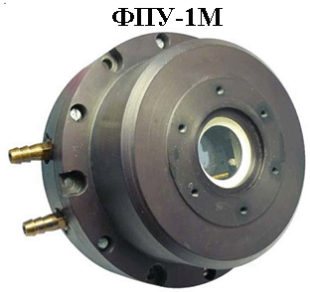
Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.3.164д, внешний вид и габаритные размеры приведены на рис.2.3.205д и 2.3.207д . Спектральные характеристики приборов показаны на рис. 2.3.206д.

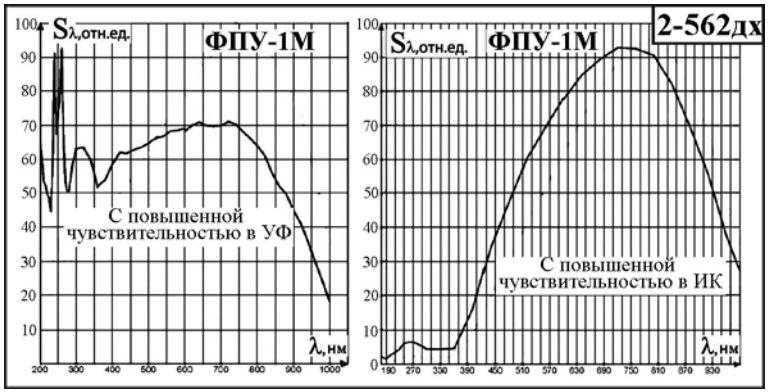
Таблица 2.3.164д. Основные параметры ФПУ-1М, ФПУ-2М, ФПУ-1Р при температуре 25±10°С

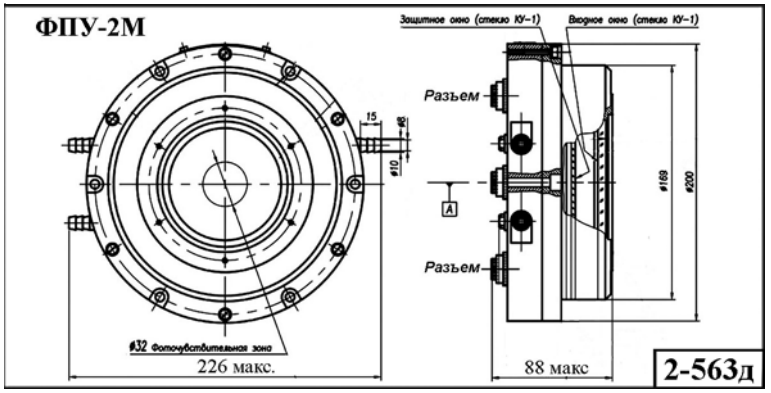
Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/ Норма параметра	
	ФПУ-1М	ФПУ-1Р, ФПУ-2М
Спектральный диапазон, нм	300-1000 (1)	
Квантовая эффективность в максимуме спектрального диапазона, %	>80 (1)	
Напряжение насыщения, мВ	>600	
Заряд насыщения, тыс. электрон	>120	
Динамический диапазон, крат	>2400	
Темновой сигнал, мВ/с	<100	
Относительная неравномерность темнового сигнала, %	<2	<4
Относительная неравномерность светового сигнала, %	<10	<20
Эффективность переноса по горизонтали, отн. ед.	>0,99995	
Эффективность переноса по вертикали, отн. ед.	>0,99995	
Размер фоточувствительного элемента, мкм	11 x 11	
Термоэлектрическое охлаждение кристалла ФППЗ относительно внешней температуры, К	>50	>30
Число фоточувствительных элементов, шт.	1200 x 1200	4096 x 4096
Рабочая частота регистра, МГц	>1,0	
Габариные размеры, мм, не более	190 x 96	226 x 88
№ рисунка	2-562д	2-563д

Примечание: (1) Для утоненного ФППЗ, освещаемого со стороны подложки











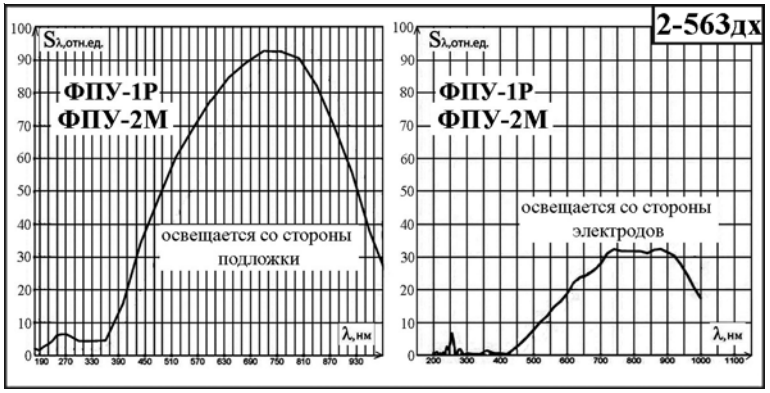


Рис. 2.3.205д. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-1М и ФПУ-2М

Рис. 2.3.206д. Относительные спектральные характеристики ФПУ-1М , ФПУ-1Р и ФПУ-2М.

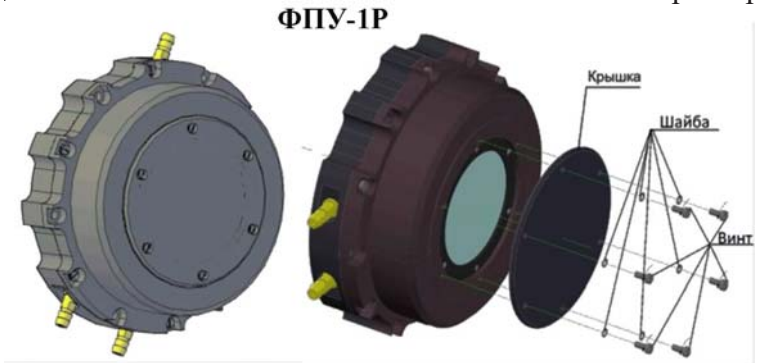


Рис. 2.3.207д. Внешний вид ФПУ-1Р.

2.3.11.2.7д. Модуль малогабаритного фотоприемного устройства МФПУ 7 ОМ [Δλ=0,4...1,0 мкм]

Модуль малогабаритного фотоприемного устройства 7 ОМ, предназначен для регистрации изображений точечных источников излучения видимой области спектра и преобразования его в цифровой видеосигнал. В качестве датчика изображения используется охлаждаемый матричный односекционный ФППЗ с антиблюмингом и произвольным доступом к любой строке фоточувствительного поля.

МФПУ состоит из двух блоков: блок фотоприемника (БФП) и блок электронного обрамления (БЭО) .

БФП содержит ФППЗ и предварительный усилитель сигнала с коэффициентом усиления, равным 16. ФППЗ имеет встроенную малогабаритную термоэлектрическую батарею (ТЭБ). Тепло от горячей грани ТЭБ отводится на элементы конструкции БФП.

БЭО содержит синхрогенератор для формирования управляющих напряжений ФППЗ и блок цифровой обработки видеосигнала, и имеет два соединителя: один - для связи с устройством обмена оптико- электронной системы, другой – для связи с БФП. Для соединения с БЭО БФП снабжен встроенным кабелем.

Основные параметры параметры МФПУ приведены в табл. 2.3.165д. Внешний вид МФПУ приведен на рис. 2.3.208д.

Таблица 2.3.165д. Основные параметры МФПУ 7 ОМ при температуре 25±10°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Тип фотоприемника	охлаждаемый матричный односекционный ФППЗ
Число фоточувствительных элементов матрицы	512 x 512.
Размер фоточувствительной области, мм	11,776 x 11,776
Интегральная чувствительность, В/лк*с	100...200
Среднеквадратическое напряжение шума, мВ, не более	8
Относительная среднеквадратическая неравномерность выходного сигнала по фоточувствительному полю, %, не более	4
Среднее значение темнового сигнала, мВ, не более	30
Среднеквадратическая неравномерность темнового сигнала, мВ, не более	12
Локальная среднеквадратическая неравномерность темнового сигнала в любой зоне фоточувствительного поля размером 5 x 5 эл., мВ, не более	3
Неэффективность переноса заряда для уровня сигнала в диапазоне от 0,01 до 0,95 от напряжения насыщения канала усиления, отн.ед.	$<2*10^{-5}$
Нелинейность световой характеристики в рабочем диапазоне АЦП, %, не более	2
Коэффициент подавления локальной пересветки, раз, не менее	100
Напряжение насыщения канала усиления, о.е.	5
№ рисунка	2-564д1 и 2-564д2

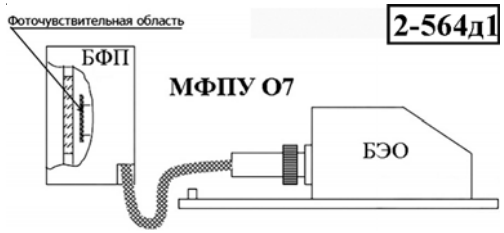




Рис. 2.3.208д.Внешний вид МФПУ О7.

2.3.11.2.8д. Модуль фотоприемного устройства с БУ и АЦП [Δλ=0,2...1,1 мкм]

Основой модуля является билинейный фотоприемник, образованный двумя линейными ПЗС (ЛФППЗ) с числом элементов 1000 (с независимым управлением), которые сдвинуты относительно друг друга на полшага элемента для повышения общей разрешающей способности.

Фотоприемник закреплен в корпусе МФПУ, обеспечивающим крепление и юстировку фоточувствительной поверхности ЛФППЗ относительно посадочной плоскости в аппаратуре. МФПУ также включает в себя электронный канал с устройством управления ЛФППЗ .

Основные параметры МФПУ приведены в табл. 2.3.166д, габаритные размеры на рис.2.3.210д. внешний вид на рис.2.3.209д.

Области применения: МФПУ используется в составе оптико-электронных устройств точного линейного и углового позиционирования, в т.ч. пространственной ориентации изделий; в устройствах дистанционного измерения линейных размеров, профилей, толщины и диаметров различных предметов в промышленности; в автоматизированных спектрометрах видимого и ближнего ИК диапазона как широкого, так и частного применения; в устройствах автофокусировки, юстировки и контроля качества оптических систем.

Таблица 2.3.166д. Основные параметры МФПУ с БУ и АЦП при температуре 25±10°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,2...1,1
Размер фоточувствительного элемента, мкм	13 × 500
Количество фоточувствительных элементов	2 × 1000
Шаг элемента, мкм	13
Расстояние между линейками, мкм	840
Типовая скорость вывода информации по параллельной 12-ти разрядной выходной шине данных, МГц	2
Динамический диапазон	3000 - 5000
Типовая интегральная чувствительность приемника, В/Лк?с	25
Типовая интегральная чувствительность системы, кв.АЦП/ Лк?с	$4*10^4$
Относительная световая неравномерность, %	±3
Линейность измерения положения светового штриха (марки), %	0,02
Точность определения координаты (положения центра тяжести световой марки) по всей длине фоточувствительной области кристалла, мкм, не хуже	0,2
Число координатных отсчетов	$6,5*10^4$
Напряжение питания, В	±(18±0,5); +8±0,5
Температурный диапазон работы, °С	-50 ÷ +50
Габаритные размеры корпуса МФПУ, мм	150 × 83 × 17
№ рисунка	2-565д и 2-565д1

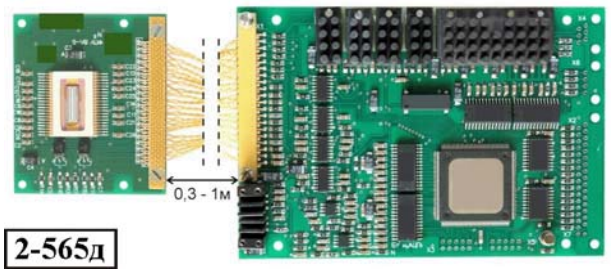


Рис. 2.3.209д.Внешний вид платы МФПУ с БУ и АЦП.

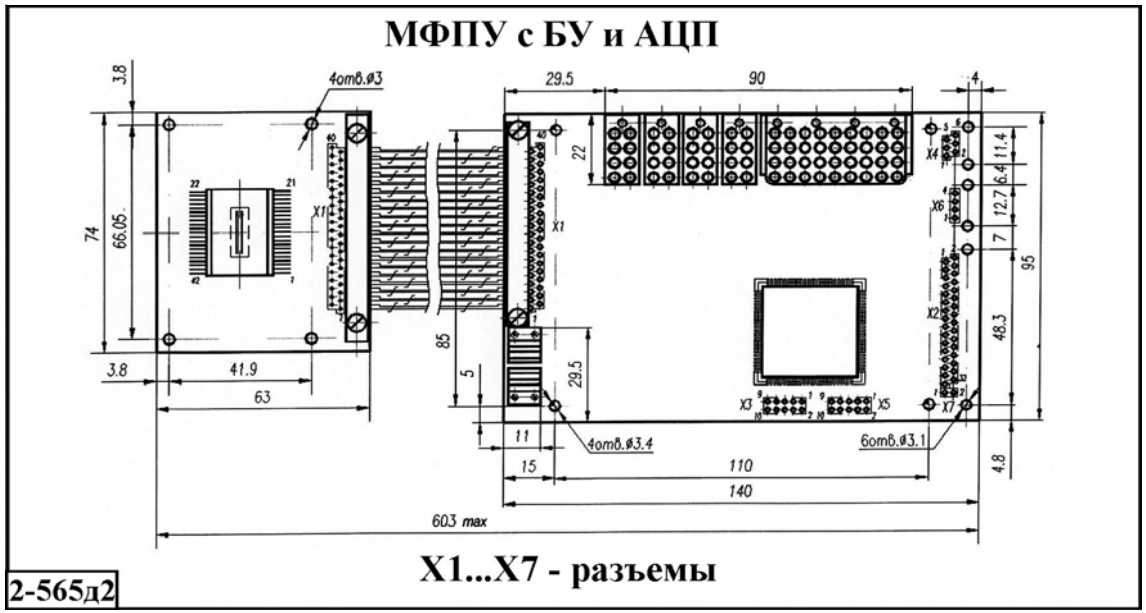


Рис. 2.3.210д.Внешний вид и габаритныве размеры МФПУ с БУ и АЦП.

Глава 2.4. Фотоприемники для регистрации средневолнового ИК-излучения, 1,5 ... 15 мкм

Предприятиями СССР и СНГ выпускалась и выпускается широкая номенклатура фотоприемников, предназначенных для регистрации ИК-излучения в диапазоне 1,5…10 мкм.

Для изготовления фоточувствительных элементов, в основном, используются такие полупроводниковые материалы, как сульфид (PbS) и селенид (PbSe) свинца, антимонид индия (InSb), особочистые и стехиометрические соединения материалов группы $A^{IV}B^{VI}$, твердые растворы типа «свинец-олово-теллур» и «кадмий-ртуть-теллур», легированные германий и кремний.

Основную массу фоточувствительных элементов приемников ИК-излучения составляют фоторезисторы, фотодиоды и, т.н. фотогальванические приемники (ФГП), которые являются разновидностью фотодиодов. Фотогальванические приемники не требуют напряжения смещения.

Большинство фоточувствительных элементов неохлаждаемых приемников размещается в пластмассовых или металлостеклянных герметичных корпусах. Входные окна приборов могут изготавливаться из оптического стекла и просветленных германия или кремния.

Определенная часть фотоприёмников выпускается в бескорпусном исполнении. В этом случае фоточувствительный элемент защищается пленкой лака. Выводы отсутствуют, что обязывает потребителя использовать прижимные контакты к фоточувствительной площадке. Из бескорпусных ф.ч.э. можно формировать линейные и матричные структуры.

Фоточувствительные элементы приёмников для специального применения, например 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.

Особую группу современных фотоприемников представляют, т.н. фотоприемные устройства (ФПУ).

Фотоприемное устройство состоит из одного или множества фоточувствительных элементов и схем предварительной обработки фотосигнала (например, схем сопряжения, усиления, коммутации, стабилизации рабочей точки и др.), объединенных в едином корпусе. В комплект ФПУ входят также устройства охлаждения фоточувствительного элемента.

Для новых фотоприемных устройств приняты следующие обозначения:

Одноэлементные фотоприемные устройства обозначается, как ФУО.

Многоэлементные ФПУ с разделением каналов обозначаются, как ФУР: ФУРххЛ – линейные, ФУРххМ - матричные, ФУРххС – многоспектральные.

Многоэлементные ФПУ с внутренней коммутацией каналов обозначаются, как ФУР: ФУКххЛ – линейные, ФУКххМ - матричные, ФУКххС - многоспектральные.

Более сложным современным фотоприёмником является, т.н. фотоэлектронный модуль (ФЭМ).

В состав фотоэлектронного модуля могут входить: охлаждаемая многоэлементная структура, охлаждаемый мультиплексор и предусилитель, вторичные источники питания, а также микрокриогенная система охлаждения ф.ч.э., например, на газовой криогенной машине типа интегральный Стирлинг, электронный блок сопряжения и др.

2.4.1. Неохлаждаемые фотоприемники

2.4.1.1. Неохлаждаемые фоторезисторы ФСА-0, ФСА-1, ФСА-1а, ФСА-4, ФСА-6, ФСА-Г1, ФСА-Г2, ФР1-3, ФР1-4, ФР1-1/13, ФР1-П, ФР-СС-138, ФР-183, ФР-193А, ФР-193Б, ФР-193В, ФР-193Г, ФР-193Д, ФР-202, ФР-202.1, ФР-203, ФР-220, ФР-220-1, ФР-220-2, ФР-220-3, ФР-220-4, ФР-220-5, ФР-220-6, ФР226, ФР226-01, ФР226-02, ФР226-03, ФС-2АН, ФС-6АН, ФС-8АН, ФС-9АН, ФС-10АН, ФСВ-12А, ФСВ-16АН, ФСВ-17АН, УФУР02 [$\Delta\lambda$=0,4…3,3 мкм, $\lambda_{макс}$=1,5...2,3 мкм]

Неохлаждаемые фоторезисторы данной серии реализованы на основе фоточувствительных элементоы из сернистого свинца и предназначены для регистрации излучения в диапазоне 0,4 ...3,3 мкм. Основные параметры неохлаждаемых фоторезисторов на основе сульфида свинца приведены в табл. 2.4.1. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис.2.4.1 - 2.4.4.

Таблица 2.4.1. Основные параметры неохлаждаемых фоторезисторов на основе сульфида свинца при температуре 20±°5С.

Тип прибора	Аф.чэ, мм	2β, град, не менее	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Uр, В [$P_{макс}$, мВт, не более]	Rт, МОм	Rт/ Rсв, отн.ед., не менее	τ, с, не более	Sинт, В/Вт, (573^{0}К, 400 Гц) не менее	Фп, Вт, не более [D*$_{\lambda max}$, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее]	Ts, %/^{o}С, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФСА-0	4 х 7	-	0,4…2,7 [2,1]	4…40 [10]	0,04…0,4	1,2	$4*10^{-5}$	-	-	-1,5	-60…+60	8,5х14х2 [4,5]	2-570
ФСА-1	4 х 7,5	-	0,3…3 [2…2,2]	2…50 [10]	0,022…1,0	1,2	$4*10^{-4}$	1500	$1*10^{-7}$	+1,8…-1,8	-60…+70	15х28х6,4 [4,5]	2-572
ФСА-1а	4 х 7,5	-	0,3…3 [2…2,2]	2…50 [10]	0,022…1,0	1,2	$4*10^{-4}$	1500	$1*10^{-7}$	+1,8…-1,8	-60…+70	7,5 х 8 х 1 [1,2]	2-571
ФСА-4	4 х 6	-	0,3…3 [2…2,2]	4…40 [10]	0,04	1,2	$4*10^{-5}$	-	$5*10^{-6}$	+1,8…-1,8	-60…+60	18х24х4 [5]	2-575
ФСА-6	∅14 с отв. ∅5	60	0,3…3 [2…2,2]	5…30 [10]	0,047…0,33	1,1	$4*10^{-4}$	1500	$1*10^{-7}$	+1,8…-1,8	-60…+70	∅28 х 6,5 [5]	2-576
ФСА-Г1	4 х 10	-	0,4…3 [2…2,2]	4…40 [10]	0,022…1,0	1,2	$4*10^{-4}$	1500	$1*10^{-7}$	+1,8…-1,8	-60…+70	∅22 х 9 [7]	2-573
ФСА-Г2	8 х 12	-	0,4…3 [2…2,2]	4…40 [10]	0,047…0,47	1,2	$4*10^{-4}$	1500	$1*10^{-7}$	+1,8…-1,8	-60…+70	∅33 х 34 [20]	2-571
ФР1-3	1,0 х 5,8	-	1…3,2 [1,5…2,2]	15 [6]	0,047…0,35	-	$4*10^{-4}$	240	[$1,7*10^8$] (573^{o}К)	-4…-5	-60…+60	∅10,7 х 6 [5]	2-577
ФР1-4	3,0 х 5,8	-	1…3,2 [1,5…2,2]	25 [8]	0,22…1,0	-	$4*10^{-4}$	82	[$0,9*10^8$] (573^{o}К)	-4…-5	-60…+60	∅10,7 х 6 [5]	2-577
ФР1-П	1-4 мм^2	-	0,8…3,3	10	-	-	$3*10^{-4}$	600	[$2*10^9$] (573^{o}К)	-	-	-	-
ФР1-1/13	1,3 х 1,3	90	0,4...3,3[2,3…2,5]	12	0,05…0,2	-	(4,5 – 7,5)* 10^{-5}	$(0,6-1,2)10^3$	[(3-7) х 10^4]	-	-60…+60	∅7,4 х 3 [1]	2-578
ФР1-1/13 с фильтром	1,3 х 1,3		1,1...3,3 [2,3…2,5]										

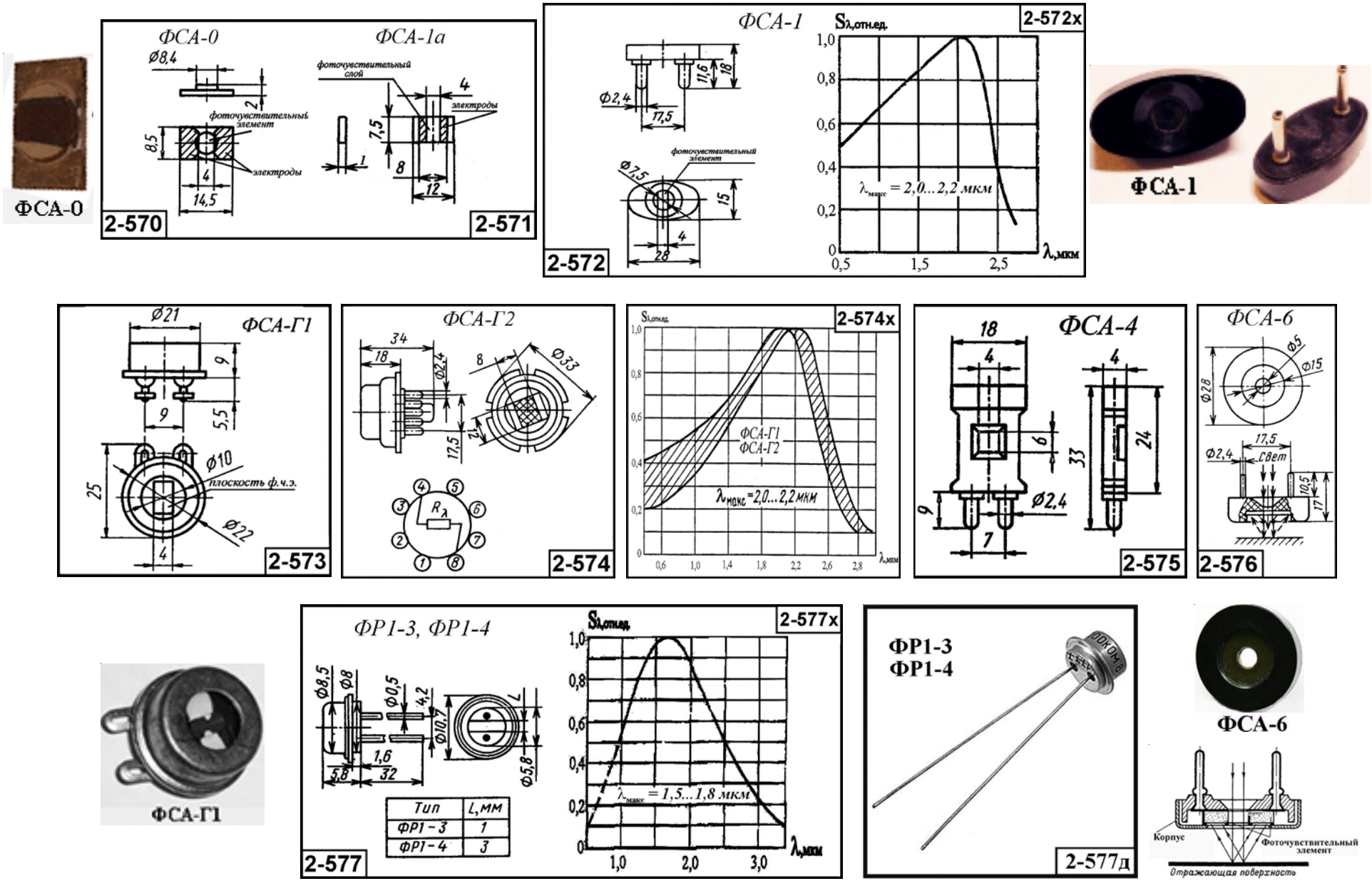


Рис. 2.4. 1. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ неохлаждаемых фоторезисторов на основе сульфида свинца..

Продолжение таблицы 2.4.1. Основные параметры неохлаждаемых фоторезисторов на основе сульфида свинца при температуре 20±°5С.

Тип прибора	Аφчэ, мм	2β, град, не менее	Δλ, мкм [λмакс, мкм]	Uр, В [Рмакс, мВт, не более]	Rт, МОм	Rт/ Rсв, отн.ед., не менее	τ, с, не более	Sинт, В/Вт, (573^{0}К, 400 Гц) не менее	D*λmax, см*Гц$^{1/2}$* Вт$^{-1}$, не менее	Ts, %/^{o}С, не более	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФР-СС-138 с фильтром	3 x 3	120	1,8…3,2 [2…2,2]	22,5 [0,4]	1,5	-	$2,3*10^{-4}$	$1,7*10^3$	$7,7*10^8$ (573°К)	-5	-60…+60	∅12,6 x 14,2 [3]	2-579
ФР-183 с фильтром	∅0,15	-	1,8…2,5	-	0,04…0,12	-	$1*10^{-4}$	$1,5*10^4$	$5 \cdot 10^{10}$	-	-30…+30	∅23 x 18 [10]	2-580
ФР-183	0,15 x 0,6		1,7…2,4	-	0,02…0,15		$1*10^{-4}$	$8,4*10^3$	$5 \cdot 10^{10}$	-	-30…+30	∅23 x 18 [1]	2-580
ФР-193А	1,3 x 1,3	-	0,8…3,3 [2,5]	10 [0,4]	1,2 - 2	-	$3*10^{-4}$	$2*10^3$	$2*10^9$	-	-60…+50	∅8 x 9,5	2-581
ФР-193Б	0,7 x 0,7	-	0,8…3,3 [2,5]	10 [0,4]	1,2 - 2	-	$3*10^{-4}$	$4*10^3$	$2*10^9$	-	-60…+50	∅8 x 9,5	2-581
ФР-193В	0,5 x 0,5	-	0,8…3,3 [2,5]	10 [0,4]	1,2 - 2	-	$3*10^{-4}$	$7*10^3$	$2*10^9$	-	-60…+50	∅8 x 9,5	2-581
ФР-193Г	0,35 x 0,35	-	0,8…3,3 [2,5]	3 [0,4]	1,2 - 2	-	$3*10^{-4}$	$1*10^4$	$2*10^9$	-	-60…+50	∅8 x 9,5	2-581
ФР-193Д	0,18 x 0,18	-	0,8…3,3 [2,5]	3 [0,4]	1,2 - 2	-	$3*10^{-4}$	$1*10^4$	$2*10^9$	-	-60…+50	∅8 x 9,5	2-581
ФР-202.1	1,7 x1,7	-	0,5…3,0 [2…2,3]	15	0,04…0,12	-	$4*10^{-4}$	600	$5 \cdot 10^{10}$	-	-60…+60	∅6 x 3 [2]	2-582
ФР-203	4 x 4		0,5…3,0	-	0,04…0,12	-	$4*10^{-4}$	600	$5 \cdot 10^{10}$	-	-	∅10,7 x 6	2-583
ФР-220	10 x 10	-	0,5…3,0 [2…2,3]	100	0,05-1,5	-	$3*10^{-4}$	$2,1*10^4$	$7*10^{10}$	-	-30…+30	10 x 10 x 2 б/к	2-584
ФР-220-1	8 x 8							$3,1*10^4$				8 x 8 x 2 б /к	
ФР-220-2	6 x 6							$5,6*10^4$				6 x 6 x 2 б /к	
ФР-220-3	4 x 4							$1,2*10^5$				4 x 4 x 2 б /к	
ФР-220-4	3 x 3	-	0,5…3,0 [2…2,3]	80	0,05-1,5	-	$3*10^{-4}$	$1,1*10^5$	$7*10^{10}$	-	-30…+30	б /к [0,5]	2-584
ФР-220-5	2 x 2			50				$2,5*10^5$					
ФР-220-6	1 x 1			30				$9,8*10^5$					
ФР226	3 x 3	-	0,5…3,0 [2…2,3]	80	0,05-1,5	-	$3*10^{-4}$	-	$7*10^{10}$	-	-30…+30	б /к [0,5]	2-584
ФР226-01	2 x 2			60									
ФР226-02	1 x 1			40									

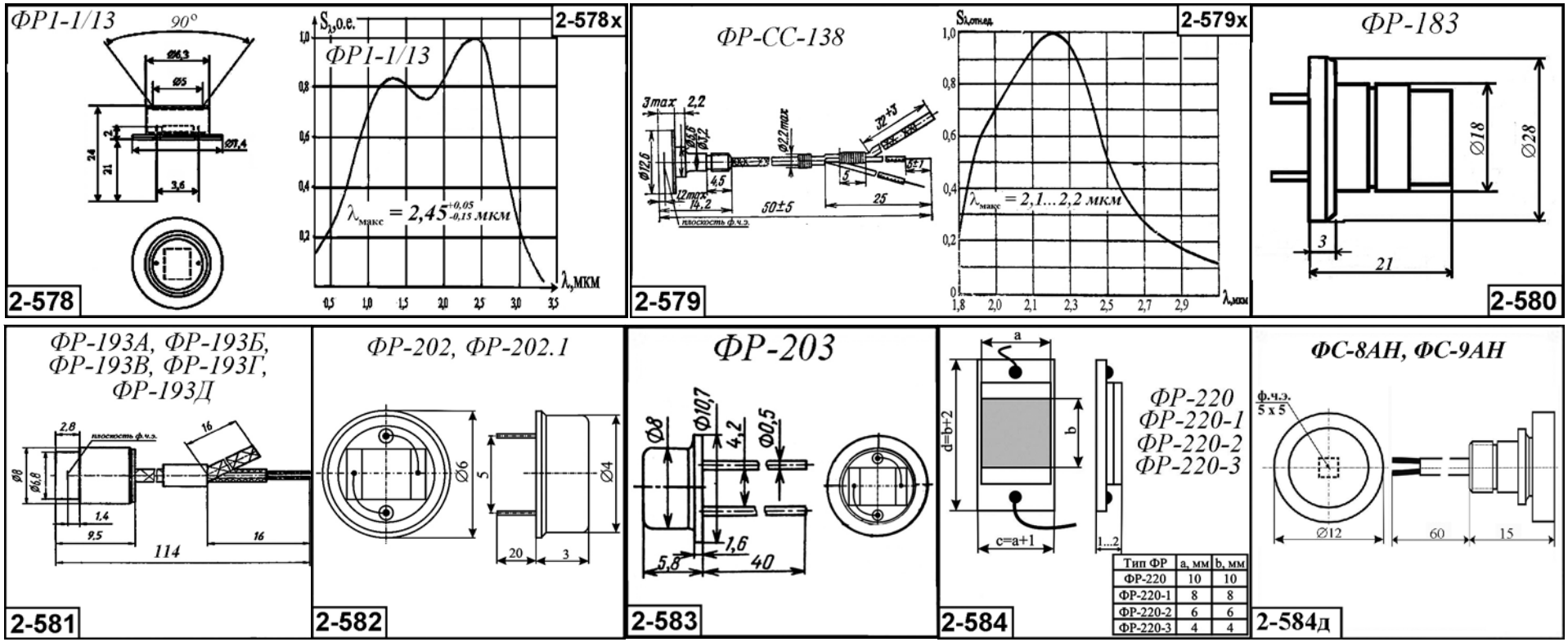
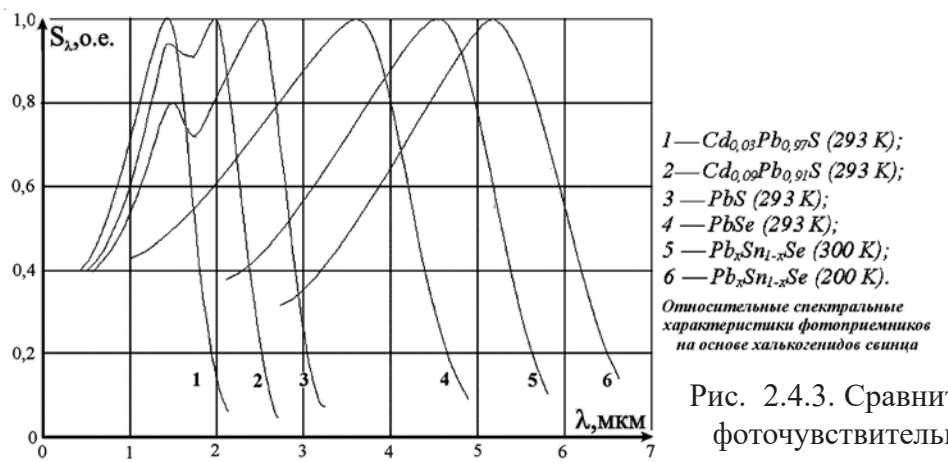


Рис. 2.4.2. Внешний вид и габаритные размеры неохлаждаемых фоторезисторов на основе сульфида свинца..



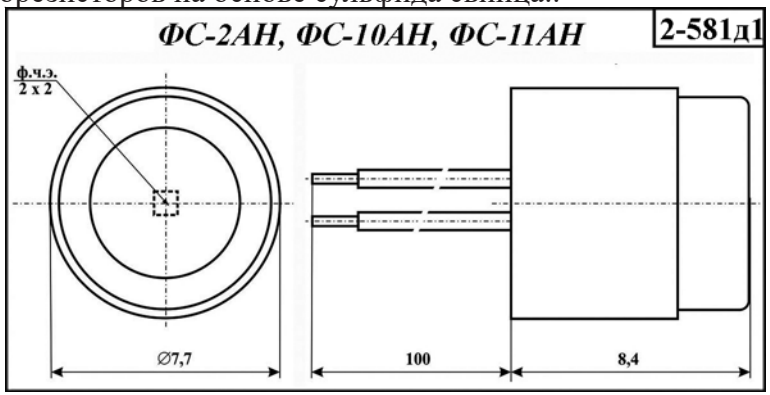


Рис. 2.4.3. Сравнительные типоавые спектральные характеристики фоточувствительны элементов на основе халькогенидов свинца.

Окончание таблицы 2.4.1. Основные параметры неохлаждаемых фоторезисторов на основе сульфида свинца при температуре 20±°5С.

Тип прибора	Аφчэ, мм	2β, град, не менее	Δλ, мкм [λмакс, мкм]	Uр, В [Рмакс, мВт, не более]	Rт, МОм	Rт/ Rсв, отн.ед., не менее	τ, с, не более	Sиинт, В/Вт, (573^{0}К, 400 Гц) не менее	D*λmax, см*Гц$^{1/2}$* Вт$^{-1}$, не менее]	Ts, %/^{o}С, не более	ΔT, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФР226-03	0,5 x 0,5		0,5…3,0 [2…2,3]	20	0,05-1,5	-	$3*10^{-4}$	-	$7*10^{10}$	-	-	б /к [0,5]	-
ФС-2АН	2,1 x 2,1		1,8…3,2 [2,1…2,3]	10	0,15…1,0	-	$2,3*10^{-4}$	2140	$5*10^{8}$	-	-	∅7,7x8,4	2-584д1
ФС-6АН	6 x 6		1,8…3,2 [2…2,2]	15	0,2…1,0	-	(1,5...2) x 10^{-4}	800…2000	(7…7) x 10^{8}	-	-	∅12,6 x 3,2	-
ФС-8АН	6 мм^2	-	1,8…3,2 [2…2,2]	22,5	0,02…0,15	-	(4...7,5) x 10^{-5}	(0,6-1,2)10^3	(3-7) x 10^{4}	-	-	∅12 x 15	2-584д
ФС-9АН	3 x 3		1,8…3,2 [2…2,2]	35…45	0,05…1,5	-	$2,3*10^{-4}$	1700	$8*10^{8}$	-	-	∅12 x 15	2-584д
ФС-10АН	2 x 2		1,8…3,2 [2,1…2,3]	10…15	<0,3	-	$2,3*10^{-4}$	2000	$2*10^{8}$	-	-	∅7,7x8,4	2-584д1
ФСВ-12А	6 x 2	-	1…3,2 [2..2,5]	20 [1]	5	-	$5*10^{-4}$	$1*10^3$	(3...4,2)*10^{8}	-	-50…+50	∅47 x 45	2-585д
ФСВ-16АН с фильтром	4 x 4	70	1…3,2 [2..2,5]	20 [1]	5	-	$5*10^{-4}$	$1*10^3$	4,9*10^{8} (573°К)	-5	-50…+50	∅45 x 45 [55]	2-585
ФСВ-17АН с фильтром	6 x 2	70	1…3,2 [2..2,5]	20 [1]	5	-	$5*10^{-4}$	$1*10^3$	4,2*10^{8} (573°К)	-5	-50…+50	∅45 x 45 [55]	2-585

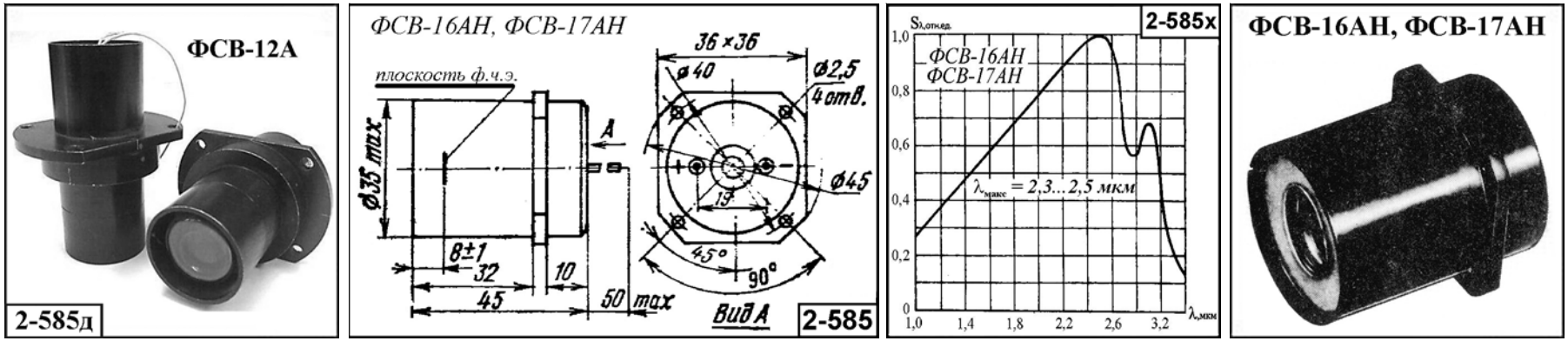


Рис. 2.4.4. Внешний вид и габаритные размеры неохлаждаемых фоторезисторов ФСВ-16АН и ФСВ-16АН.

2.4.1.2. Неохлаждаемые фоторезисторы ФР622-0,1; ФР622-0,5; ФР622-1, ФР622-2, ФР622-3, ФР623-0,1; ФР623-0,5, ФР623-1, ФР623-2, ФР623-3, ФР624-0,1; ФР624-0,5, ФР624-1, ФР624-2, ФР624-3 [$\Delta\lambda$=1,6…3,5 мкм, $\lambda_{макс}$=2,8...3,6 мкм]

Фоторезисторы серий ФР622 - ФР624 на основе тонких пленок соединений $A^{IV}B^{VI}$ и их твердых растворов выполнены в стандартном герметичном металлостеклянном корпусе с прозрачным входным окном.

Основные параметры фоторезисторов серий ФР622 - ФР624 приведены в табл. 2.4.2. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис.2.4.5.

Таблица 2.4.2. Основные параметры неохлаждаемых фоторезисторов серий ФР622 - ФР624 при температуре 20±°5С.

Тип прибора	Аφчэ, мм	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Rт, МОм	τ, с, не более	Sшинт, В/Вт, (573°К, 400 Гц) не менее	D*λmax, см*Гц$^{1/2}$* Вт$^{-1}$, не менее	ΔТ, °С	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, г, не более	№ рис.
ФР622-0,1	0,1х0,1	1,6…3,5	2,8±0,2	0,5±0,1	0,07…0,8	$3*10^{-5}$	$1,2*10^{4}$	$1*10^{10}$	-45…+45	∅9,2 х4,6	1,0	2-586
ФР622-0,5	0,5х0,5	1,6…3,5	2,8±0,2	1±0,2	0,07…0,8	$3*10^{-5}$	$2,4*10^{4}$	$1*10^{10}$				
ФР622-1	1 х 1	1,6…3,5	2,8±0,2	5±0,1	0,07…0,8	$3*10^{-5}$	$1,2*10^{3}$	$1*10^{10}$				
ФР622-2	2х2	1,6…3,5	2,8±0,2	5±0,1	0,07…0,8	$3*10^{-5}$	600	$1*10^{10}$				
ФР622-3	3х3	1,6…3,5	2,8±0,2	5±0,1	0,07…0,8	$3*10^{-5}$	400	$1*10^{10}$				
ФР623-0,1	0,1х0,1	1,6…4,7	3,2±0,2	0,5±0,1	0,02…0,3	$1,5*10^{-5}$	$1,2*10^{4}$	$0,8*10^{10}$				
ФР623-0,5	0,5х0,5	1,6…4,7	3,2±0,2	1±0,2	0,02…0,3	$1,5*10^{-5}$	$2,4*10^{4}$	$0,8*10^{10}$				
ФР623-1	1 х 1	1,6…4,7	3,2±0,2	5±0,1	0,02…0,3	$1,5*10^{-5}$	$1,2*10^{3}$	$0,8*10^{10}$				
ФР623-2	2х2	2,6…4,7	3,2±0,2	5±0,1	0,02…0,3	$1,5*10^{-5}$	600	$0,8*10^{10}$				
ФР623-3	3х3	1,6…4,7	3,2±0,2	5±0,1	0,02…0,3	$1,5*10^{-5}$	400	$0,8*10^{10}$				
ФР624-0,1	0,1х0,1	1,6…4,7	3,6±0,2	0,5±0,1	0,01…0,1	$5*10^{-6}$	$8*10^{3}$	$0,6*10^{10}$				
ФР624-0,5	0,5х0,5	1,6…4,7	3,6±0,2	1±0,2	0,01…0,1	$5*10^{-6}$	$1,6*10^{3}$	$0,6*10^{10}$				
ФР624-1	1 х 1	1,6…4,7	3,6±0,2	5±0,1	0,01…0,1	$5*10^{-6}$	800	$0,6*10^{10}$				
ФР624-2	2х2	2,6…4,7	3,6±0,2	5±0,1	0,01…0,1	$5*10^{-6}$	400	$0,6*10^{10}$				
ФР624-3	3х3	1,6…4,7	3,6±0,2	5±0,1	0,01…0,1	$5*10^{-6}$	250	$0,6*10^{10}$				

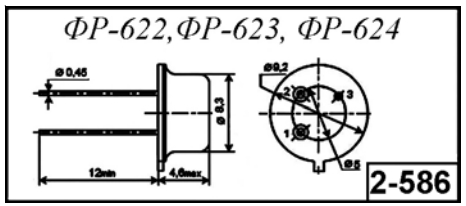


Рис. 2.4.5. Внешний вид и габаритные размеры фоторезисторов ФР-622,ФР-623, ФР-624



2.4.1.3. Неохлаждаемые фоторезисторы ФР1-28-1-1,5x1,15, ФР1-28-1-2x2, ФР1-28-1-3x3 [$\Delta\lambda$=1…3,5 мкм, $\lambda_{макс}$=2,8 мкм]

Неохлаждаемые фоторезисторы серии ФР1-28-XX на основе тонких пленок соединений A^4B^6 и их твердых растворов. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов приведены в табл. 2.4.3. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики приборов показаны на рис.2.4.6.

Таблица 2.4.3. Основные параметры неохлаждаемых фоторезисторов серии ФР1-28-XX при температуре 20±°5С.

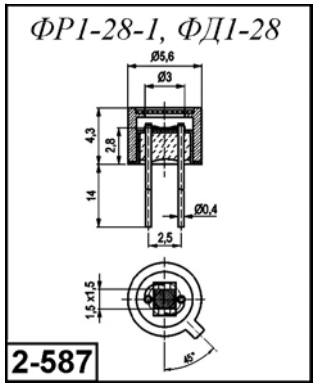
Тип прибора	Аφчэ, мм	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Rт, МОм	τ, с, не более	Sинт, В/Вт, (573°К, 400 Гц) не менее	D*, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	$D^*_{\lambda макс}$, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	ΔT, °С	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФР1-28-1-1,5x1,15	1,5x1,5	1,0…3,5	2,8±0,2	3	0,05…0,5	$(4-7)*10^{-5}$	$(3-6,5)*10^4$	$(1 - 1,8)*10^9$	$(2,2 - 4)*10^{10}$	-40…+50	∅5,6x4,3	2-587
ФР1-28-1-2x2	2x2			5								
ФР1-28-1-3x3	3 x 3			8								

2.4.1.4. Неохлаждаемые фоторезисторы ФР1-34-1-1,5x1,15, ФР1-34-1-2x2, ФР1-34-1-3x3, ФР1-38-1-1,5x1,15, ФР1-38-1-2x2, ФР1-38-1-3x3 [$\Delta\lambda$=1…4,5 мкм, $\lambda_{макс}$=3,4...3,8 мкм]

Неохлаждаемые фоторезисторы серии ФР1-34-XX и ФР1-38-XX на основе тонких пленок соединений A^4B^6 и их твердых растворов. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов приведены в табл. 2.4.4. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики приборов показаны на рис.2.4.7.

Таблица 2.4.4. Основные параметры неохлаждаемых фоторезисторов серии ФР1-34-XX и ФР1-38-XX при температуре 20±°5С.

Тип прибора	Аφчэ, мм	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В	Rт, МОм	τ, с, не более	$S_{\lambda макс}$, В/Вт, не менее	D*, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	$D^*_{\lambda макс}$, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	ΔT, °С	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФР1-34-1-1,5x1,15	1,5x1,5	1,0…4,0	3,4±0,2	3	0,02…0,3	$(2-5)*10^{-5}$	$(1,5-3,5)*10^4$	$(0,8 - 1,8)*10^9$	$(0,8 - 2,1)*10^{10}$	-55…+55	∅8,4x4	2-588
ФР1-34-1-2x2	2x2			5								
ФР1-34-1-3x3	3 x 3			8								
ФР1-38-1-1,5x1,15	1,5x1,5	1,0…4,5	3,8±0,2	3	0,02…0,25	$(2-10)*10^{-6}$	$(0,8-1,5)*10^4$	$(0,7 - 1,5)*10^9$	$(3,5 - 5)*10^9$	-55…+55	∅8,4x4	2-588
ФР1-38-1-2x2	2x2			5								
ФР1-38-1-3x3	3 x 3			8								



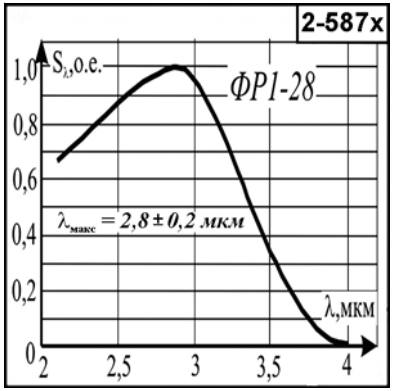
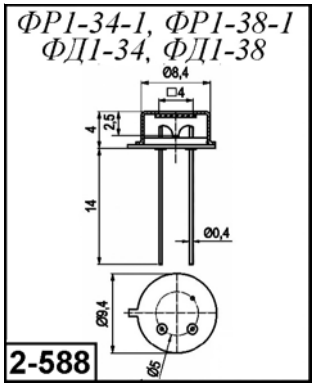
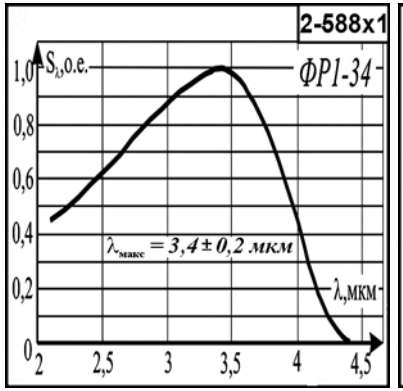


Рис. 2.4.6. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная зарактеристика ФР1-28-1.





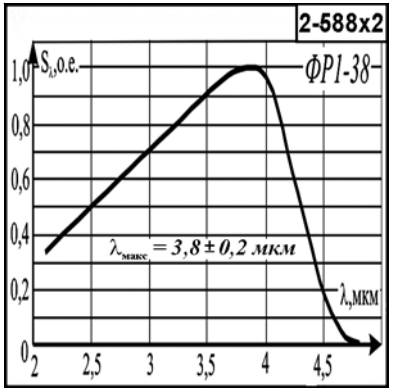


Рис. 2.4.7. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная зарактеристика ФР1-34-1 и ФР1-38-1.

2.4.1.5. Неохлаждаемые фотодиоды ФД1-28, ФД1-34, ФД1-38 [$\Delta\lambda$=1…4,5 мкм, $\lambda_{макс}$=2,8...3,8 мкм]

Неохлаждаемые фотодиоды серии ФД1-28, ФД1-34, ФД1-38, на основе тонких пленок соединений A^4B^6 и их твердых растворов.Диапазон рабочих температур фотодиодов от -50 до +50°С. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов приведены в табл. 2.4.5. Внешний вид, габаритные размеры приборов приведенны на рис.2.4.6 и 2.4.7.

Таблица 2.4.5. Основные параметры неохлаждаемых фотодиодов ФД1-28, ФД1-34, ФД1-38 при температуре 20±°5С.

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра								
	ФД1-28			ФД1-34			ФД1-38		
	Мин.	Макс.	Тип.	Мин.	Макс.	Тип.	Мин.	Макс.	Тип.
Рабочий спектральный диапазон, мкм	1 ...3,5			1 …4			1 …4,5		
Максимум спектральной чувствительности, мкм	2,8±0,2			3,4±0,2			3,8±0,1		
Размеры фоточувствительного элемента	1×1,5 мм; 1×2 мм; 2×2 мм; 3×3 мм; 3×1,5 мм; 4,5×2 мм.								
Динамическое сопротивление при нулевом смещении, кОм	0,4	1,2	4,0	0,3	0,8	2,5	0,2	0,5	1,0
Постоянная времени, мкс	1,25	2,5	5,0	1,2	2	5	1,2	1,8	3
Токовая монохроматическая чувствительность, $S_{\lambda макс}$, А/Вт	0,4	0,55	-	0,2	0,35	-	0,07	0,11	-
Удельная обнаружительная способность , см * $Гц^{1/2}$ * $Вт^{-1}$	8* 10^8	1,2* 10^9	-	6* 10^8	1* 10^9	-	4,5* 10^8	8* 10^8	-
Обнаружительная способность в максимуме спектральной чувствительности, см * $Гц^{1/2}$ * $Вт^{-1}$	1,2* 10^{10}	2,1* 10^{10}	-	7,2* 10^9	1,2* 10^{10}	-	2,2* 10^9	4* 10^{10}	-
Габаритные размеры, мм	∅5,6 x 4,3			∅8,4 x 4			∅8,4 x 4		
№ рисунка	2-587			2-588			2-588		

2.4.1.6. Неохлаждаемые фоторезисторы СФ4-1, СФ4-1А, СФ4-2А, СФ4-3А, СФ4-1Б, СФ4-2Б, СФ4-3Б, СФ4-1В, СФ4-2В, СФ4-3В, СФ4-1Д, СФ4-2Д, СФ4-3Д, СФ4-4, ФР-188А, ФР-188Б, ФР-188В, ФР-188Г, ФР-188Д, ФР-611, ФР 3-1/20, ФР-219, ФР-221, ФР-219-01, ФР-221-01, ФР-219-02, ФР-221-02, ФР-219-03, ФР-221-03, ФР4-17 [$\Delta\lambda$=1…5,5 мкм, $\lambda_{макс}$=2…4,3 мкм]

Основные параметры неохлаждаемых фоторезисторов на основе ф.ч.э. из селенида свинца приведены в табл. 2.4.6. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис. 2.4.8.

Таблица 2.4.6. Основные параметры неохлаждаемых фоторезисторов на основе селенида свинца при температуре 20±°5С.

Тип прибора	Аф чэ, мм	2β, град, не менее	Δλ, мкм [λмакс, мкм]	U_P, В ($U_{пред}$, В)	Rт, МОм	τ, с, не более	$S_{инт}$, В/Вт, (573^0К, 400 Гц) не менее	$D^*_{\lambda max}$, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	D*, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$ (573^0К, 1200 Гц), не менее	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
СФ4-1	2 x 2 или ∅4	-	1…4,8 [3…3,5]	15…20	до 1	$(3…5)*10^{-7}$	$(0,1…1)*10^3$	-	$2*10^7$	-55…+40	17x11x3,5 [4] или ∅4x6,5 [1]	2-589 2-590
СФ4-1А	1,0 x 1,0	90	0,5…3,2 [2…2,2]	2,5…10	1	$7*10^{-5}$	$1*10^3$	$5*10^{10}$	$5*10^8$	-60…+40	∅10,7 x 5,8 [5]	2-591
СФ4-2А	2,0 x2,0	90	0,5…3,2 [2…2,2]	2,5…10	1	$7*10^{-5}$	$1*10^3$	$5*10^{10}$	$5*10^8$	-60…+40	∅10,7 x 5,8 [5]	2-591
СФ4-3А	3,0 x 3,0	90	0,5…3,2 [2…2,2]	2,5…10	1	$7*10^{-5}$	$1*10^3$	$5*10^{10}$	$6*10^8$	-60…+40	∅10,7 x 5,8 [5]	2-591
СФ4-1Б	1,0 x 1,0	90	0,5…3,6 [2,5…2,7]	2,5…5,0	0,6	$5*10^{-5}$	$2*10^3$	$2*10^{10}$	-	-60…+40	∅10,7 x 5,8 [5]	2-591
СФ4-2Б	2,0 x 2,0	90	0,5…3,6 [2,5…2,7]	2,5…5,0	0,6	$5*10^{-5}$	$2*10^3$	$2*10^{10}$	-	-60…+40	∅10,7 x 5,8 [5]	2-591
СФ4-3Б	3,0 x 3,0	90	0,5…3,6 [2,5…2,7]	2,5…5,0	0,6	$5*10^{-5}$	$2*10^3$	$2*10^{10}$	-	-60…+40	∅10,7 x 5,8 [5]	2-591
СФ4-1В	1,0 x 1,0	90	0,5…4,2 [3,0…3,2]	2,5…10	0,4	$2*10^{-5}$	$1*10^3$	$1*10^{10}$	-	-60…+40	∅10,7 x 5,8 [5]	2-591
СФ4-2В	2,0 x 2,0	90	0,5…4,2 [3,0…3,2]	2,5…10	0,4	$2*10^{-5}$	$1*10^3$	$1*10^{10}$	-	-60…+40	∅10,7 x 5,8 [5]	2-591
СФ4-3В	3,0 x 3,0	90	0,5…4,2 [3,0…3,2]	2,5…10	0,4	$2*10^{-5}$	$1*10^3$	$1*10^{10}$	-	-60…+40	∅10,7 x 5,8 [5]	2-591
СФ4-1Д	1,0 x 1,0	90	0,5…4,6 [3,5…3,7]	2,5…5,0	0,2	$1*10^{-5}$	750	$4*10^9$	-	-60…+40	∅10,7 x 5,8 [5]	2-591

Окончание табл. 2.4.6. Основные параметры неохлаждаемых фоторезисторов на основе селенида свинца при температуре 20±°5С.

Тип прибора	Афчэ, мм	2β, град, не менее	Δλ, мкм [λмакс, мкм]	U_P, В ($U_{пред}$, В)	R_T, МОм	τ, с, не более	$S_{uинт}$, В/Вт, (573 ^{0}К, 400 Гц) не менее	$D^*_{\lambda max}$, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	D*, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$ (573 ^{0}К, 1200 Гц), не менее	ΔТ, ^{0}С	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
СФ4-3Д	3,0 x 3,0	90	0,5…4,6 [3,5…3,7]	2,5…5,0	0,2	$1*10^{-5}$	750	$4*10^9$	-	-60…+40	∅10,7 x 5,8 [5]	2-591
СФ4-4	1 x 5 (2 эл.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-30…+60	∅26 x 5,7 [80]	2-591д1
ФР-188А	1,3 x 1,3	-	1,8…4,4 [3,7]	10(12)	1	$1,5*10^{-5}$	600	-	$4*10^8$	-50…+50	∅8 x 9,5 [4]	2-593
ФР-188Б	0,7 x 0,7	-	1,8…4,4 [3,7]	10(12)	1	$1,5*10^{-5}$	$2,4*10^3$	-	$4*10^8$	-50…+50	∅8 x 9,5 [4]	2-593
ФР-188В	0,5 x 0,5	-	1,8…4,4 [3,7]	10(12)	1	$1,5*10^{-5}$	$2,4*10^3$	-	$4*10^8$	-50…+50	∅8 x 9,5 [4]	2-593
ФР-188Г	0,35x0,35	-	1,8…4,4 [3,7]	3(5)	1	$1,5*10^{-5}$	$2,4*10^3$	-	$4*10^8$	-50…+50	∅8 x 9,5 [4]	2-593
ФР-188Д	0,18x0,18	-	1,8…4,4 [3,7]	3(5)	1	$1,5*10^{-5}$	$6*10^3$	-	$4*10^8$	-50…+50	∅8 x 9,5 [4]	2-593
ФР-611	1 x 1	90	2,7…4,2 [3,6]	3(5)	0,08…0,3	$2,5*10^{-5}$	$(0,7\text{-}1,5)*10^3$	$(0,8 - 2)*10^{10}$	-	-60…+55	∅7,8 x 11 [4]	2-595
ФР 3-1/20	2 x 2	-	1...5,5 [4,3±0,2]	12	0,06…0,3	$(2…4)*10^{-6}$	$(0,6...1,2)*10^3$	$(2...5)*10^8$	-	-60…+60	∅7,4 x 3 [1]	2-594
ФР-219	3 x 3	-	2…5	-	0,2…1	$3*10^{-5}$	$1*10^4$	-	$5*10^9$	-60…+60	∅6 x 3 [1]	2-592
ФР-221	3 x 3	-	2…5	-	0,2…1	$3*10^{-5}$	$1*10^4$	-	$5*10^9$	-50…+50	12x11x2 [0,5] бк	2-596
ФР-219-01	2 x 2	-	2…5	-	0,2…1	$3*10^{-5}$	$1*10^4$	-	$5*10^9$	-60…+60	∅6 x 3 [1]	2-592
ФР-221-01	2 x 2	-	2…5	-	0,2…1	$3*10^{-5}$	$1*10^4$	-	$5*10^9$	-50…+50	10x9x2 [0,5] бк	2-596
ФР-219-02	1 x 1	-	2…5	-	0,2…1	$3*10^{-5}$	$1*10^4$	-	$5*10^9$	-60…+60	∅6 x 3 [1]	2-592
ФР-221-02	1 x 1	-	2…5	-	0,2…1	$3*10^{-5}$	$1*10^4$	-	$5*10^9$	-50…+50	8x7x1,5 бк [0,5]	2-596
ФР-219-03	0,5 x 0,5	-	2…5	-	0,2…1	$3*10^{-5}$	$1*10^4$	-	$5*10^9$	-60…+60	∅6 x 3 [1]	2-592
ФР-221-03	0,5 x 0,5	-	2…5	-	0,2…1	$3*10^{-5}$	$1*10^4$	-	$5*10^9$	-50…+50	6x5x1 [0,5] бк	2-596
ФР4-17	1 x 1	-	3,8…5,2	-	-	-	$5,7*10^4$	-	$1*10^8$	-	∅80 x 36 [350]	2-596д

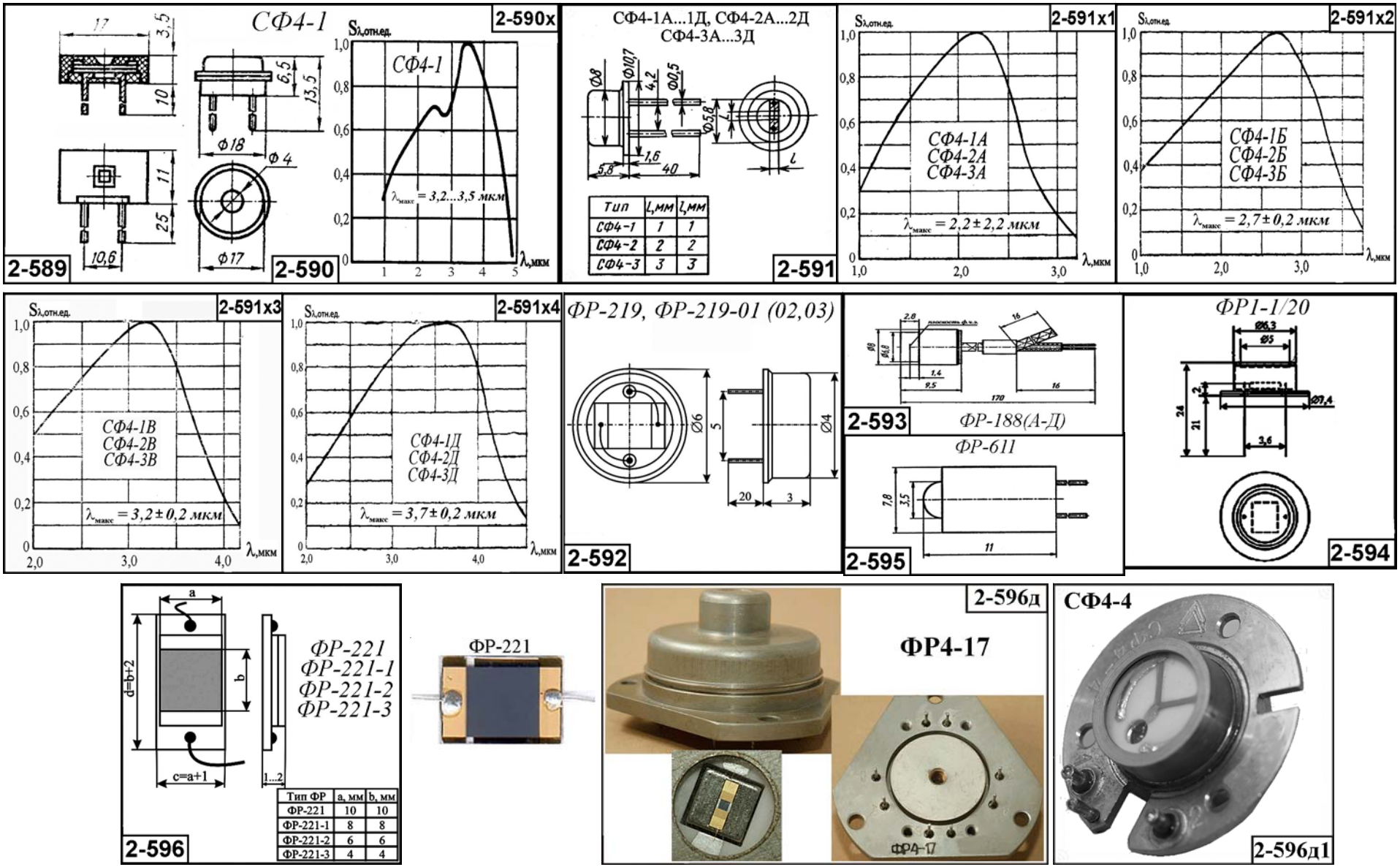


Рис. 2.4.8. Внешний видд, габаритные размеры и относительные спектральные характеристикии неохлаждаемых фоторезисторов на основе селенида свинца.

2.4.1.7. Неохлаждаемые гальванические элементы ФЭ722-1А,ФЭ722-1Б, ФЭ722-1В, ФЭ722-1Г, ФЭ722-1Д, ФЭ722-2А, ФЭ722-2Б, ФЭ722-2В, ФЭ722-2Г, ФЭ722-2Д [$\Delta\lambda$=1…3,5 мкм, $\lambda_{макс}$=2,6 мкм]

Неохлаждаемые фотогальванические элементы (ФГП) серии ФЭ722, на основе тонких пленок соединений $A^{IV}B^{VI}$ и их твердых растворов. Выпускаются в стандартном, герметичном, металлостеклянном корпусе типа КТ-1 (Ж9,2 х 4,6 мм. Масса 1,4 г.). Диапазон рабочих температур от -45 до +65° С. Все приборы работают только в гальваническом режиме, т.е. не требуют источников питания.

Основные фотоэлектрические параметры гальванических элементов серии ФЭ722 приведены в табл. 2.4.7. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис.2.4.9а и 2.4.9б.

Таблица 2.4.7. Основные параметры неохлаждаемых гальванических элементов серии ФЭ722 при температуре 20±°5С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра									
	ФЭ722-1А	ФЭ722-1Б	ФЭ722-1В	ФЭ722-1Г	ФЭ722-1Д	ФЭ722-2А	ФЭ722-2Б	ФЭ722-2В	ФЭ722-2Г	ФЭ722-2Д
Эффективная площадь ф.ч.э., мм^2	1					2				
Область спектральной чувствительности, мкм	1…3,5					1…3,5				
Максимум спектральной характеристики, мкм	2,6±0,2					2,6±0,2				
Динамическое сопротивление ф.ч.э., кОм	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7
Постоянная времени, с, не более	$3*10^{-5}$					$3*10^{-5}$				
Ток короткого замыкания ($T_{АЧТ}$=1273°К, Ф=0,04 Вт/см^2), мкА, не менее	-	70	60	-	25	-	50	60	45	25
Напряжение холостого хода ($T_{АЧТ}$=1273°К, Ф=0,04 Вт/см^2), мВ, не менее	-	35	55	-	25	-	35	75	80	35
№ рисунка	2-597					2-597				

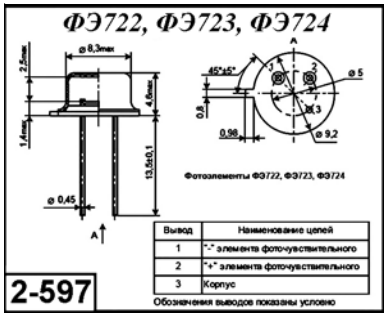


Рис. 2.4.9а. Внешний вид и габаритные размеры гальванических элементов серий ФЭ722, ФЭ723, ФЭ724..

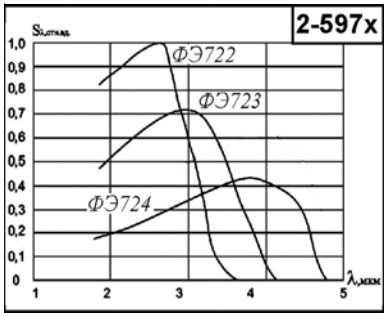


Рис. 2.4.9б. Относительные спектральные характеристики гальванических элементов серий ФЭ722, ФЭ723, ФЭ724.

2.4.1.8. Неохлаждаемые гальванические элементы ФЭ723-1А, ФЭ723-1Б, ФЭ723-1В, ФЭ723-1Г, ФЭ723-1Д, ФЭ723-2А, ФЭ723-2Б, ФЭ723-2В, ФЭ723-2Г, ФЭ723-2Д [$\Delta\lambda$=1…4,2 мкм, $\lambda_{макс}$=3,2 мкм]

Неохлаждаемые гальванические элементы серии ФЭ723, на основе тонких пленок соединений $A^{IV}B^{VI}$ и их твердых растворов. Выпускаются в стандартном, герметичном, металлостеклянном корпусе типа КТ-1 (Ж9,2х4,6. Масса 1,4 г.). Диапазон рабочих температур от -45 до +65° С.

Все приборы работают только в гальваническом режиме, т.е. не требуют источников питания.

Основные фотоэлектрические параметры гальванических элементов серии ФЭ723 приведены в табл. 2.4.8. Внешний вид , габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис.2.4.9а и 2.4.9б.

Таблица 2.4.8. Основные параметры неохлаждаемых гальванических элементов серии ФЭ723 при температуре 20±°5С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра									
	ФЭ723-1А	ФЭ723-1Б	ФЭ723-1В	ФЭ723-1Г	ФЭ723-1Д	ФЭ723-2А	ФЭ723-2Б	ФЭ723-2В	ФЭ723-2Г	ФЭ723-2Д
Эффективная площадь ф.ч.э., мм^2	1					2				
Область спектральной чувствительности, мкм	1…4,2					1…4,2				
Максимум спектральной характеристики, мкм	3,2±0,2					3,2±0,2				
Динамическое сопротивление ф.ч.э., кОм	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7
Постоянная времени, с, не более	$1{,}5*10^{-5}$					$1{,}5*10^{-5}$				
Ток короткого замыкания ($T_{АЧТ}$=1273°К, Ф=0,04 Вт/см^2), мкА, не менее	60	50	40	-	20	60	50	40	30	20
Напряжение холостого хода ($T_{АЧТ}$=1273°К, Ф=0,04 Вт/см^2), мВ, не менее	20	25	34	-	20	30	40	50	60	30
№ рисунка	2-597					2-597				

2.4.1.9. Неохлаждаемые гальванические элементы ФЭ724-1А,ФЭ724-1Б, ФЭ724-1В, ФЭ724-1Г, ФЭ724-1Д, ФЭ724-2А, ФЭ724-2Б, ФЭ724-2В, ФЭ724-2Г, ФЭ724-2Д [$\Delta\lambda$=1…4,7 мкм, $\lambda_{макс}$=3,7 мкм]

Неохлаждаемые гальванические элементы серии ФЭ724, на основе тонких пленок соединений $A^{IV}B^{VI}$ и их твердых растворов. Выпускаются в стандартном, герметичном, металлостеклянном корпусе типа КТ-1 (∅9,2 х 4 ,6.мм. Масса 1,4 г.). Диапазон рабочих температур от -45 до +65° С.

Все приборы работают только в гальваническом режиме, т.е. не требуют источников питания.

Основные фотоэлектрические параметры гальванических элементов серии ФЭ722 приведены в табл. 2.4.9. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис. 2.4.9а и 2.4.9б.

Таблица 2.4.9. Основные параметры неохлаждаемых гальванических элементов серии ФЭ724 при температуре 20±°5С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра									
	ФЭ724-1А	ФЭ724-1Б	ФЭ724-1В	ФЭ724-1Г	ФЭ724-1Д	ФЭ724-2А	ФЭ724-2Б	ФЭ724-2В	ФЭ724-2Г	ФЭ724-2Д
Эффективная площадь ф.ч.э., мм^2	1					2				
Область спектральной чувствительности, мкм	1…4,7					1…4,7				
Максимум спектральной характеристики, мкм	3,7±0,2					3,7±0,2				
Динамическое сопротивление ф.ч.э., кОм	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7
Постоянная времени, с, не более	$5*10^{-6}$					$5*10^{-6}$				
Ток короткого замыкания ($T_{АЧТ}$=1273°К, Ф=0,04 Вт/см^2), мкА, не менее	40	35	25	-	15	25	35	25	-	15
Напряжение холостого хода ($T_{АЧТ}$=1273°К, Ф=0,04 Вт/см^2), мВ, не менее	13	18	25	-	15	20	26	35	-	25
№ рисунка	2-597					2-597				

2.4.1.9д. Фотогальваномагнитный приемник ФМ-41 [$\Delta\lambda$=3,9...6,8 мкм, $\lambda_{макс}$=5,4...5,6 мкм]

Фотогальваномагнитный приемник ФМ-41 предназначен для регистрации излучения в диапазоне 3,9...6,8 мкм. Фоточувствительный элемент выполнен из антимонида индия.

Устройство фотогальваномагнитного приемника показано на рис. 2.4.9д. Фотогальваномагнитный приемник излучения, представляет собой пластину из полупроводникового материала, (например, из InSb) с контактами, помещенную в магнитное поле. При освещении поверхности пластины излучением, распространяющимся перпендикулярно направлению магнитного поля, в пластине возникает ЭДС в направлении, перпендикулярном направлению распространения света и направлению магнитного поля.

Фотоприемник не требует источника питания.

Основным достоинством фотогальваномагнитного приемника является возможность регистрации инфракрасного излучения в диапазоне до 6,8 мкм без дополнительного охлаждения ФЧЭ, при весьма малой инерционности, не превышающей 1 мкс.

Основные параметры фотогальваномагнитного приемника приведены в табл. 2.4.9д.

Недостатки: невысокое сопротивление фоточувствительного элемента (до 100 Ом) и невысокая чувствительность.

Область применения: научно-техническое оборудование и приборы.

Чувствительность фотогальваномагнитного приемника ограничивается параметрами исходного полупроводникового материала и качеством постоянного магнита. С применением иных материалов, например КРТ, и появлением новых типов магнитов (из сплавов: "неодим-железо-бор" или "самарий-кобальт"), параметры приемника могут быть существенно улучшены

Таблица 2.4.9д. Основные параметры фотоприемника ФМ-41 при температуре 20±°5С.

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Размер фоточувствительной площадки, мм	2,5 x 2,5
Область спектральной чувствительности, мкм	3,9...6,8
Максимум спектральной характеристики, мкм	5,4...5,6
Темновое сопротивление, Ом, не более	100
Постоянная времени, мкс, не более	1
Вольтовая чувствительность, (373К, 400, 1), В/Вт, не менее	0,3
Обнаружительная способность, (373К, 400,1), $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$	$2 * 10^8$
Диапазон рабочих температур, ^{0}С	20±10
Габаритные размеры без выводов , мм, не более	∅30 x 31
Масса, г, не более	350

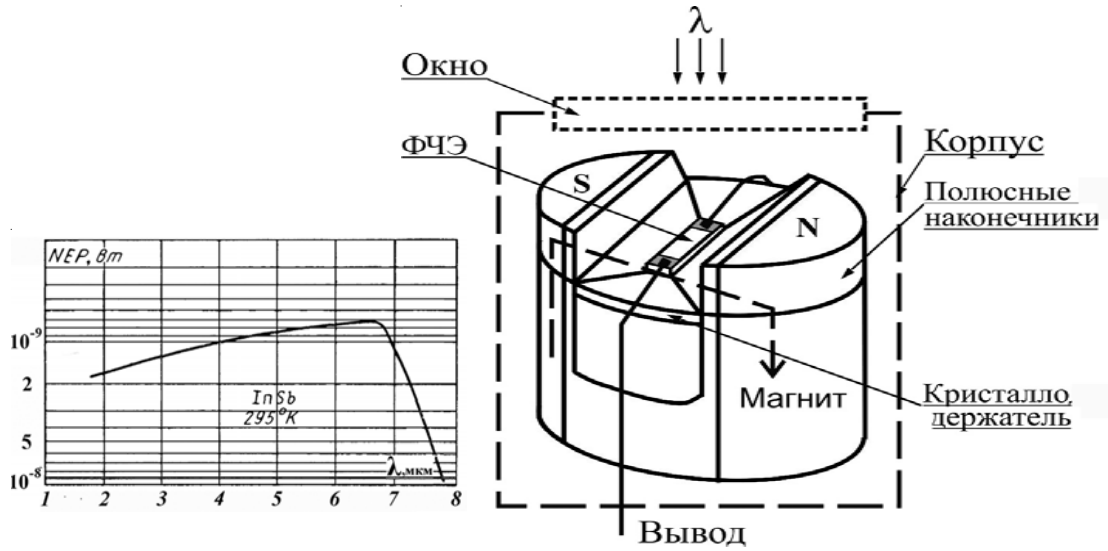


Рис. 2.4.9д. Устройство фотогальваномагнитного приемника ФМ-41 и его теоретическая спектральная характеристика.

2.4.1.10д. Фоторезистор PR43 для спектрального диапазона 0,5 мкм до 4.5 мкм.

Фоторезистор серии PR43 предназначен для детектирования излучения в диапазоне 1.0-4.5 мкм . Прибор функционирует в режиме фотопроводимости при напряжении смещения 5В. Фоторезистор имеет входное окно из кремния.

Основные параметры фоторезистора приведенв в табл. 2.4.10д.. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис. 2.4.10д, относительная спектральная характеристика на рис. 2.4.11д..

Основные области применения: диодно-лазерная спектроскопия газов и молекул, системы лазерной дальнометрии и локации в безопасном для органов зрения диапазоне спектра, мониторинг окружающей среды, медицина, дистанционное бесконтактное измерение температуры, регистрация продуктов горения и взрывов

Таблица 2.4.10д. Основные параметры фоторезистора PR43 при температуре 20±5°С

Тип прибора	АФЧЭ, мм	Δλ, мкм	λмакс (0,9), мкм	UР, В	SU, В/Вт, не менее	D*, Вт$^{-1}$•см•Гц^{0,5} (573К, 800 Гц, 1 Гц)	RТ, кОм	τ, с, не более	ΔТ, °С	Тип корпуса	Габаритные размеры корпуса, мм, [масса, г], не более	№ рис
PR43	2 x 2	0,5…4,5	3,8±0,1	5±1	350…1000	[5…10]*10^{8}	20…100	1,0*10^{-5}	-40…50	TO-5	∅9,4 x 4,4 [2]	2-616д

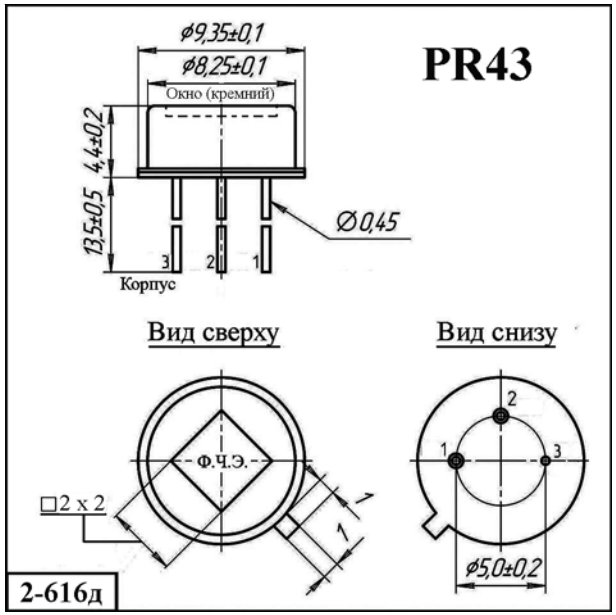


Рис. 2.4.10д. Внешний вид и габаритные размеры фоторезистора PR43.

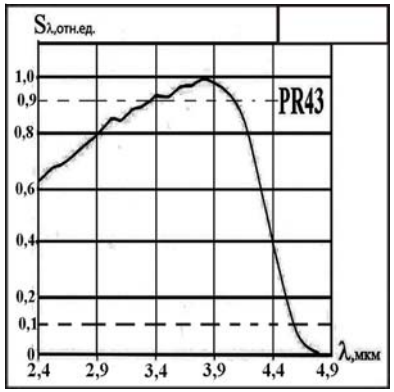


Рис. 2.4.11д. Относительная спектральная характеристика фоторезистора PR43..

2.4.2. Охлаждаемые фотоприемники

Способы охлаждения фоточувствительных элементов

Конструкция охлаждаемых фотоприемников определяется способом охлаждения фоточувствительного элемента. Наибольшее распространение для приборов широкого применения получили три способа охлаждения ф.ч.э.

1. При помощи термоэлектрического микроохладителя (ТЭО), в качестве которого используется элемент Пельтье.

2. При помощи жидких хладагентов, в качестве которых используются сжиженные газы (азот, кислород, гелий и др.).

3. При помощи сжатых газов (фреон, азот, кислород, водород, гелий) или их смеси.

Малоформатные фотоприёмники (содержащие от 1 до 4 ф.ч.э.), охлаждаемые при помощи термоэлектрических охладителей, как правило, размещаются в стандартных металлостеклянных корпусах. При этом фоточувствительный элемент размещается непосредственно на «холодной» плоскости ТЭО.

Термоэлектрические охладители способны снизить температуру фоточувствительного элемента на 30 – 40оК, относительно температуры окружающей среды. Рабочий ток ТЭО, в зависимости от конструкции и количества каскадов, составляет от 50 до 1000 мА при напряжении от 3 до 6В. Время выхода на рабочий режим от 1 до 10 мин. ТЭО - не допускают переполюсовки питания.

Многоэлементные фотоприёмники, как правило, используют многокаскадные ТЭО и размещаются в корпусах специальной конструкции.

При использовании термоэлектрических устройств для охлаждения ф.ч.э. необходимо обеспечить теплоотвод от «горячей» плоскости ТЭО.

Фотоприемники, охлаждаемые жидким хладагентом, имеют специальный объем для его размещения. Температура ф.ч.э. определяется видом хладагента. Наиболее часто в качестве хладагента используется – жидкий азот, с температурой кипения 77^{o}К. Время выхода на режим таких приборов составляет, не более 30 мин, время непрерывной работы при однократной заливке хладагентом может достигать 4 часов. Включение приборов в электрическую схему без охлаждения ф.ч.э. не допускается.

Конструкция фотоприемника, охлаждаемого газообразным хладагентом, имеют специальный объем для размещения дроссельного микрохолодильника (микротеплообменника) . Температура ф.ч.э. определяется видом используемого газа. Наиболее часто в качестве хладагента используется – жидкий азот, с температурой кипения 77^{o}К. Время выхода на режим таких приборов составляет от 1 до 10 мин, время непрерывной работы определяется способом подачи газа. Включение приборов в электрическую схему без охлаждения ф.ч.э. не допускается.

Охлаждаемые фотоприемники могут снабжаться датчиками температуры фоточуствительного элемента.

Входные окна охлаждаемых фотоприёмников, как правило, изготавливаются из лейкосапфира, просветленных германия и кремния или оптической керамики.

При выборе вариантов конструкции фотоприёмников необходимо учитывать, что при охлаждении ф.ч.э. их спектральная характеристика сдвигается вправо.

В табл. 2.4.10.-2.4.12. приводятся характеристики систем охлаждения приемников ИК-излучения. Внешний вид некоторых устройств, используемых для охлаждения фоточувствительных элементов приводится на рис.2.4.10 и 2.4.11.

Таблица 2.4.10. Сравнительные характеристики систем охлаждения ф.ч.э. приемников излучения

Тип	Вид	Температура ф.ч.э., °К	Холодопроизводительность, Вт	Потребляемая эл.мощность, Вт	Время выхода на режим, мин	Достоинства	Недостатки
Расходные	Жидкостные совмещенные			Не потребляет	0…15	Высокая надежность, малые масса и объем, низкое давление	Малое время работы, ограниченное объемом хладагента. Время в дежурном режиме ограничено скоростью испарения
	Жидкостные дистанционные	4,2…77	0,05…10		0,05…15	Высокая надежность, дистанционное охлаждение, малые масса и объем, простота теплоизоляции, низкое давление	
	Твердотельные	10…200	0,1…10		1…5	Высокая надежность, малые масса и объем.	
	Дроссельные однокаскадные	20…80	0,01…5		0,03…5	Дистанционное охлаждение, малые масса и объем собственно охладителя, простота теплоизоляции	Легко засоряются, высокие давление и скорости потока; малое времмя работы, ограниченное емкостью баллона. Используется только часть емкости из-за падения давления.
	Дроссельные многокаскадные	4,2…27	5…20	20…100	5…20	Возможность получения низких температур, дистанционное охлаждение, малые масса н объем охладителя, простота теплоизоляции.	
С замкнутым циклом	Дроссельные однокаскадные и многокаскадные	4,2…77	1…30	250…1000	1…30	Постоянная готовность, большое время работы, получение низких температур, малые объем и масса охладителя, простота теплоизоляции	Требуют высоконагруженных компрессоров высокого давления и малые ресурс и надежность, легко засоряются.
	Поршневые регенеративные расширительные машины	30…300	0,01…1,0	400…800	3…10	Постоянная готовность, большое время работы, низкое давление	Требуют надежных компрессоров, большой износ и постоянное трение в расширителе, большие утечки через. клапаны, низкая эффективность регенерации, микрофонный эффект
	Расширтельные регенеративные машины с вытеснителем	30…300	1…10	200…3000	5…10	Отсутствие клапанов, постоянная готовность, большое время работы, низкое давление	Большой износ и постоянное трение между поршнем, вытеснителем и цилиндром, малое сжатие, низкая эффективность регенерации, микрофонный эффект.
	Турбодетандеры	30…300	1,5…5	400…600	5…10		Большие скорости потока, жесткие требования к конструкции и технологии из-за высоких скоростей вращения.
Радиационные	Пассивные радиаторы	70…180	0,1…10	Не потребляет		Высокая надежность, возможность непрерывной работы	Большие размеры, длительное время выхода на режим.
Термоэлектрические	Однокаскадные	230…300	0,1…1	0,5…5	0,2…5	Высокая надежность, возможность непрерывной работы, малые масса и объем	Сравнительно высокие температуры.
	Многокаскадные	130…250	0,01…0,2	1…100			Сравнительно высокие температуры, малая холодопроизводительность.

Табл. 2.4.11. Основные параметры дроссельных микротеплообменников (МТО)

Наименование	Посадочные размеры: D x L, мм	Компенсируемая тепловая нагрузка Q, Вт
Микротеплообменники для замкнутых дроссельных систем с дросселем постоянного сечения		
КВО.1732.000	6,15x53	до 1,2
КВО.1753.000	10x100	до 2
КВО.1770.000	12,2x99	до 3
Микротеплообменники с регулятором постоянного давления для замкнутых дроссельных систем		
КВО.1796.000	6,3x53	до 1,0
КВО.7810.000	9,07x68	до 1,8
КВО.1799.000	12,2x99	до 3
Микротеплообменники саморегулирующиеся для разомкнутых дроссельных систем		
КВО.1789.000	6,0x53	до 1,0
КВО.7812.000	6,1x70	до 2,0
КВО.7813.000	6,0x80	до 2,5
КВО.7813.000-0,1	6,0x100	
КВО.3103.000	20x200,2	до 25

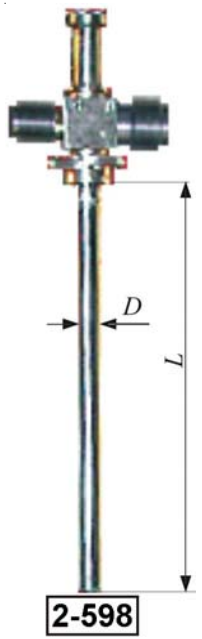


Рис 4.1.10. Внешний вид дроссельного микротеплообменника.

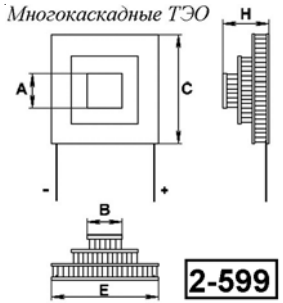


Рис 2.4.11. Внешний вид многокаскадного термоохладителя.

Табл. 2.4.12. Основные параметры многокаскадных термоохладителей.

Номер модели	Горячая сторона T_h=25°C				Холодная сторона, мм		Горячая сторона, мм		Высота, H, мм
	I_{max}, A	U_{max}, В	Q_{max}, Вт	ΔT_{max}, °C	A	B	C	E	
2OTT-10-1.1-1.3	1,3	0,8	0,36	87	3	3	3,9	3,9	3,8
2OTT-9-1.1-1.6	1,6	0,86	0,3	92	3	3	3,9	3,9	3,8
2OTT-21-1.4-1.4	1,4	1,8	0,6	97	3,9	3,9	6,6	6,6	4,3
2OTT-24-1.3-1.45	1,45	1,95	0,95	86	4,1	4,1	6,1	6,1	4,3
2OTT-65-1.3-1.1	1,1	5	2,1	87	8,8	6,6	11	9,9	4,2
2OTT-46-1.6-2.1	2,1	3,5	2,9	87	11,2	9,2	14,4	14,4	6,8
2OTT-102-1.6-4.6	4,6	7,8	13,4	86	19,6	19,6	30	30	7,5
2OTT-132-1.6-8.6	8,6	10,8	28,9	90	24	20	40	40	8,3
3OTT-26-1.1-1.35	1,35	1,95	0,34	109	2,5	2,5	6,6	6,6	5,5
3OTT-46-1.3-1.35	1,35	3,45	0,63	109	4,1	4,4	8,8	8,8	6
3OTT-94-1.3-0.9	0,9	7,5	0,9	111	4,6	4,6	11,6	11,3	6
6OTT-163-2.0-2.6	2,6	10,8	0,5	140	6	6	30	30	24

Сокращения:

I_{max} - ток ТЭ охладителя, при котором достигается ΔT_{max}

U_{max} - напряжение ТЭ охладителя при ΔT_{max}

ΔT_{max} - максимально достижимый перепад температур ТЭ охладителя

Q_{max} - максимальная холодопроизводительность ТЭ охладителя при ($I=I_{max}$,$\Delta T=0$)

2.4.2.1. Охлаждаемые фоторезисторы ФР1-1/13, ФР225, ФР225-01, ФР225-02, ФР225-03, ФР622-0,1-Т, ФР622-0,5-Т, ФР622-1-Т, ФР622-2-Т, ФР622-3-Т, ФР623-0,1-Т, ФР623-0,5-Т, ФР623-1-Т, ФР623-2-Т, ФР623-3-Т, ФР624-0,1-Т, ФР624-0,5-Т, ФР624-1-Т, ФР624-2-Т, ФР624-3-Т, ФР-127А, ФР-127Б, ФСВ-18АА, ФСВ-19АА, УФУР02, ФР-199, ФРОЕС-131

[$\Delta\lambda$=0,4…4,5 мкм, $\lambda_{макс}$=2,2...4 мкм]

Фоточувствительные элементы фоторезисторов изготовлены на основе сульфида и селенида свинца, и тонких пленок др. соединений п/п материалов типа $A^{IV}B^{VI}$. Для охлаждения большинства ф.ч.э. используются термоэлектрические охладители (ТЭО). Фоторезисторы ФР1-1/13 и УФУР02 снабжены датчиком температуры. Фоторезистор ФР-199 имеет до 10 элементов.

Фоторезисторы ФСВ-18АА, ФСВ-19АА и ФР-199-охлаждаются жидким азотом. Время выхода на режим не более 30 мин, время непрерывной работы при однократной заливке хладагентом, до 2 ч.

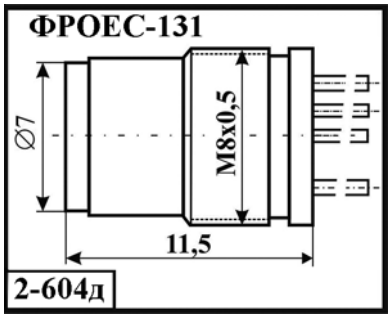
Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов на основе PbS и PbSe приведены в табл. 2.4.13. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис.2.4.12 и 2.4.12д.

Таблица 2.4.13. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов на основе PbS и PbSe при температуре 20±°5С.

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм	2β, град, не менее	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В [Рмакс, мВт, не более]	$R_Т$, МОм	τ, с, не более	$S_{инт}$, В/Вт, (573^0К, 400 Гц) не менее	$D^*_{\lambda max}$, см*Гц$^{1/2}$* Вт$^{-1}$, не менее	ΔТ, °С	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФР1-1/13	1,3 x 1,3	-	0,4...3,6	2,65	12	0,13…0,65	$(2,5 – 3,5)*10^{-4}$	$(2,0-6,0)10^4$	$(4-9)x10^5$	-60…+60	∅40 x 23,5	2-600
ФР1-1/13 с фильтром	1,3 x 1,3	-	1,1...3,6									
ФР224	3 x 3	-	0,7-3,2	2,2...2,5	50	3	$1*10^{-3}$	$1,5*10^5$	$1*10^{11}$	-60…+60	∅9,3 x 7 [3]	2-605
ФР224-01	2 x 2							$2,5*10^5$				
ФР224-02	1 x 1							$6,7*10^5$				
ФР224-03	0,5 x 0,5							$1,3*10^6$				
ФР622-0,1-Т	0,1x0,1	-	1,6…3,7	3±0,2	0,5±0,1	0,1…0,75	$5*10^{-5}$	$1*10^5$	$4*10^{10}$	-45…+45	∅9,5 x 6,6 [1,4]	2-601
ФР622-0,5-Т	0,5x0,5				1±0,2			$2*10^4$				
ФР622-1-Т	1 x 1				5±0,1			$1*10^4$				
ФР622-2-Т	2x2				5±0,1			$5*10^3$				
ФР622-3-Т	3x3				5±0,1			$3*10^3$				
ФР623-0,1-Т	0,1x0,1	-	2,6…4,5	3,5±0,2	0,5±0,1	0,04…0,5	$3*10^{-5}$	$7*10^4$	$3*10^{10}$	-45…+45	∅9,5 x 6,6 [1,4]	2-601
ФР623-0,5-Т	0,5x0,5				1±0,2			$1,5*10^4$				
ФР623-1-Т	1 x 1				5±0,1			$7*10^3$				

Продолжение таблицы 2.4.13. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов на основе PbS и PbSe при температуре 20±°5С.

Тип прибора	Аφчэ, мм	2β, град, не менее	Δλ, мкм	λмакс, мкм	Uр, В [Рмакс, мВт, не более]	Rт, МОм	τ, с, не более	Sинт, В/Вт, (573°К, 400 Гц) не менее	D*λmax, см*Гц$^{1/2}$* Вт$^{-1}$, не менее	ΔТ, °С	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФР623-2-Т	2х2				5±0,1	0,05…0,2	$3*10^{-5}$	$3,5*10^{3}$	$3*10^{10}$			
ФР623-3-Т	3х3				5±0,1	0,04…0,5	$3*10^{-5}$	$2*10^{3}$	$3*10^{10}$			
ФР624-0,1-Т	0,1х0,1				0,5±0,1	0,02…0,4	$1*10^{-5}$	$6*10^{4}$	$2*10^{10}$			
ФР624-0,5-Т	0,5х0,5	-	2,6…4,5	3,5±0,2	1±0,2	0,02…0,4	$1*10^{-5}$	$1,1*10^{4}$	$2*10^{10}$	-45…+45	∅9,5 х 6,6 [1,4]	2-601
ФР624-1-Т	1 х 1				5±0,1	0,02…0,4	$1*10^{-5}$	$5,5*10^{3}$	$2*10^{10}$			
ФР624-2-Т	2х2				5±0,1	0,03…0,12	$1*10^{-5}$	$2,7*10^{3}$	$2*10^{10}$			
ФР624-3-Т	3х3				5±0,1	0,02…0,4	$1*10^{-5}$	$1,8*10^{3}$	$2*10^{10}$			
ФР-127А	0,25 мм^2	-	3,0…4,8 [3,7]	10	0,2…3,5	$1,5*10^{-5}$	3000 (λ_{max})	$1*10^{9}$	-	-50…+50	∅8 х 9,5 [4]	2-601д
ФР-127Б			2,6…4,8 [3,7]									
ФСВ-18АА	4 х 4	70	1…3,6	2,8...3,0	25 [1]	до 15	$5*10^{-3}$	$2*10^{3}$	$2,4*10^{8}$ (573°К)	-50…+50	∅95 х 220 [500]	2-602
ФСВ-19АА	6 х 2					до 25			$2,1*10^{8}$ (573°К)			
УФУР02	1 х 1	-	0,8…3	30	-	-	$5*10^{-5}$	$2*10^{4}$	$3*10^{10}$	-	∅28 х 21	2-603
ФР-199	0,5х0,5 до 10 эл.	-	1…3,6	2,5…2,8	до 100	0,5…30	$(1…5)*10^{-5}$	$4*10^{4}$	$2*10^{10}$	-80…+50	∅33х 102 [60]	2-604
ФРОЕС-131	2,6 х 2,6		2,5…4,4	3,5…4	24	3,5	$3*10^{-3}$	-	$5*10^{8}$ (573°К)	-	∅8 х 11,5[2]	2-604д



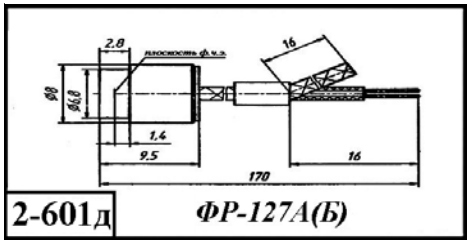


Рис. 2.4.12д. Внешний вид и габаритные размеры охлаждаемых фоторезисторов ФР-127 и ФРОЕС-131. (PbSe).

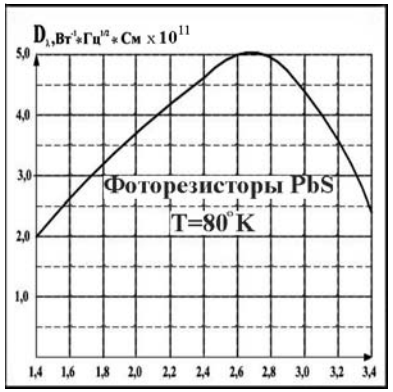


Рис. 2.4.12д1. Типовая спектральная характеристика фоторезистов на основе PbS при температуре 80К.

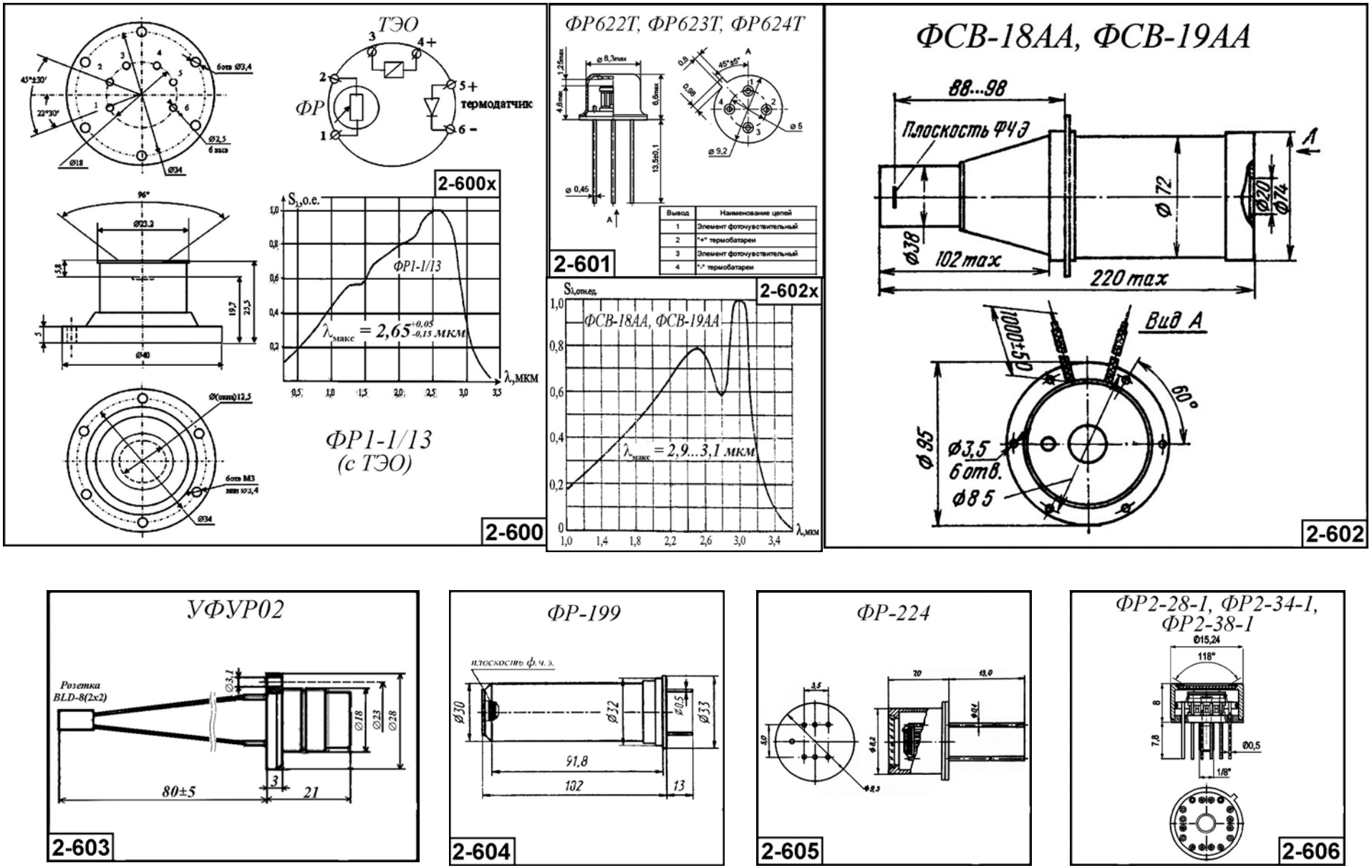


Рис. 2.4.12. Внешний вид и габаритные размеры охлаждаемых фоторезисторов на основе PbS и PbSe .

2.4.2.2. Охлаждаемые фоторезисторы ФР2-28-1-1,5х1,15, ФР2-28-1-2х2, ФР2-28-1-3х3 [$\Delta\lambda$=1…3,8 мкм, $\lambda_{макс}$=3,0 мкм]

Фоточувствительные элементы серии ФР2-28-Х изготовлены на основе тонких пленок соединений $A^{IV}B^{VI}$. Для охлаждения ф.ч.э. используются термоэлектрические охладители (ТЭО). Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов серии ФР2-28-Х приведены в табл. 2.4.14. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис. 2.4.12.

Таблица 2.4.14. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов серии ФР2-28-Х при температуре 20±°5С.

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм	$\Delta\lambda$, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$R_Т$, МОм, не менее	τ, с, не более	$S_{\lambda макс}$, В/Вт, не менее	D*, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	$D^*_{\lambda макс}$, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	ΔT, °С	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФР2-28-1-1,5х1,15	1,5х1,5	1,0…3,8	3,0±0,2	3	0,05…1,0	$(1-3)*10^{-4}$	$(0,6-1,3)*10^5$	$(2,5-4)*10^9$	$(5-8)*10^{10}$	-50…+60	∅15,2х8	2-606
ФР2-28-1-2х2	2х2			5								
ФР2-28-1-3х3	3 х 3			8								

2.4.2.3. Охлаждаемые фоторезисторы ФР2-34-1-1,5х1,15, ФР2-34-1-2х2, ФР2-34-1-3х3, ФР2-38-1-1,5х1,15, ФР2-38-1-2х2, ФР2-38-1-3х3 [$\Delta\lambda$=1…4,2 мкм, $\lambda_{макс}$=3,6 мкм]

Фоточувствительные элементы серий ФР2-28-Х и ФР2-38-Х изготовлены на основе тонких пленок соединений $A^{IV}B^{VI}$. Для охлаждения ф.ч.э. используются термоэлектрические охладители (ТЭО). Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов серий ФР2-28-Х и ФР2-38-Х приведены в табл. 2.4.15. Внешний вид и габаритные размеры приборов показаны на рис. 2.4.12.

Таблица 2.4.15. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов серии ФР2-28-Х при температуре 20±°5С.

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм	$\Delta\lambda$, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	$U_Р$, В	$R_Т$, МОм, не менее	τ, с, не более	$S_{\lambda макс}$, В/Вт, не менее	D*, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	$D^*_{\lambda макс}$, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	ΔT, °С	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФР2-34-1-1,5х1,15	1,5х1,5	1,0…4,2	3,6±0,2	3	0,03…0,4	$(6-10)*10^{-5}$	$(4-8)*10^4$	$(2,5-4)*10^9$	$(0,3-4,8)*10^{10}$	-40…+55	∅15,2х8	2-606
ФР2-34-1-2х2	2х2			5								
ФР2-34-1-3х3	3 х 3			8								
ФР2-38-1-1,5х1,15	1,5х1,5	1,0…4,2	3,6±0,2	3	0,03…0,3	$(2,5-8)*10^{-5}$	$(1,5-5,5)*10^4$	$(2-3)*10^9$	$(1-1,5)*10^{10}$	-40…+55	∅15,2х8	2-606
ФР2-38-1-2х2	2х2			5								
ФР2-38-1-3х3	3 х 3			8								

2.4.2.4. Охлаждаемые фотоприемники ФЭ722-Т1А, ФЭ722-Т1Б, ФЭ722-Т1В, ФЭ722-Т1Г, ФЭ722-Т1Д, ФЭ722-Т2А, ФЭ722-Т2Б, ФЭ722-Т2В, ФЭ722-Т2Г, ФЭ722-Т2Д [$\Delta\lambda$=1…3,7 мкм, $\lambda_{макс}$=2,8 мкм]

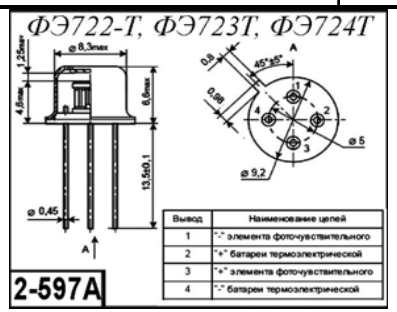
Охлаждаемые гальванические элементы серии ФЭ722Т-Х, на основе тонких пленок соединений AIVBVI и их твердых растворов. Снабжены однокаскадным термоэлектрическими охладителями. Напряжение питания ТЭО до 1,2 В, при токе охладителя 0,4±0,08А. . Все приборы работают только в гальваническом режиме, т.е. не требуют источников питания

Фотоприемники выполнены в стандартном герметичном металлостеклянном корпусе (КТ-1, ∅9,5 х 6,6 мм) с прозрачным входным окном. Масса прибора, не более 3 г. Диапазон рабочих температур от -45 до +65оС.

Основные фотоэлектрические параметры фотоэлементов приведены в табл. 2.4.16. Внешний вид и габаритные размеры на рис.2.4.13.

Таблица 2.4.16. Основные параметры охлаждаемых фотоприемников ФЭ722-Т1 и ФЭ722-Т2 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра									
	ФЭ722-Т1А	ФЭ722-Т1Б	ФЭ722-Т1В	ФЭ722-Т1Г	ФЭ722-Т1Д	ФЭ722-Т2А	ФЭ722-Т2Б	ФЭ722-Т2В	ФЭ722-Т2Г	ФЭ722-Т2Д
Эффективная площвдь ф.ч.э., мм^2	1,0					2,0				
Область спектральной чувствительности, мкм	1…3,7					1…3,7				
Максимум спектральной характеристики, мкм	2,8±0,2					2,8±0,2				
Динамическое сопротивление ф.ч.э., кОм	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7
Постоянная времени, с, не более	$5*10^{-5}$					$5*10^{-5}$				
Ток короткого замыкания (ТАЧТ=1273°К), мкА, не менее	-	-	90	70	35	-	-	90	70	35
Напряжение холостого хода ($T_{АЧТ}$=1273°К), мВ, не менее	-	-	150	170	75	-	-	220	250	100
№ рисунка	2-597А					2-597А				



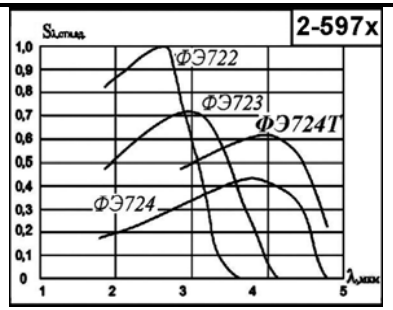


Рис. 2.4.13. Внешний вид и габаритные размеры и относительная спектральная характеристика гальванических элементов серий ФЭ722Т, ФЭ723Т, ФЭ724Т.

2.4.2.5. Охлаждаемые фотоприемники ФЭ723-Т1А, ФЭ723-Т1Б, ФЭ723-Т1В, ФЭ723-Т1Г, ФЭ723-Т1Д, ФЭ723-Т2А, ФЭ723-Т2Б, ФЭ723-Т2В, ФЭ723-Т2Г, ФЭ723-Т2Д [$\Delta\lambda$=1…4,5 мкм, $\lambda_{макс}$=3,5 мкм]

Охлаждаемые гальванические элементы серии ФЭ723Т-Х, на основе тонких пленок соединений $A^{IV}B^{VI}$ и их твердых растворов. Снабжены однокаскадным термоэлектрическими охладителями. Ток питания термоэлектрического охладителя 0,4±0,08А. Напряжение питания ТЭО до 1,2 В. Все приборы работают только в гальваническом режиме, т.е. не требуют источников питания

Фотоприемники выполнены в стандартном герметичном металлостеклянном корпусе (КТ-1, ∅9,5 х 6,6 мм) с прозрачным входным окном. Масса прибора, не более 3 г. Диапазон рабочих температур от -45 до +65оС.

Основные фотоэлектрические параметры фотоэлементов приведены в табл. 2.4.17. Внешний вид и габаритные размеры на рис.2.4.13.

Таблица 2.4.17. Основные параметры охлаждаемых фотоприемников ФЭ723-Т1 и ФЭ723-Т2 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра									
	ФЭ723-Т1А	ФЭ723-Т1Б	ФЭ723-Т1В	ФЭ723-Т1Г	ФЭ723-Т1Д	ФЭ723-Т2А	ФЭ723-Т2Б	ФЭ723-Т2В	ФЭ723-Т2Г	ФЭ723-Т2Д
Эффективная площадь ф.ч.э., мм^2	1					2				
Область спектральной чувствительности, мкм	1…4,5					1…4,5				
Максимум спектральной характеристики, мкм	3,5±0,2					3,5±0,2				
Динамическое сопротивление ф.ч.э., кОм,	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7
Постоянная времени, с, не более	$3*10^{-5}$					$3*10^{-5}$				
Ток короткого замыкания ($T_{АЧТ}$=1273°К, Ф=0,04 Вт/см^2), мкА, не менее	-	75	60	45	30	-	75	60	45	30
Напряжение холостого хода ($T_{АЧТ}$=1273°К, Ф=0,04 Вт/см^2), мВ, не менее	-	75	100	120	60	-	120	150	180	90
№ рисунка	2-597А					2-597А				

2.4.2.6. Охлаждаемые фотоприемники ФЭ724-Т1А, ФЭ724-Т1Б, ФЭ724-Т1В, ФЭ724-Т1Г, ФЭ724-Т1Д, ФЭ724-Т2А, ФЭ724-Т2Б, ФЭ724-Т2В, ФЭ724-Т2Г, ФЭ724-Т2Д [$\Delta\lambda$=1…4,9 мкм, $\lambda_{макс}$=3,9 мкм]

Охлаждаемые гальванические элементы серии ФЭ724Т-Х, на основе тонких пленок соединений $A^{IV}B^{VI}$ и их твердых растворов. Снабжены однокаскадным термоэлектрическими охладителями. Ток питания термоэлектрического охладителя 0,4±0,08А. Напряжение питания ТЭО до 1,2 В. Все приборы работают только в гальваническом режиме, т.е. не требуют источников питания

Фотоприемники выполнены в стандартном герметичном металлостеклянном корпусе (КТ-1, ∅9,5х6,6 мм) с прозрачным входным окном. Масса прибора, не более 3 г. Диапазон рабочих температур от -45 до +65оС.

Основные фотоэлектрические параметры фотоэлементов приведены в табл. 2.4.18. Внешний вид и габаритные размеры на рис.2.4.13.

Таблица 2.4.18. Основные параметры охлаждаемых фотоприемников ФЭ724-Т1 и ФЭ724-Т2 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра									
	ФЭ724-Т1А	ФЭ724-Т1Б	ФЭ724-Т1В	ФЭ724-Т1Г	ФЭ724-Т1Д	ФЭ724-Т2А	ФЭ724-Т2Б	ФЭ724-Т2В	ФЭ724-Т2Г	ФЭ724-Т2Д
Эффективная площадь ф.ч.э., мм^2	1					2				
Область спектральной чувствительности, мкм	1…4,9					1…4,9				
Максимум спектральной характеристики, мкм	3,9±0,2					3,9±0,2				
Динамическое сопротивление ф.ч.э., кОм	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7	<1	1…1,5	1,5…3	3…7	0,5…7
Постоянная времени, с, не более	$1*10^{-5}$					$1*10^{-5}$				
Ток короткого замыкания ($T_{АЧТ}$=1273°К, Ф=0,04 Вт/см^2), мкА, не менее	-	50	40	30	27	60	50	40	30	27
Напряжение холостого хода ($T_{АЧТ}$=1273°К, Ф=0,04 Вт/см^2), мВ, не менее	-	55	75	80	45	60	75	100	120	75
№ рисунка	2-597А					2-597А				

2.4.2.7. Охлаждаемые фоторезисторы ФР194-01, ФР194-11, ФР194-15, ФР194-17, ФР194-19, ФР195-01, ФР195-11, ФР195-15, ФР195-17,ФР195-19 [$\Delta\lambda$=3…5 мкм, $\lambda_{макс}$=4 мкм]

Охлаждаемые фоторезисторы серий ФР194-Х и ФР195-Х реализованы с использованием фоточувствительных элементов из соединения «кадмий - ртуть – теллур». Рабочий спектральный диапазон 3…5 мкм, при $\lambda_{макс}$=4 мкм.

Фоточувствительные элементы приборов размещены внутри сосуда Дьюара с входным окном из просветленного германия. Сосуды имеют специальную полость для жидкого азота и помещены в защитный металлический корпус. Охлаждение ф.ч.э. до 80°К осуществляется заливкой жидкого азота. Время выхода на режим, не более 1 мин. Время работы прибора при однократной заливке составляет, не менее 2 часов. Диапазон рабочих температур от -45 до +40°С. Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения (80°К) не допускается.

Основные фотоэлектрические параметры фоторезисторов приведены в табл. 2.4.19. Внешний вид и габаритные размеры на рис.2.4.14. и 2.4.15.

Таблица 2.4.19. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов серий ФР194-Х и ФР195-Х при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/ Норма параметра									
	ФР194-01	**ФР194-11**	**ФР194-15**	**ФР194-17**	**ФР194-19**	**ФР195-01**	**ФР195-11**	**ФР195-15**	**ФР195-17**	**ФР195-19**
Размеры фоточувствительного элемента, мм	5 x 5	0,3 x 0,15	0,1 x 0,1	0,1 x 0,05	0,075 x 0,075	5 x 5	0,3 x 0,15	0,1 x 0,1	0,1 x 0,05	0,075 x 0,075
Число элементов, шт.	1									
Темновое сопротивление, Ом, не менее	80									
Рабочее напряжение, В	0,1 …1,5									
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее	$3*10^2$	$1*10^4$	$2*10^4$	$2*10^4$	$5*10^4$	$3*10^2$	$1*10^4$	$2*10^4$	$2*10^4$	$5*10^4$
Постоянная времени, с, не более	$3*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$3*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	∅80x134					∅80x127				
№ рисунка	2-607					2-608				

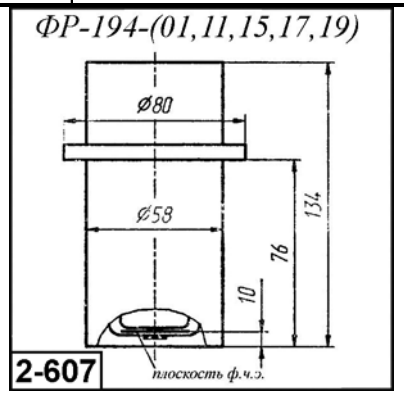
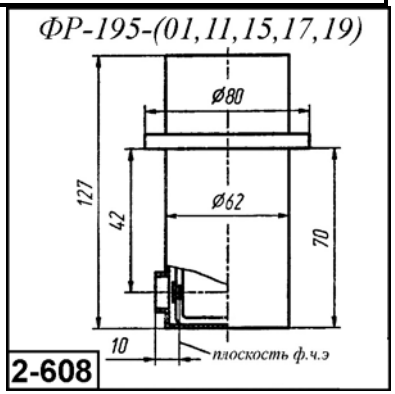


Рис. 2.4.14. Внешний вид и габаритные размеры фоторезисторов серии ФР194-Х.

Рис. 2.4.15. Внешний вид и габаритные размеры фоторезисторов серии ФР195-Х.



2.4.2.8. Охлаждаемые фоторезисторы ФР194М-03, ФР194М-05, ФР194М-07, ФР194М-09, ФР194М-13, ФР195М-03, ФР195М-05, ФР195М-07, ФР195М-09, ФР195М-13 [$\Delta\lambda$=3…5 мкм, $\lambda_{макс}$=4 мкм]

Охлаждаемые фоторезисторы серий ФР194М-Х и ФР195М-Х реализованы с использованием фоточувствительных элементов из соединения «кадмий - ртуть – теллур». Рабочий спектральный диапазон 3…5 мкм, при $\lambda_{макс}$=4 мкм.

Фоточувствительные элементы приборов размещены внутри сосуда Дьюара с входным окном из просветленного германия. Сосуды имеют специальную полость для жидкого азота и помещены в защитный металлический корпус. Охлаждение ф.ч.э. до 80°К осуществляется заливкой жидкого азота. Время выхода на режим, не более 1 мин. Время работы прибора при однократной заливке составляет, не менее 2 часов. Диапазон рабочих температур от -45 до +40°С. Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения (80°К) не допускается.

Основные фотоэлектрические параметры фоторезисторов приведены в табл. 2.4.20. Внешний вид и габаритные размеры на рис.2.4.16. и 2.4.17.

Таблица 2.4.20. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов серий ФР194М-Х и ФР195М-Х при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора									
	ФР194М-03	ФР194М-05	ФР194М-07	ФР194М-09	ФР194М-13	ФР195М-03	ФР195М-05	ФР195М-07	ФР195М-09	ФР195М-13
Размеры фоточувствительного элемента, мм	от 0,1 х 0,1 до 5 х 5 мм									
Число элементов, шт.	2	3	4	2 х 2	5	2	3	4	2 х 2	5
Темновое сопротивление, Ом, не менее	80									
Рабочее напряжение, В	0,1 …1,5									
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее	$5*10^2$	$1*10^3$	$5*10^3$	$5*10^3$	$1*10^4$	$5*10^2$	$1*10^3$	$5*10^3$	$5*10^3$	$1*10^4$
Постоянная времени, с, не более	$3*10^{-6}$	$3*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$3*10^{-6}$	$3*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	∅80х134					∅80х127				
№ рисунка	2-609					2-610				

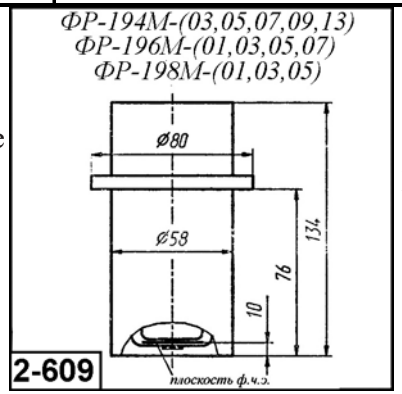


Рис. 2.4.16. Внешний вид и габаритные размеры фоторезисторов серии ФР194М-Х, ФР196М-Х,ФР198М-Х.

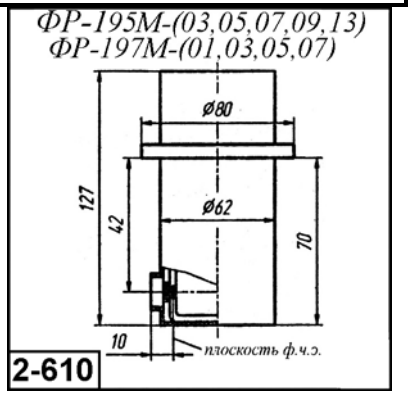


Рис. 2.4.17. Внешний вид и габаритные размеры фоторезисторов серии ФР195М-Х, ФР197М-Х..

2.4.2.9. Охлаждаемые фоторезисторы ФР196М-01, ФР196М-03, ФР196М-05, ФР196М-07, ФР197М-01, ФР197М-03, ФР197М-05, ФР197М-07, ФР198М-01, ФР198М-03, ФР198М-05 [$\Delta\lambda$=3…5 мкм, $\lambda_{макс}$=4 мкм]

Охлаждаемые фоторезисторы серий ФР196М-Х, ФР197М-Х и ФР198М-Х реализованы с использованием фоточувствительных элементов из соединения «кадмий - ртуть – теллур». Рабочий спектральный диапазон 3…5 мкм, при $\lambda_{макс}$=4 мкм.

Фоточувствительные элементы приборов размещены внутри сосуда Дьюара с входным окном из просветленного германия. Сосуды имеют специальную полость для жидкого азота и помещены в защитный металлический корпус. Охлаждение ф.ч.э. до 80°К осуществляется заливкой жидкого азота. Время выхода на режим, не более 1 мин. Время работы прибора при однократной заливке составляет, не менее 2 часов. Диапазон рабочих температур от -45 до +40°С.

Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения (80°К) не допускается.

Основные фотоэлектрические параметры фоторезисторов приведены в табл. 2.4.21. Внешний вид и габаритные размеры на рис. 2.4.16. и 2.4.17.

Таблица 2.4.21. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов серий ФР196М-Х, ФР197М-Х и ФР198М-Х при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора										
	ФР196М-01	ФР196М-03	ФР196М-05	ФР196М-07	ФР197М-01	ФР197М-03	ФР197М-05	ФР197М-07	ФР198М-01	ФР198М-03	ФР198М-05
Размеры фоточувствительного элемента, мм	от 0,1 х 0,1 до 5 х 5 мм										
Число элементов, шт.	6	10	5	10	6	10	5	10	32	32	2 х 16
Рабочее напряжение, В	0,1 …1,5										
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее	$2*10^3$	$1*10^4$	$5*10^4$	$5*10^4$	$2*10^3$	$1*10^4$	$5*10^4$	$5*10^4$	$1*10^4$	$5*10^4$	$5*10^4$
Постоянная времени, с, не более	$3*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$3*10^{-6}$	$3*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	$1*10^{-6}$
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	∅80х134				∅80х127				∅80х134		
№ рисунка	2-609				2-610				2-609		

2.4.2.10. Охлаждаемые фоторезисторы ФРО-41, ФРО-146, ФРО-148, ФС-17ДА [$\Delta\lambda$=2,2…5,9 мкм, $\lambda_{макс}$=5,1…5,4 мкм]

Охлаждаемые фоторезисторы ФРО-41, ФРО-146, ФРО-148, ФС-17ДА изотовлены с использованием фоточувствительных элементов из антимонида индия. Рабочий спектральный диапазон 2,2…5,9 мкм.

Фоточувствительные элементы приборов размещены внутри сосуда Дьюара с входным окном из просветленного лейкосапфира. Сосуды имеют специальную полость для жидкого азота и помещены в защитный металлический корпус. Охлаждение ф.ч.э. до 80°К осуществляется заливкой жидкого азота. Время выхода на режим, не более 20 мин. Время работы прибора при однократной заливке составляет до 1,5 часов.

Фоторезисторы ФРО-41 и ФРО-146 имеет по два фоточувствительных элемента. Фоторезистор ФС-17ДА снабжён встроенным термодатчиком, используемым в качестве датчика уровня жидкого азота. Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения (80°К) не допускается.

Основные параметры фоторезисторов приведены в табл. 2.4.22. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.18-2.4.22.

Таблица 2.4.22. Основные параметры фоторезисторов ФРО-41, ФРО-146, ФРО-148, ФС-17ДА при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора / Норма параметра			
	ФРО-41	ФРО-146	ФРО-148	ФС-17ДА
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,6 x 0,6	0,6 x 0,6	0,3 x 0,3	0,1 x 0,1
Число элементов, шт.	2	2	1	1
Угол зрения, град, не менее	60	60	60	45
Область спектральной чувствительности, мкм	4,8…5,9	2,2…5,9	2,2…5,9	2,2…5,9
Максимум спектральной характеристики, мкм	5,2…5,4	5,1…5,4	5,1…5,4	5,1…5,4
Рабочее напряжение, В	1…3	1…3	1…3	0,1…0,6
Темновое сопротивление, кОм	2…20	2…20	20	1…100
Вольтовая чувствительность (температура источника излучения), В/Вт, не менее	2000 (500°К)	2000 (500°К)	8000 (373°К)	50000 (373°К)
Обнаружительная способность, (температура источника излучения), $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$	$5 * 10^9$ (500°К)	$5 * 10^9$ (500°К)	$5 * 10^9$ (373°К)	$5 * 10^9$ (373°К)
Коэффициент фотоэлектрической связи, %, не более	100	100	-	-
Постоянная времени, с, не более	$1,5*10^{-5}$	$1,5*10^{-5}$	$5*10^{-5}$	$2*10^{-6}$
Диапазон рабочих температур, °С	25±5	25±5	-50…+50	-50…+50
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	∅56x180	∅56x190	∅56x190	∅62x104
Масса, г, не более	400	400	400	400
№ рисунка	2-611	2-612	2-613	2-614

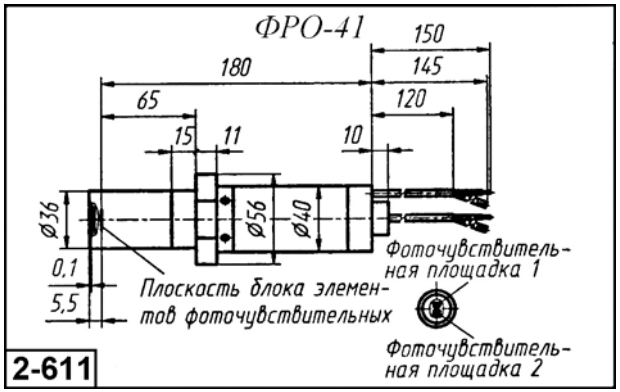


Рис. 2.4.18. Внешний вид и габаритные размеры фоторезистора ФРО-41.

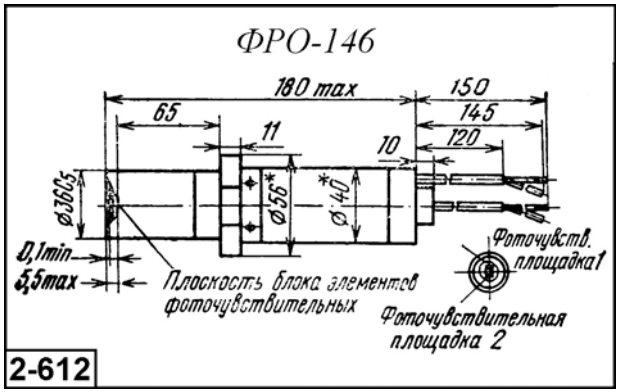


Рис. 2.4.19. Внешний вид и габаритные размеры фоторезистора ФРО-146.

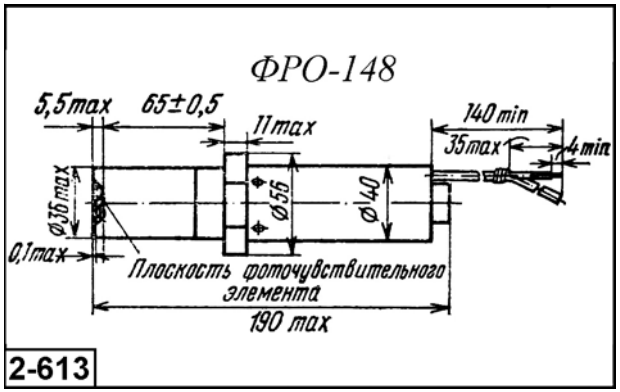


Рис. 2.4.20. Внешний вид и габаритные размеры фоторезистора ФРО-149.

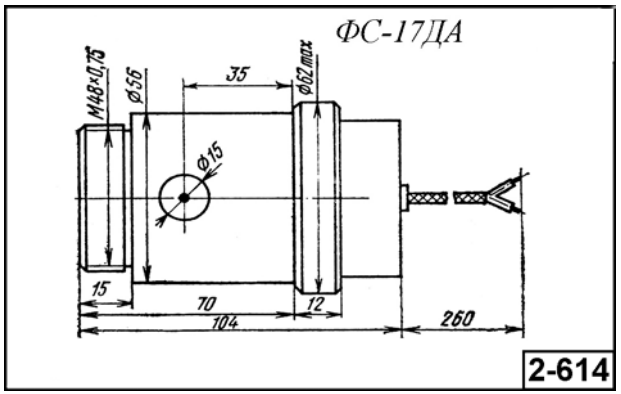


Рис. 2.4.21. Внешний вид и габаритные размеры фоторезистора ФС-17ДА.

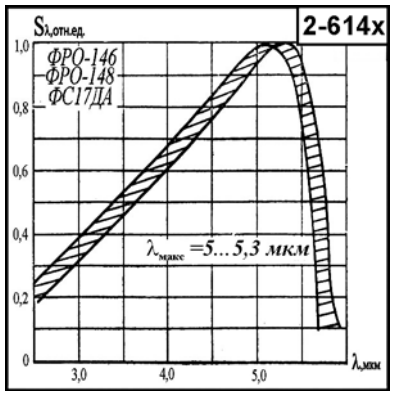


Рис. 2.4.22. Относительные спектральные характеристики фоторезистора ФРО-146, ФРО-148, ФС-17ДА.

2.4.2.11. Охлаждаемые фотодиоды ФДО-117, ФДО-119, ФДО-257, ФД-268, ФД-294, ФД-511 [Δλ=2…5,9 мкм, $\lambda_{макс}$=4,5…5,4 мкм]

Охлаждаемые фотодиоды ФДО-117, ФДО-119, ФДО-257, ФД-268, ФД-294, ФД-511 изготовлены с использованием фоточувствительных элементов из антимонида индия. Рабочий спектральный диапазон 2…5,6 мкм.

Фоточувствительные элементы приборов размещены внутри сосуда Дьюара с входным окном из просветленного лейкосапфира. Сосуды имеют специальную полость для жидкого азота и помещены в защитный металлический корпус. Охлаждение ф.ч.э. до 80°К осуществляется заливкой жидкого азота. Время выхода на режим, не более 20 мин. Время работы прибора при однократной заливке составляет до 4 часов.

Фотодиод ФД-268 имеет 11 фоточувствительных элементов и снабжён встроенным термодатчиком, используемым в качестве датчика уровня жидкого азота. Фотодиоды ФДО-117, ФДО-119, ФДО-257 и ФД-268 работают в вентильном режиме при напряжении смещения ±2 мВ. Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения не допускается. Основные параметры фотодиодов приведены в табл. 2.4.23. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.23...2.4.28.

Таблица 2.4.23. Основные параметры ФДО-117, ФДО-119, ФДО-257, ФД-268, ФД-294, ФД-511 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора / Норма параметра					
	ФДО-117	ФДО-119	ФДО-257 (ФД-257)	ФД-268	ФД-294	ФД-511
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,15 x 0,15	0,7 x 0,4	От 0,13 x 0,13 до 0,17 x 0,17	0,15 x 0,15	0,3x0,3	0,3x0,3
Число элементов, шт.	1	1	1	11 ($К_{фс}$=5%)	1	1
Угол зрения, град, не менее	65	50	70	60	60	60
Область спектральной чувствительности, мкм	От 3,5…4,5 до 5,2…5,5 (уровень 0,5)	От 3,5…4,5 до 5,2…5,5 (уровень 0,5)	3,9…5,6	4,1…5,2 (уровень 0,5)	2…5,6	2…5,6
Максимум спектральной характеристики, мкм	4,5…5,2	4,5…5,2	4,5…5,8	4,5…5,2	5,1…5,4	5,1…5,4
Рабочее напряжение, В	±0,002	±0,002	±0,002	±0,002	-	-
Динамическое сопротивление, кОм	10	10	50	500	60	60
Вольтовая чувствительность ($Т_{АЧТ}$=373°К), В/Вт, не менее	-	-	20000	-	-	10000
Токовая чувствительность ($Т_{АЧТ}$=373°К), А/Вт, не менее	0,01	0,02	-	0,08	0,2	-
Обнаружительная способность ($Т_{АЧТ}$=373°К), $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$	$5 * 10^9$	$7 * 10^9$	$5 * 10^9$	$9 * 10^9$	$1{,}3* 10^9$	$1* 10^9$
Постоянная времени, с, не более	$5*10^{-6}$	$5*10^{-6}$	$5*10^{-6}$	$5*10^{-6}$	$5*10^{-5}$	$5*10^{-5}$
Время непрерывной работы при однократной заливке хладагента, час	3	1,5	1,5	2	4	4
Диапазон рабочих температур, °С	10…35	-60…+50	-60…+50	-50… +50	20±5	20±5
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	∅72x140	60x60x132	∅60x110	∅72x142	52x58x140	60x60x132
Масса, г, не более	800	800	800	1000	370	450
№ рисунка	2-615	2-616	2-617	2-617А	2-618	2-619

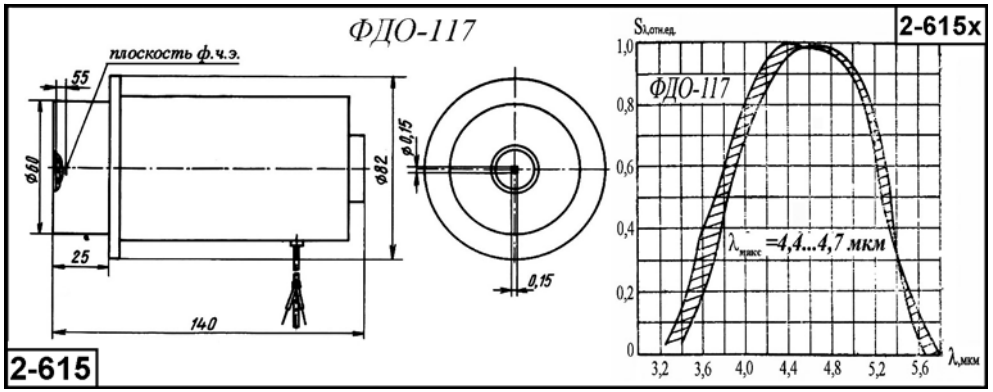


Рис. 2.4.23

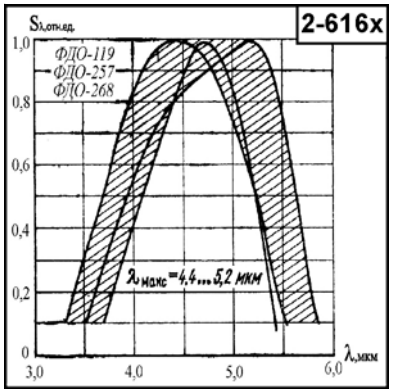


Рис. 2.4.24

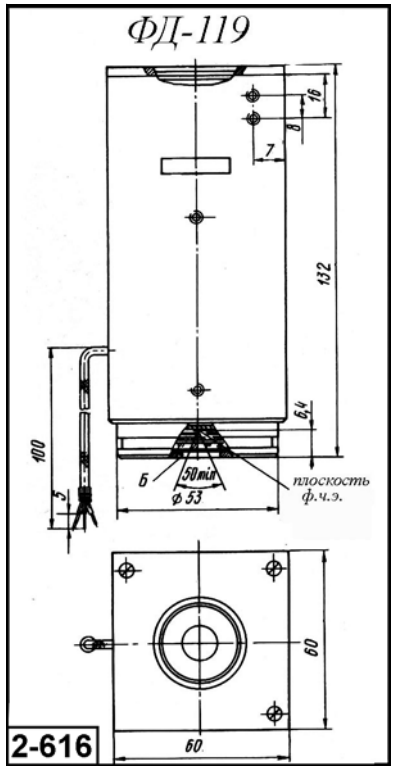


Рис. 2.4.25

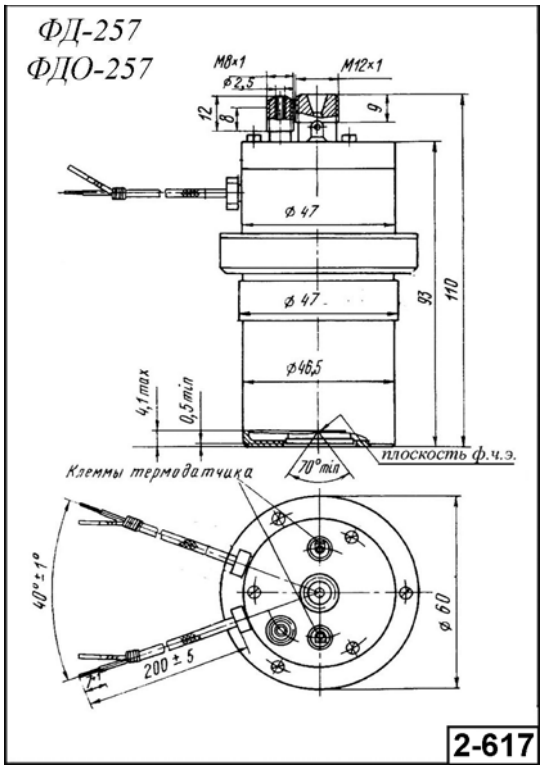


Рис. 2.4.26

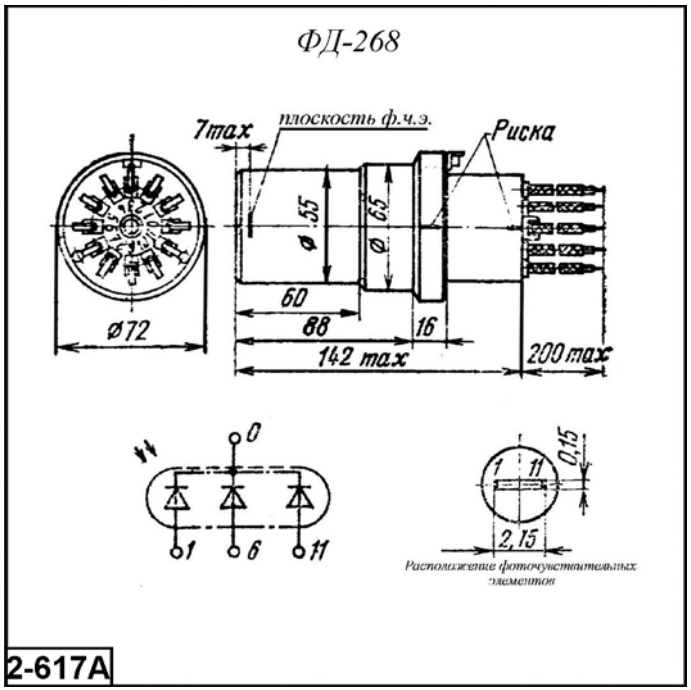


Рис. 2.4.27

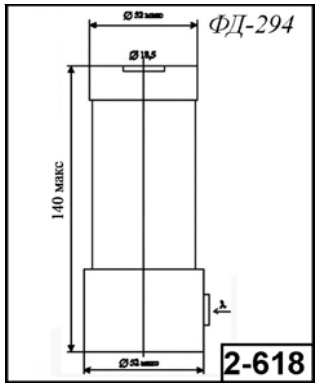


Рис. 2.4.28

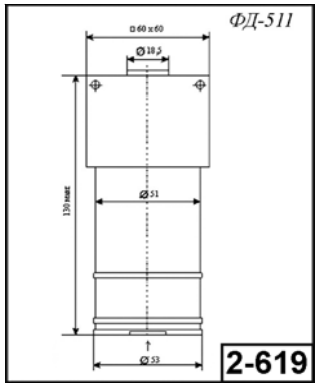


Рис. 2.4.28А

Рис.2.4.23 - 2.4.28А Внешний вид и габаритные размеры фотодиодов ФДО-117, ФДО-119, ФДО-257, ФД-268, ФД-294, ФД-511

2.4.2.12. Многоэлементные охлаждаемые фоторезисторы АП-РЛ-407, АП-РЛ-413 и АП-РЛ-417

[$\Delta\lambda$=1,5…5 мкм, $\lambda_{макс}$=3,8…4,2 мкм]

Многоэлементные (48, 64, 96 эл) охлаждаемые фоторезисторы серии АП-РЛ-ХХ изготовлены с использованием фоточувствительных элементов из селенида свинца. Рабочий спектральный диапазон 1,5…5 мкм.

Фотоприемники размещены в оригинальных герметичных металлокерамических корпусах с прозрачным входным окном. Охлаждение ф.ч.э. до 195оК осуществляется при помощи 4-х каскадного термоэлектрического охладителя (ТЭО). В зоне ф.ч.э. располагается датчик температуры (СТ3-25А). Время выхода на режим, не более 2,5 мин.

Основные параметры фоторезисторов приведены в табл.2.4.24. Внешний вид приведен на рис. 2.4.29 и 2.4.30.

Таблица 2.4.24. Основные параметры фоторезисторов АП-РЛ-407, АП-РЛ-413, АП-РЛ-417 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора / Норма параметра		
	АП-РЛ-407	АП-РЛ-413	АП-РЛ-417
Область спектральной чувствительности, мкм	1,5…5		
Максимум спектральной характеристики, мкм	3,8...4,2		
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,125х0,14	0,09х0,1	0,055х0,055
Зазор между фоточувствительными элементами, мм	0,01 ± 0,003	0,01 ± 0,003	0,01 ± 0,003
Количество фоточувствительных элементов, шт	48	64	96
Длина линейки фоточувствительных элементов, шт	7,19 ± 0,02	6,39 ± 0,02	6,23 ± 0,02
Темновое сопротивление ф.ч.э., МОм	0,1…10		
Постоянная времени, мкс	50		
Рабочее напряжение питания, В	до 5	до 3	до 2
Среднее значение обнаружительной способности в максимуме спектральной характеристики для всех ф.ч.э., см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	3*10^{10}		
Обнаружительная одного ф.ч.э. способность в максимуме спектральной характеристики, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	2*10^{10}	2,5*10^{10}	2,5*10^{10}
Среднее значение вольтовой чувствительности для всех ф.ч.э,В/Вт, не менее	7*10^{5}		
Среднее значение вольтовой чувствительности для одного ф.ч.э,В/Вт, не менее	6*10^{5}		
Напряжение питания ТЭО , В, (при токе потребления, А), не более	до 6,0 (1 А)		
Потребляемая мощность ТЭО, Вт, не более	6		
Диапазон рабочих температур, °С	от минус (60 ± 3) до плюс (50 ± 2)		
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅53 х 46	∅44 х 46	50,5х50,5х46
Масса, г, не более	125	146	155
№ рисунка	2-620	2-620	2-621



Рис. 2.4.29



Рис. 2.4.30

2.4.2.13. Многоэлементные охлаждаемые фоторезисторы ФР-164 и ФР-189М [$\Delta\lambda$=1,5…5 мкм, $\lambda_{макс}$=3,8…4,2 мкм]

Многоэлементные (48 и 64 эл.) охлаждаемые фоторезисторы ФР-164 и ФР-189М реализованы с использованием фоточувствительных элементов из селенида свинца. Рабочий спектральный диапазон 1…5 мкм.

Фоторезисторы размещены в оригинальных герметичных металлокерамических корпусах с прозрачным входным окном. Охлаждение ф.ч.э. до 195оК осуществляется при помощи 4-х каскадного термоэлектрического охладителя (ТЭО). В зоне ф.ч.э. располагается датчик температуры (СТ3-25А).

В фоторезисторах ФР-164 и ФР-189 может быть реализован режим термостабилизации, позволяющий компенстровать зависимость параметров от температуры окружающей среды.

Основные параметры фоторезисторов ФР-164 и ФР-189М приведены в табл.2.4.25. Внешний вид приведен на рис. 2.4.31.

Таблица 2.4.25. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов ФР-164 и ФР-189 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора / Норма параметра	
	ФР-164	ФР-189М
Область спектральной чувствительности, мкм	1…5,0	
Количество фоточувствительных элементов, шт	24 x 2	32 x 2
Темновое сопротивление, Мом	1…10	
Вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	$8*10^4$	
Постоянная времени, мкс	50	
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	$3,5*10^{10}$	
Рабочее напряжение питания, В	5	2,5…3,5
Рабочая температура ф.ч.э., °К	196	
Устройство охлаждения ф.ч.э.	4-х каскадный ТЭО	
Холодопроизводительность ТЭО, Вт, не менее	0,1	
Напряжение питания ТЭО , В	5,4...6,0	
Потребляемая мощность ТЭО, Вт, не более	6	
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более		
Масса, г, не более	130	200
№ рисунка	2-622	



Рис. 2.4.31.Внешний вид фоторезисторов ФР-164 и ФР-189

2.4.2.14. Многоэлементные охлаждаемые фоторезисторы “Арык” и Арык 2” [$\Delta\lambda$=1…5,5 мкм, $\lambda_{макс}$=4,2 мкм]

Многоэлементные (48 и 64 эл.) охлаждаемые фоторезисторы “Арык” и Арык 2” реализованы с использованием фоточувствительных элементов из селенида свинца. Рабочий спектральный диапазон 1…5,5 мкм, при $\lambda_{макс}$=4,2 мкм.

Фотоприемники размещены в оригинальных герметичных металлокерамических корпусах с прозрачным входным окном. Охлаждение ф.ч.э. до 195оК осуществляется при помощи 4-х каскадного термоэлектрического охладителя (ТЭО). В зоне ф.ч.э. располагается датчик температуры (СТ3-25А).

Основные параметры фоторезисторов приведены в табл. 2.4.26. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.32.

Таблица 2.4.26. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов “Арык” и Арык 2” при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора / Норма параметра	
	ФР «Арык»	ФР «Арык 2»
Область спектральной чувствительности, мкм	1…5,5	
Максимум спектральной характеристики, мкм	4,2	
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,125х 0,14	0,05х0,05
Количество фоточувствительных элементов, шт	48	64
Темновое сопротивление, Мом	1…15	
Постоянная времени, мкс	25…50	25…50
Обнаружительная способность (500К, 400Гц), см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	(3…4,5)*10^{10}	(3…4,5)*10^{10}
Рабочее напряжение питания, В	5,4…6	5,4…6
Рабочая температура ф.ч.э., °К	195	
Устройство охлаждения ф.ч.э.	4-х каскадный ТЭО	
Холодопроизводительность ТЭО, Вт, не менее	0,1	
Напряжение питания ТЭО , В	5,4...6,0	
Потребляемая мощность ТЭО, Вт, не более	6	
Время выхода на режим, мин, не более	2	
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅55 х 60	
№ рисунка	2-623	

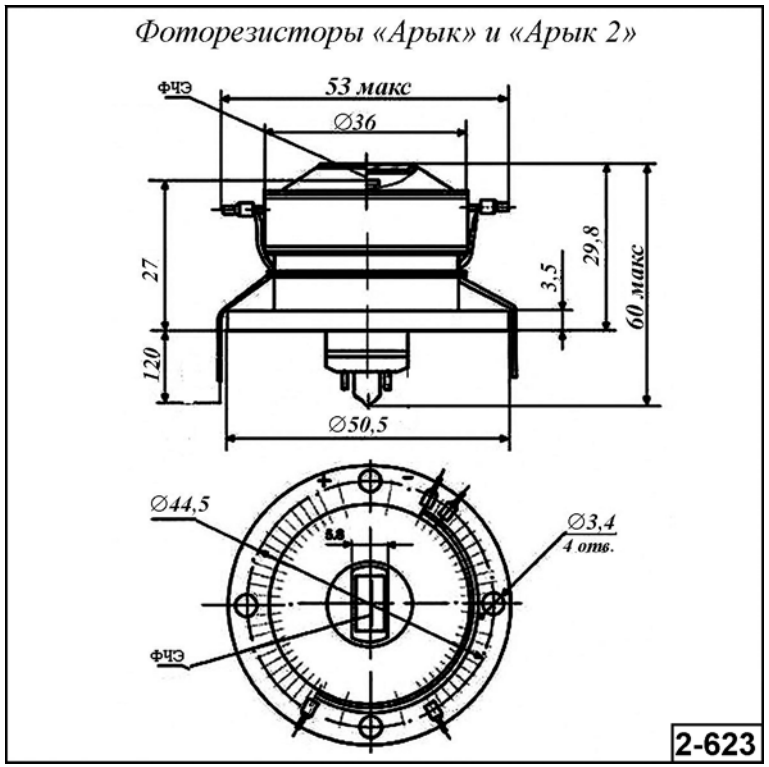


Рис. 2.4.32. Внешний вид и габаритные размеры фоторезисторов “Арык” и Арык 2”

2.4.2.14д. 5-ти элементный фоторезистор ФР-227М (ФР-228М) [$\Delta\lambda$ = 1...5,2 мкм]

Охлаждаемый 5-ти элементный фоторезистор ФР-227М предназначен для регистрации излучения в диапазоне 1 - 5,2 мкм. Материал фоточувствительного элемента - гетероэпитаксиальные структуры кадмий-ртуть-теллур. Охлаждение фоточувствительного элемента осуществляется при помощи двухкаскадного термоэлектрического охладителя. Фотоприемник размещен в металлостеклянном корпусе типа ТО8 с теплоотводом и входным окном из просветленного лейкосапфира.

Основные параметры фоторезистора приведены в табл. 2.4.26д.. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис. 2.4.32д.

Назначение: используется в составе аппаратуры контроля температуры буксовых узлов колесных пар движущихся поездов в системе обеспечения безопасности подвижного состава.

Таблица 2.4.26д. Основные параметры фоторезисторов ФР-227М (ФР-228М) при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	1…5,2
Максимум спектральной характеристики, мкм	4…4,2
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,5 x 0,5
Количество фоточувствительных элементов, шт	5
Обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$	(6…9)*10^{10}
Рабочее напряжение питания, В	н/д
Устройство охлаждения ф.ч.э.	2-х каскадный ТЭО
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+60
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅15.2 x 20
№ рисунка	2-623д



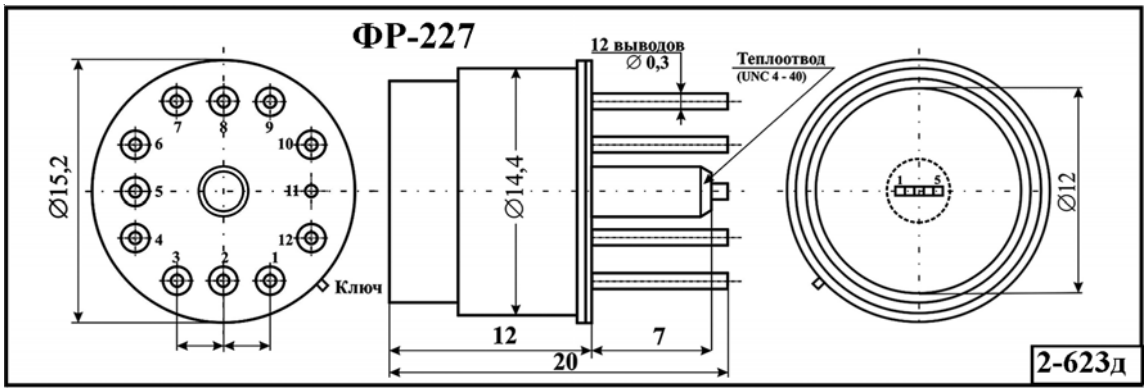


Рис.2.4.32д. Внешний вид и габаритные размеры фоторезистора ФР-227М.

2.4.2.15. Охлаждаемые фоторезисторы ФСГ-22-3А1, ФСГ-22-3А2, ФСГ-23-3А1, ФСГ-23-3А2 [$\Delta\lambda$=1…5,5 мкм, $\lambda_{макс}$=4,2 мкм]

Охлаждаемые фоторезисторы ФСГ-22-3А1, ФСГ-22-3А2, ФСГ-23-3А1, ФСГ-23-3А2 реализованы с использованием фоточувствительных элементов из германия легированного золотом. Рабочий спектральный диапазон 1,8…8,5 мкм, при $\lambda_{макс}$=5,6…6,2 мкм.

Фоточувствительные элементы размещены в стеклянном сосуде Дьюара с входным окном из просветленного германия или кремния. В сосуде имеется полость для заливки жидкого азота. Приборы не имеют защитного корпуса.

Охлаждение ф.ч.э. до 80°К осуществляется заливкой жидкого азота. Время выхода на режим 10…13 мин. Время работы прибора при однократной заливке составляет до 2 часов. Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения не рекомендуется.

Основные параметры фоторезисторов приведены в табл. .2.4.27. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приборов приведены на рис. 2.4.33 - 2.4.35.

Таблица 2.4.27. Основные параметры охлаждаемых фоторезисторов ФСГ-22-3А1, ФСГ-22-3А2, ФСГ-23-3А1, ФСГ-23-3А2 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора			
	ФСГ-22-3А1	ФСГ-22-3А2	ФСГ-23-3А1	ФСГ-23-3А2
Область спектральной чувствительности, мкм	1,8…8,5	1,8…8,5	1,8…8,5	1,8…8,5
Максимум спектральной характеристики, мкм	5,6…6,2	5,6…6,2	5,6…6,2	5,6…6,2
Материал входного окна	Ge	Ge	Si	Si
Размеры фоточувствительного элемента, мм	2 x 2	3 x 3	2 x 2	3 x 3
Число элементов, шт.	1	1	1	1
Угол зрения, град, не менее	70	70	70	70
Рабочее напряжение, В	5…30	5…30	5…30	5…30
Темновое сопротивление, МОм	0,03…1,5	0,03…1,5	0,03…1,5	0,03…1,5
Вольтовая чувствительность ($T_{АЧТ}$-373°К), В/Вт, не менее	1000	500	1000	500
Обнаружительная способность ($T_{АЧТ}$-373°К), $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$	$6,6 * 10^8$	$7,5* 10^8$	$6,6 * 10^8$	$7,5* 10^8$
Постоянная времени, с, не более	$5*10^{-6}$	$5*10^{-6}$	$5*10^{-6}$	$5*10^{-6}$
Рабочая температура фоточувствительного элемента, °К	80	80	80	80
Время выхода на рабочий режим, мин, не более	13	13	13	13
Время непрерывной работы при однократной заливке хладагента, час	2	2	2	2
Интервал рабочих температур, °С	20±5	20±5	20±5	20±5
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	∅72 x 148,5	∅72 x 148,5	∅72 x 146	∅72 x 146
Масса, г, не более	160	160	160	160
№ рисунка	2-624		2-625	

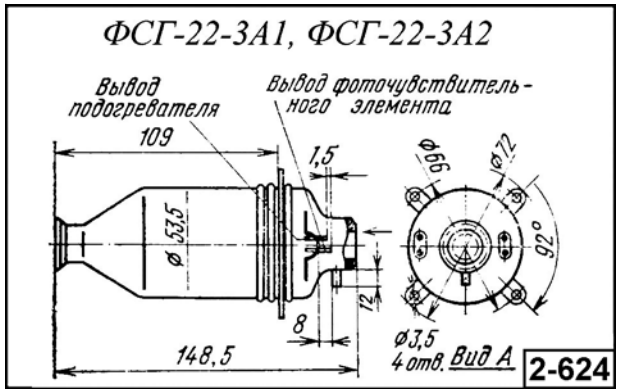


Рис. 2.4.33. Внешний вид и габаритные размеры охлаждаемых фоторезисторов ФСГ-22-3А1, ФСГ-22-3А2.

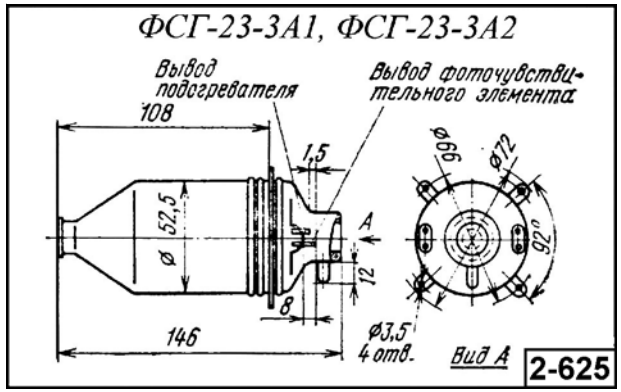


Рис. 2.4.34. Внешний вид и габаритные размеры охлаждаемых фоторезисторов ФСГ-23-3А1, ФСГ-23-3А2.

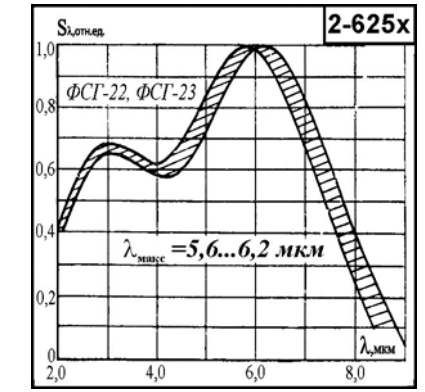


Рис. 2.4.35. Относительные спектральные характеристики охлаждаемых фоторезисторов ФСГ-22, ФСГ-23.



Рис. 2.4.34. Внешний вид охлаждаемых фоторезисторов ФСГ-22-3А1, ФСГ-22-3А2. ФСГ-23-3А1, ФСГ-23-3А2.

2.4.2.16. Охлаждаемыей фотодиод ФД-511-1 [$\Delta\lambda$=5…13,5 мкм, $\lambda_{макс}$=9,5…11 мкм]

Охлаждаемый фотодиод ФД-511-1 реализованы с использованием фоточувствительного элемента из соединения “свинец-олово-теллур”. Предназначен для регистрации инфракрасного излучения в диапазоне 5…13,5 мкм.

Фоточувствительный элементы прибора размещен внутри сосуда Дьюара с входным окном из просветленного германия. Сосуд имеют специальную полость для жидкого азота и помещен в защитный металлический корпус. Охлаждение ф.ч.э. до 80^{o}К осуществляется заливкой жидкого азота. Время выхода на режим, не более 20 мин. Время работы прибора при однократной заливке составляет до 2 часов.

Включение прибора в электрическую цепь без охлаждения не допускается.

Основные параметры фотодиода приведены в табл.2.4.28. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика прибора приведены на рис. 2.4.36.

Таблица 2.4.28. Основные параметры охлаждаемого фотодиода ФД-511-1 при температуре 20±5^{o}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	5…13,5
Длина волны максимума спектральной чувствительности, мкм	9,5…11
Размеры фоточувствительного элемента, мкм	0,3 x 0,3
Угол обзора, град, не менее	60
Количество фоточувствительных элементов в каждой линейке	1
Динамическое сопротивление, Ом	(7…10)*10^{3}
Постоянная времени, мкс, не более	1…5
Рабочее напряжение, В	0…2 мВ (до 45 мВ)
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее	1*10^{4}
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, см*Вт$^{-1}$*см *Гц$^{1/2}$, не менее	1*10^{10}
Температура ф.ч.э., ^{o}К	80
Время выхода на режим, мин., не более	20
Диапазон рабочих температур, ^{o}С	20±5
Габаритные размеры изделия, мм	60x60x130
Масса, г, не более	30
№ рисунка	2-626

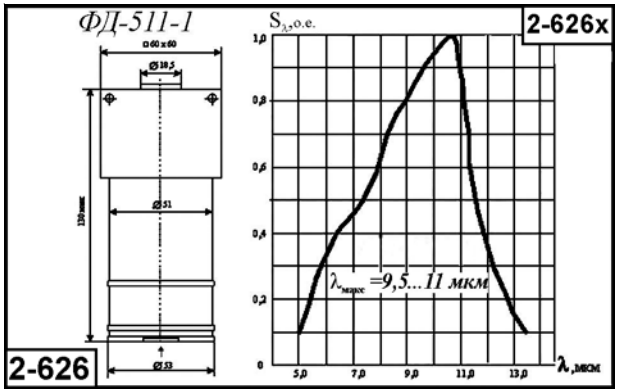


Рис. 2.4.36. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика охлаждаемого фотодиода ФД-511-1.

2.4.2.17. Охлаждаемыей фоторезистор ФРО-XI-142 [$\Delta\lambda$=2…16 мкм, $\lambda_{макс}$=10…13 мкм]

Охлаждаемый фоторезистор ФРО-XI-142 реализован с использованием фоточувствительного элемента из соединения «кадмий - ртуть – теллур». Рабочий спектральный диапазон 2…16 мкм.

Фоточувствительный элемент прибора размещены внутри сосуда Дьюара с входным окном из просветленного германия. Сосуд имеет специальную полость для жидкого азота и помещен в защитный металлический корпус. Охлаждение ф.ч.э. до 80°К осуществляется путем подачи жидкого азота по хладопроводу через входной штуцер прибора. Время выхода на режим 10…15 мин.

Включение прибора в электрическую цепь без охлаждения не допускается.

Основные параметры фоторезистора приведены в табл. 2.4.29. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика прибора приведены на рис. 2.4.37.

Таблица 2.4.29. Основные параметры охлаждаемого фоторезисторов ФРО-X1-142 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	2…16
Длина волны максимума спектральной чувствительности, мкм	10…13
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,15 x 0,15
Угол обзора, град, не менее	60
Количество фоточувствительных элементов	1
Темновое сопротивление, Ом	50…2000
Постоянная времени, мкс, не более	2
Рабочее напряжение, В	1,5
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее	$(2…15)*10^3$
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, см*Вт$^{-1}$*см *Гц$^{1/2}$, не менее	$(0,8…2)*10^{10}$
Температура ф.ч.э., °К	80
Время выхода на режим, мин., не более	20
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+55
Габаритные размеры изделия, мм	∅68x150
Масса, г, не более	500
№ рисунка	2-627

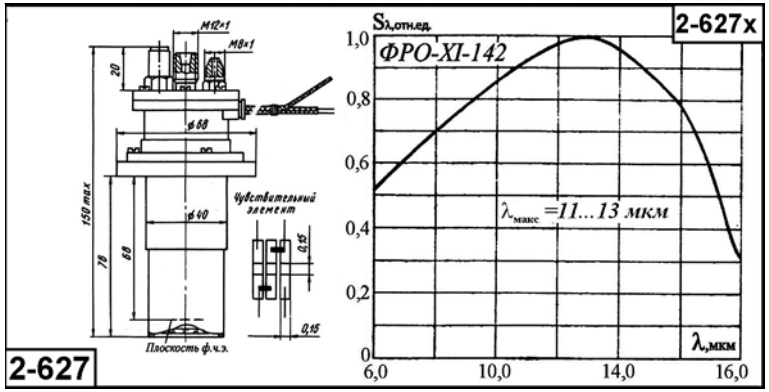


Рис. 2.4.37. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика охлаждаемого фоторезистора ФРО-XI-142.

2.4.2.18. Охлаждаемый фоторезистор ФСГ-28РТА [$\Delta\lambda$=2,5…14 мкм, $\lambda_{макс}$=10…12 мкм]

Охлаждаемый фоторезистор ФСГ-28РТА реализован с использованием фоточувствительного элемента из германия легированного ртутью. Рабочий спектральный диапазон 2,5…14 мкм.

Фоточувствительный элемент прибора размещен внутри сосуда Дьюара с входным окном из просветленного германия. В сосуде имеются две полости для жидкого хладагента. Сосуд помещен в металлический защитный корпус. Охлаждение фоточувствительного элемента осуществляется заливкой в обе полости сосуда Дьюара жидкого азота с откачкой паров азота из средней полости.

Время выхода на режим, не более 30 мин. Время работы прибора при однократной заливке составляет до 1 часа.

Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения не допускается.

Основные параметры фоторезистора приведены в табл. 2.4.30. Внешний вид, устройство и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.38. Относительная спектральная характеристика прибора приведена на рис. и 2.4.39.

Таблица 2.4.30. Основные параметры фоторезистора ФСГ-28РТА при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	2,5…14
Максимум спектральной характеристики, мкм	10…12
Материал ф.ч.э.	Ge:Hg
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,5 x 2
Число элементов, шт.	1
Угол зрения, град, не менее	45
Рабочее напряжение, В	5…30
Темновое сопротивление, МОм	1
Вольтовая чувствительность (температура источника излучения), В/Вт, не менее	500 (373°К)
Обнаружительная способность, (температура источника излучения), $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$	$4*10^{8}$ (373°К)
Постоянная времени, с, не более	$1*10^{-7}$
Рабочая температура фоточувствительного элемента, °К	55
Время выхода на рабочий режим, мин, не более	30
Интервал рабочих температур, °С	20±5
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	∅82 x 220
Масса, г, не более	800
№ рисунка	2-628

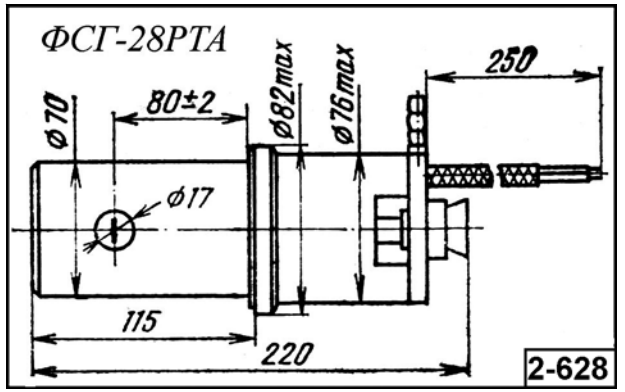
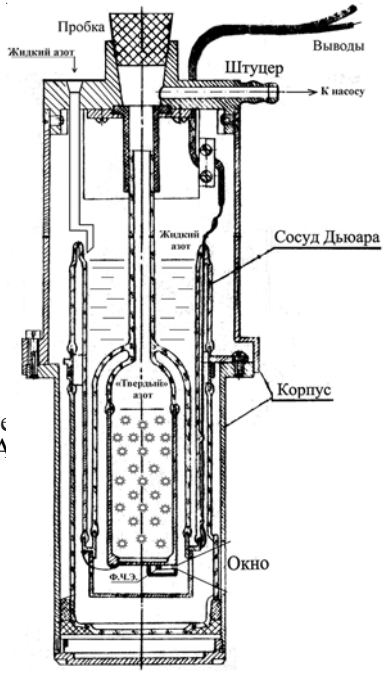


Рис. 2.4.38. Внешний вид, устройство и габаритные размеры охлаждаемого фоторезистора ФСГ-28РТА



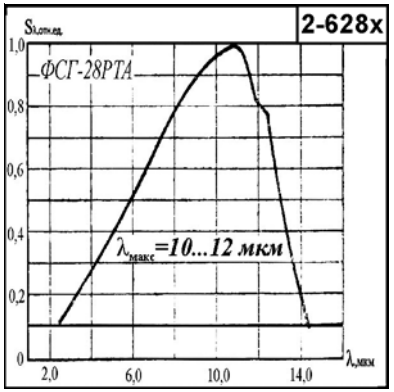


Рис. 2.4.39. Относительная спектральная характеристика фоторезистора ФСГ-28РТА

2.4.2.18д. Охлаждаемый фоторезистор ФРО-111 [$\Delta\lambda$=5…13 мкм, $\lambda_{макс}$=9…12 мкм]

Охлаждаемый фоторезистор ФРО-111 реализован с использованием фоточувствительного элемента из германия легированного ртутью. Рабочий спектральный диапазон 5…13 мкм.

Фоточувствительный элемент прибора размещен внутри сосуда Дьюара с входным окном из просветленного германия. В сосуде имеется полость для размещения микрохладителя Джоуля Томпсона. Сосуд помещен в металлический защитный корпус.

Время выхода на режим, не более 30 мин.

Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения не допускается.

Основные параметры фоторезистора приведены в табл. 2.4.30д. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.38д.

Таблица 2.4.30д. Основные параметры фоторезистора ФРО-111 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	5…13
Максимум спектральной характеристики, мкм	9…12
Материал ф.ч.э.	Ge:Hg
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,1 x 0,1
Число элементов, шт.	1
Угол зрения, град, не менее	45
Постоянная времени, с, не более	$1*10^{-6}$
Обнаружительная способность, (температура источника излучения), $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$	$10,6 \times 10^{10}$
Устройство охлаждения ф.ч.э.	двухступенчатый охладитель Джоуля-Томпсона
Рабочая температура фоточувствительного элемента, °К	30
Время выхода на рабочий режим, мин, не более	30
Интервал рабочих температур, °С	20±5
Габаритные размеры без выводов, мм, не более	∅80 x 175
№ рисунка	2-628д

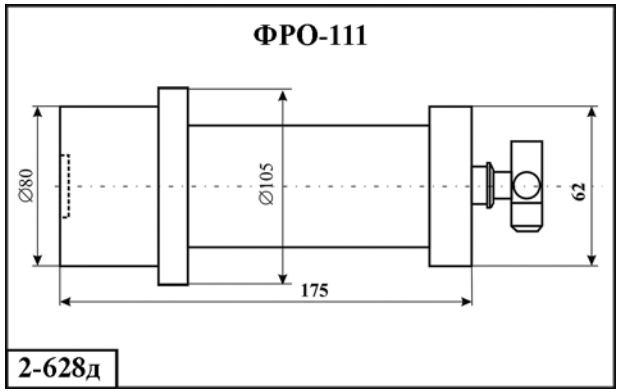


Рис. 2.4.38д. Внешний вид и габаритные размеры охлаждаемого фоторезистора ФРО-111.

2.4.2.19. Многоэлементные охлаждаемые фоторезисторы АП-РЛ-402 и ФР-204М [$\Delta\lambda$=8…12 мкм, $\lambda_{макс}$=10…12 мкм]

Многоэлементные (20 и 32 эл.) охлаждаемые фоторезисторы реализованы с использованием фоточувствительных элементов из соединения «кадмий-ртуть-теллур». Рабочий спектральный диапазон 8…12 мкм.

Фоточувствительные элементы прибора размещены внутри сосуда Дьюара с входным окном из просветленного германия. Сосуд имеет специальную полость для установки дроссельного микротеплообменника (МТО) и помещен в защитный металлический корпус. Охлаждение ф.ч.э. до 80°К осуществляется путем подачи в МТО газообразного азота по трубопроводу через входной штуцер прибора.

Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения не допускается.

Основные параметры фоторезисторов приведены в табл. 2.4.31. Внешний вид приборов приведен на рис. 2.4.40 и 2.4.41.

Таблица 2.4.31. Основные параметры АП-РЛ-402 и ФР-204М при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора /Норма параметра	
	АП-РЛ-402	ФР-204М
Область спектральной чувствительности, мкм	8…12	8…12
Длина волны максимума спектральной чувствительности, мкм	10…12	10…12
Размеры фоточувствительного элемента, мкм	(50 ± 10) x (50 ± 10)	(50 ± 10) x (50 ± 10)
Количество линеек фоточувствительных элементов	2	2
Количество фоточувствительных элементов в каждой линейке	10	16
Шаг линеек фоточувствительных элементов, мкм	150	150
Шаг фоточувствительного элемента в каждой линейке, мкм	100	100
Рабочее напряжение, В	1…1,5	1…1,5
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее	$3*10^4$	$3*10^4$
Разброс вольтовой чувствительности относительно среднего значения, %, не более	20	20
Коэффициент фотоэлектрической связи расположенных рядом фоточувствительных элементов, %, не более	5	5
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, см*Вт$^{-1}$*см *Гц$^{1/2}$, не менее	$4*10^{10}$	$3*10^{10}$
Время выхода на режим, мин., не более	1	1
Габаритные размеры изделия, мм	∅23x88	∅40x85
Масса, г, не более	150	200
№ рисунка	2-629	2-630



Рис. 2.4.40. Внешний вид охлаждаемого фоторезистора АП-РЛ-402.



Рис. 2.4.41. Внешний вид охлаждаемого фоторезистора ФР-204М.

2.4.2.20. Двухспектральный фотоприемник ФМ-611 [$\Delta\lambda$=0,5…1 мкм, $\lambda_{макс}$=0,9 мкм] и [$\Delta\lambda$=1,6…4,2 мкм, $\lambda_{макс}$=3,3 мкм]

Двухспектральный двухканальный фотоэлектрический полупроводниковый приемник излучения ФМ-611 предназначен для регистрации излучения диапазонах 0,5...1,0 и 1,6...4,2 мкм.

Фотоприемник ФМ-611 состоит из средневолнового фотогальванического приемника (ФГП) ИК-излучения и кремниевого фотодиода (КФД), которые ращмещены в стандартном герметичном металлостеклянном корпусе (ТО-5) с прозрачным входным окном.

Фотоприемник ФМ-611 имеет систему внутреннего контроля работоспособности при помощи встроенного светодиода.

Основные параметры фотоприемника ФМ-611 приведены в табл.2.4.32. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис.2.4.42.

Таблица 2.4.32. Основные параметры фотоприемника ФМ-611 при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения	канал 1	канал 2
Область спектральной чувствительности, мкм	0,5…1	1,6…4,2
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,9	3,3
Тип фотоприемника	Si-фотодиод	гальванический
Размеры фоточуствительного элемента, мм	1 x 1	1 x 1 или 2 x 2
Угол обзора, град, не менее	90	
Токовая чувствительность в режиме короткого замыкания, А/Вт, не менее	0,45 (λ_{max})	0,15(1000°К)
Вольтовая чувствительность в режиме холостого хода, В/Вт, не менее	-	70(1000°К)
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	-	8x10^{9}
Постоянная времени, мкс, не более	2	10
Общий ток через выводы 4-7 ИК – фоточувствительного элемента без внешнего источника напряжения при облученности 0,0425 Вт/см^2 от абсолютно черного тела с температурой полости Т = (1000±15) °С, мкА, не менее	-	15
Темновой ток через выводы 4-7 без внешнего источника напряжения, не более	-	10% от общего тока
Импульсный общий ток через выводы 4-7 при пропускании через выводы 3-8 импульсного тока (100±5) мА длительностью импульса не более 50 мс, мкА, не менее	-	10
Постоянное напряжение на выводах 5-6 при освещенности 500 лк от источника с цветовой температурой Тцв = (2856±100) К по ГОСТ 8.023-83 при сопротивлении нагрузки, равном 1 МОм, и напряжении питания (15±1) В, В, не более	12	-
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅9,5 x 6	
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+60	
Масса, г, не более	3	
№ рисунка	2-631	

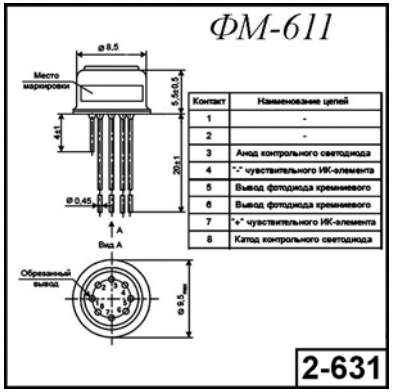


Рис. 2.4.42. Внешний вид и габаритные размеры фотоприемника ФМ-611

2.4.2.20д. Двухспектральные иммерсионные фотодиоды PD34/42 Su, PD34/42 Sr, PD34/42 TO8TEC [Δλ = 2,8...3,8 мкм è Δλ = 3,4...4,8 мкм]

Иммерсионные фотодиоды PD34/42 предназначены для регистрации ИК излучения в двух диапазонал спектра 2,8...3,8 мкм и 3,4...4,8 мкмс. Фоточувствительные элементы фотодиодов изготавливаются на основе гетероструктуры GaSb/GaInAsSb/GaAlAsSb.

Конструкция фотодиодов представляет собой "сэндвич", когда фоточувствительные области расположены на одной оптической оси "друг за другом"). Ввод излучения производится через область n+-InAs или n+-GaSb. Оптическое сопряжение достигается с помощью иммерсионной линзы (∅1 мм) из халькогенидного стекла. На линзу нанесено просветляющее покрытие.

Фотодиоды смонтированы в цилиндрическом (Su) и винтовом (Sr) корпусах или в корпусе TO8 с термоэлектрическим охладителем. Основные параметры фотодиодов приведены в таблице 2.4.32д. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.42д. Спектральные характеристики фотодиодов приведены на рис. 2.4.42д1.

Преимущества: Возможность одновременного детектирования излучения в двух спектральных областях. Увеличение обнаружительной способности до 10 раз при сужении угла зрения до 15 градусов.

Таблица 2.4.32д. Основные параметры фотодиодов PD34/42 при температуре 20±5°C.

Тип прибора	Аφчэ, мм	Условный номер ФЧЭ	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	2ß, град	S_λ, А/Вт, не менее	D_λ^*, $Вт^{-1}•см•Гц^{0,5}$	Rд, Ом	τ, с, не более	ΔT, °C	Тип корпуса	Габаритные размеры корпуса, мм, [масса, г], не более	№ рис
PD34/42 Su	∅3,2	34	2,8...3,8	3,3...3,4	18	1,0	$5*10^{10}$	500	$2*10^{-8}$	-60…+80	Su	∅5,6 x 4,6 [0,4]	2-631д
		42	3,4...4,8	3,9...4,0	12	0,75	$1*10^{10}$	50					
PD34/42 Sr		34	2,8...3,8	3,3...3,4	18	1,0	$5*10^{10}$	500	$2*10^{-8}$	-60…+80	Sr	M5 x 4,8 [0,4]	2-632д
		42	3,4...4,8	3,9...4,0	12	0,75	$1*10^{10}$	50					
PD34/42 TO8TEC		34	2,8...3,8	3,3...3,4	18	1,0	$5*10^{10}$	500	$2*10^{-8}$	-60…+80	TO8TEC	15,4 x 20,5 [10]	2-633д
		42	3,4...4,8	3,9...4,0	12	0,75	$1*10^{10}$	50					

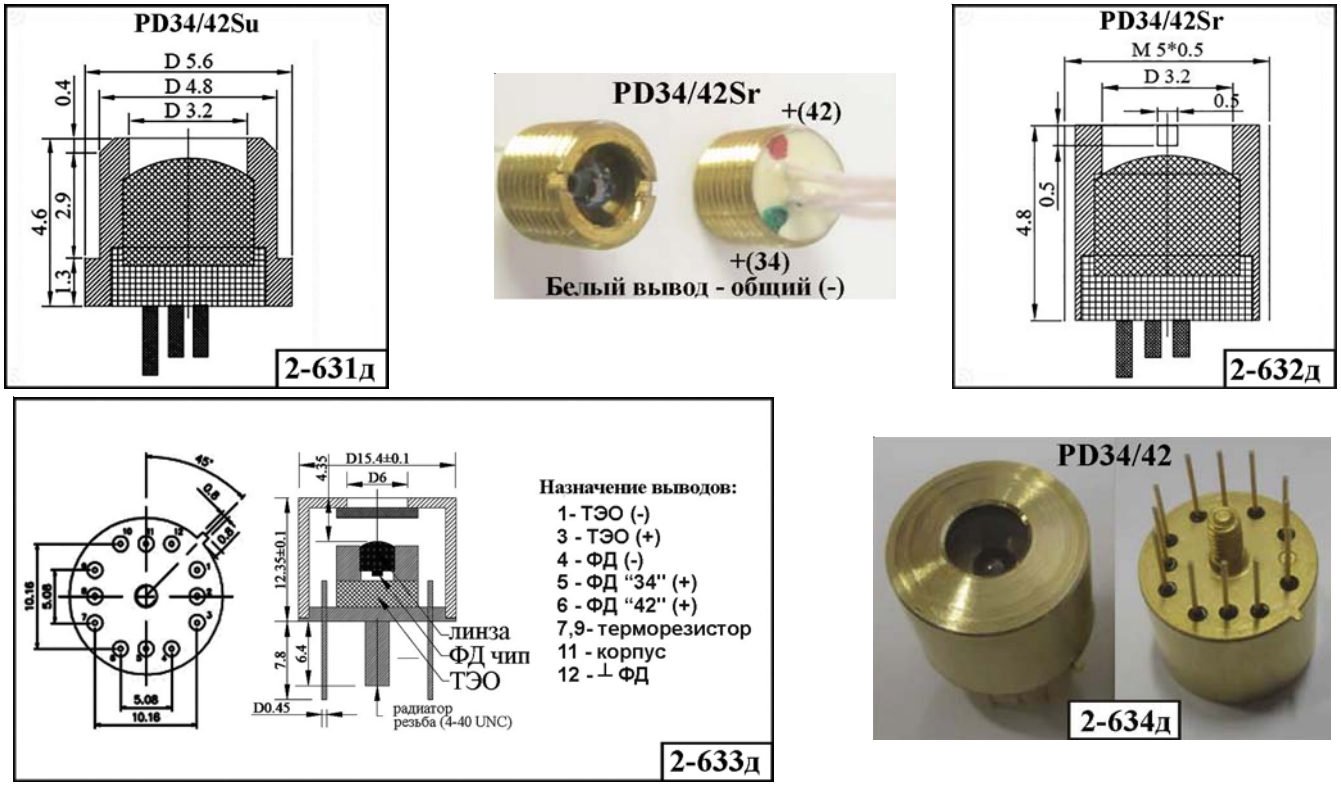


Рис. 2.4.42д. Внешний вид и габаритные размеры иммерсионных фотодиодов PD34/42.

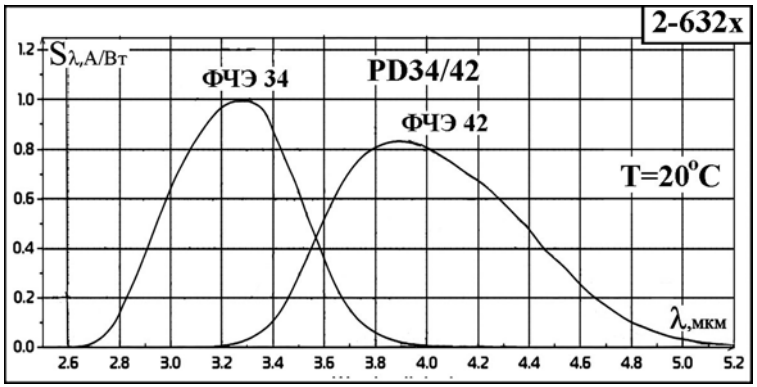


Рис. 2.4.42д1. Спектральные характеристики иммерсионных фотодиодов PD34/42.

2.4.3. Фотоприемные устройства

2.4.3.1. Двухканальное фотоприемное устройство “Тень” [Δλ=0,3…3 мкм]

Фотоприемное устройство “Тень” предназначено для регистрации модулированного излучения в диапазоне 0,3...3 мкм.

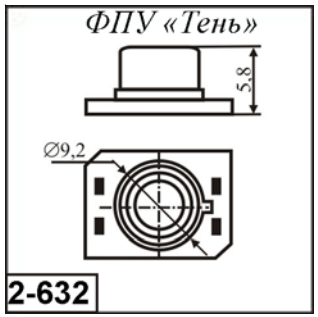
Состав ФПУ: два фотодиода и два широкополосных операционных усилителя, размещенных в стандартном металлостеклянном корпусе типа ТО-5 с прозрачным входным окном.

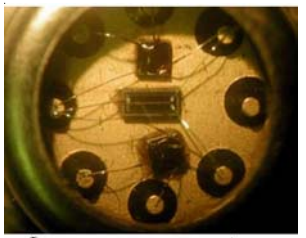
В ФПУ предусмотрена регулировка полосы пропускания и коэффициента усиления, которые осуществляется четырьмя внешними резисторами, размещенными на печатной микроплате. Прибор отличается повышенной устойчивостью к механическим воздействиям - к ударам до 200 g, и вибрации до 30g.

Основные параметры ФПУ “Тень” приведены в табл. 2.4.33. Внешний вид приборов приведен на рис. 2.4.43.

Таблица 2.4.33. Основные параметры ФПУ “Тень” при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,3…3
Количество фоточувствительных элементов, шт	2
Полоса пропускания	10 Гц - 2,50 МГц
Вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	$1,5*10^7$
Выходное сопротивление, кОм, не более	5
Среднее квадратичное значение шумового сигнала на выходе при отсутствии засветки в полосе частот 10 Гц - 2,5 мГц, мВ, не более	1,6
Напряжение питания, В	±5
Ток потребления, мА, не более	15
Диапазон рабочих температур , °С	-60…+95
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅10,7 x 5,8
Масса, г, не более	2,5
№ рисунка	2-632





Фотоприемное устройство «Тень»



ФПУ «Тень»

Рис. 2.4.43. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ “Тень”

2.4.3.2. Фотоприемные устройства СФ4-10, СФ4-11 [$\Delta\lambda$=0,6…4,6 мкм, $\lambda_{макс}$=3...3,5 мкм]

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

Фотоприемные устройства представляют собой селенисто-свинцовые фоторезисторы с встроенным усилителем фотосигнала. Фотоприемные устройствавыполнены в чтандартном герметичном металлостеклянном корпусе с прозрачным входным окном. Фотоприемные устройства СФ4-10, СФ4-11 различаются между собой размерами фоточувствительной площадки. Принципиальная электрическая схема ФПУ приведена на рис.2.4.10.

Основные параметры ФПУ приведены в таблице 2.4.34. Внешний вид , габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены на рис. 2.4.44. Принципиальная схема ФПУ приведена на рис. 2.4.45.

Таблица 2.4.34. Основные фотоэлектрические параметры фотоприемных устройств СФ-4-10 и СФ4-11 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора /Норма параметра	
	СФ4-10	СФ4-11
Область спектральной чувствительности, мкм	0,6…4,6	
Максимум спектральной характеристики, мкм	3,0…3,5	
Размеры фоточувствительного элемента, мм	3 x 3	5 x 1
Количество фоточувствительных элементов, шт	1	
Вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	1200	1000
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	8x10^{8}	5x10^{8}
Постоянная времени, мкс	5	
Рабочее напряжение питания, В	15	
Выходное сопротивление, кОм, не более	5	
Диапазон рабочих температур , °С	25±5	
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅10,7 x 5,8	
Масса, г, не более	2	
№ рисунка	2-633	

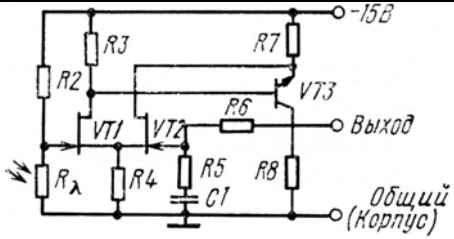


Рис. 2.4.45. Принципиальная электрическая схема ФПУ СФ-4-10 и СФ4-11

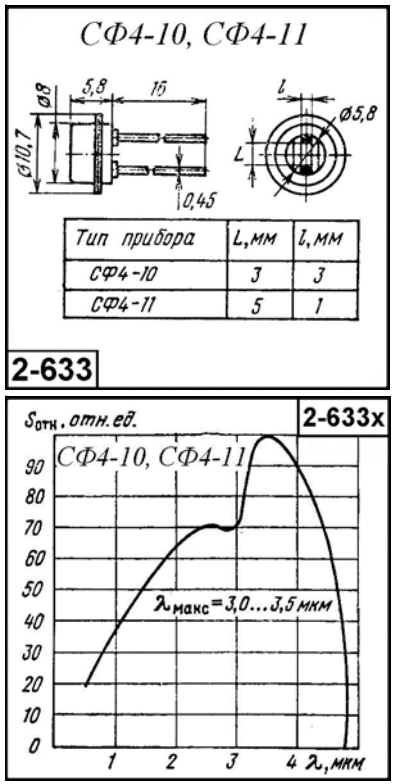


Рис. 2.4.44. Внешний вид, габаритные размеры и ОСХ ФПУ СФ-4-10 и СФ4-11

2.4.3.2д. Фотоприемные устройства AMP24-05, AMP24-10, AMP24-20, AMP36-05, AMP36-10, AMP48-03-NS, AMP48-03-WS, AMP48-05-NS, AMP48-05-WS [Δλ = 0,8…2.4 мкм; Δλ =1,5… 3,8; =1,0…4,9]

Фотоприёмные устройства серий AMP24, AMP36 и AMP48 состоят из фотодиода с ф.ч.э. на основе гетероструктуры GaSb/GaInAsSb/GaAlAsSb, бескорпусной ИС предварительного усилителя фотосигнала, однокаскадного ТЭО (типа TEC 1MC06-018-08) и терморезистора (типа TC103) для контроля температуры ф.ч.э. Термоэлектрический охладитель используется для стабилизации температуры фоточувствительного элемента.

ФПУ смонтированы в 12-ти выводном металлостеклянном корпусе типа TO-8 с теплоотводом. Основными преимуществами ФПУ AMP24, AMP36 и AMP48 являются: миниатюрное исполнение и широкий динамический диапазон.

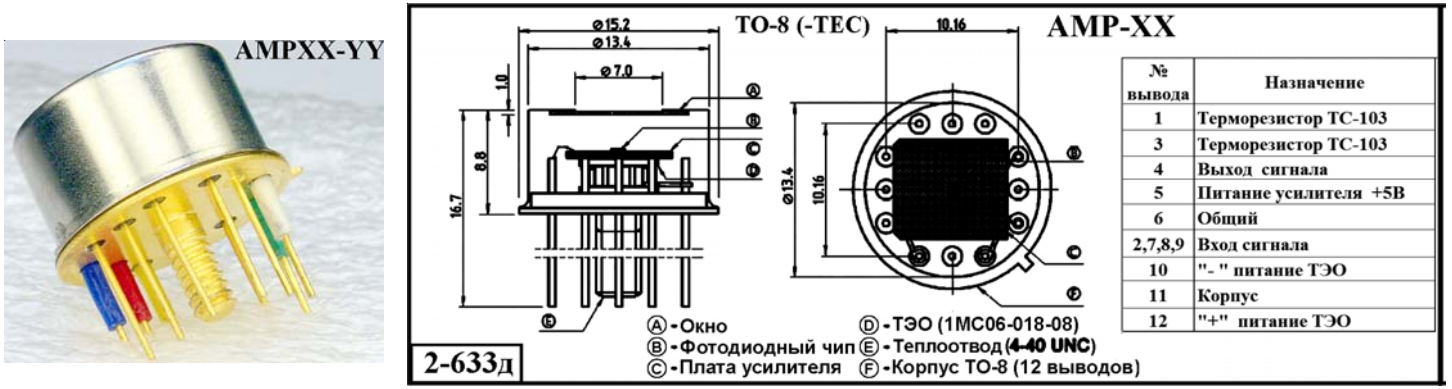
ФПУ позволяют детектировать импульсные оптические сигналы в среднем ИК диапазоне с частотой повторения импульса от 150 Гц до 350 кГц.

Основные параметры ФПУ приведены в табл.2.4.34д. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис.2.4.44д. Спектральные характеристики приведены на рис.2.4.44д1. В табл.2.4.34д1. приведены параметры ТЭО TEC 1MC06-018, а на рис.2.4.44д2. приведенна характеристика терморезистора TC103.

Основные области применения: диодно-лазерная спектроскопия газов и молекул, системы лазерной дальнометрии и локации в безопасном для органов зрения диапазоне спектра, системы передачи информации по открытому атмосферному каналу (the free-space optical link), системы передачи информации на основе флюоридных волоконных световодов с потерями на уровне 10^{-2}...10^{-3} dB/км, мониторинг окружающей среды, медицина, дистанционное бесконтактное измерение температуры, регистрация продуктов горения и взрывов.

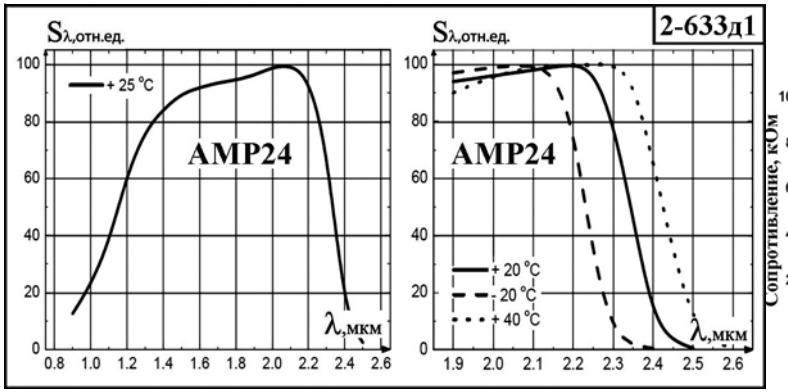
Таблица 2.4.34д. Основные параметры ФПУ AMP24-XX, AMP36-XX, AMP48-XX при температуре 20±5°C

Тип прибора	$A_{ФЧЭ}$, мм	Δλ, мкм	$\lambda_{макс\,(0,9)}$, мкм	U_P, В	S_λ, А/Вт, не менее	D_λ*, $Вт^{-1} \cdot см \cdot Гц^{0,5}$	ΔF, кГц	Uвых.ш, (ΔF 350 кГц), мВ	Uвых.макс, не более, В	Rвых, Ом	ΔT, °C	Тип корпуса	Габаритные размеры корпуса, мм, [масса, г], не более	№ рис
AMP24-05	∅0,5	0,8...2,4	2,0...2,2	5…6 (стаб.)	$4*10^4$	$(0,7...1.0)*10^{11}$	0,15…350	3	5	20	0…30	TO-8 (-TEC)	∅15,2 x 16,7 [4]	2-633д
AMP24-10	∅1,0						0,15…100	н/д	2,5					
AMP24-20	∅2,0						0,15…100	н/д	2,5					
AMP36-05	∅0,5	1,2…3,8 (3,8)	2,5...3,5	5…6 (стаб.)	$4*10^4$	$(3…5)*10^9$	0,15…30	6 (Δ30 кГц)	5					
AMP36-10	∅1,0						0.15-17.5	7,5 (Δ17,5 кГц)	2,4					
AMP48-03-NS	∅0,3	2,5…4,9	4,3...4,6	5…6 (стаб.)	$4*10^4$	$(5…10)*10^8$	0,15…30	8 (Δ30 кГц)	2,5					
AMP48-03-WS	∅0,3	0,8…5,0	3.9...4.2					10 (Δ30 кГц)						
AMP48-05-NS	0,45 x 0,45	2,5…4,9	4,3...4,6					10 (Δ30 кГц)						
AMP48-05-WS	0,45 x 0,45	0.8...4.8	3.9...4.2					10 (Δ30 кГц)						



№ вывода	Назначение
1	Терморезистор TC-103
3	Терморезистор TC-103
4	Выход сигнала
5	Питание усилителя +5В
6	Общий
2,7,8,9	Вход сигнала
10	"- " питание ТЭО
11	Корпус
12	"+" питание ТЭО

Рис. 2.4.44д. Внешний вид, габаритные размеры и таблица назначения выводов ФПУ AMPXX



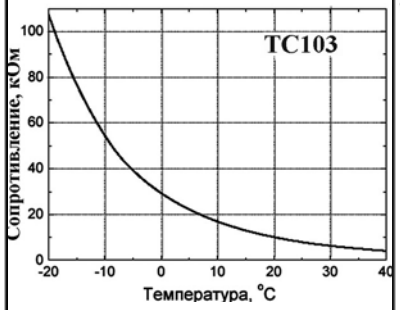
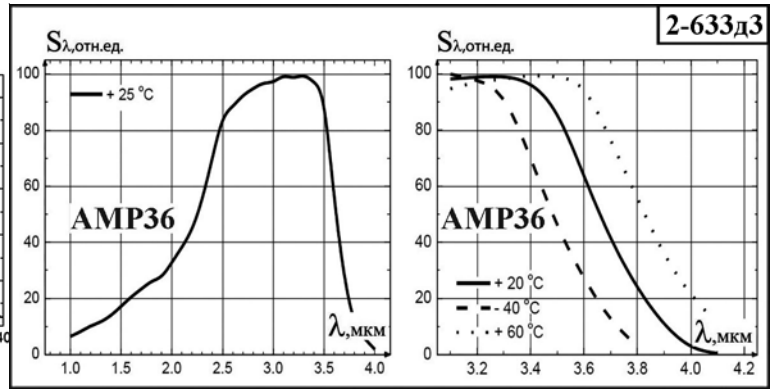


Рис. 2.4.44д2. Характеристика терморезистора TC103



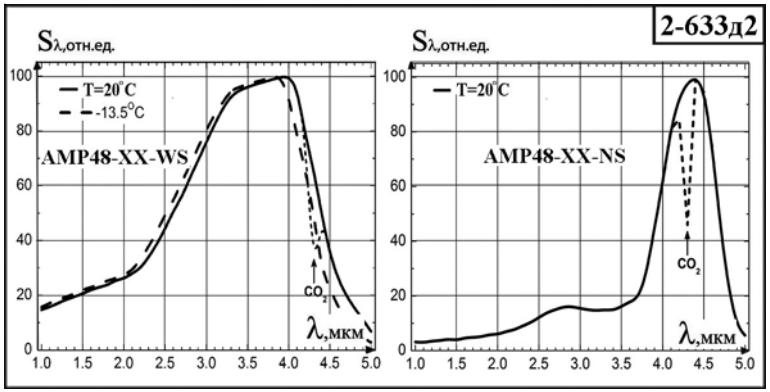


Рис. 2.4.44д1. Спектральные характеристики ФПУ AMPXX

Таблица 2.4.34д1. Основные параметры ТЭО TEC 1MC06-018

Наименование параметра. Единица измерения	Обозначение	Значение
Напряжение питания, В	U_{max}	2,2
Ток потребления, А, не более	I_{max}	2,2
Холодопроизводительность, Вт	Q_{max}	2,65
Разность температур (в вакууме), К	ΔT_{max}	70
Сопротивление контролирующего терморезистора (при температуре +20°С), кОм	R_t	10

2.4.3.2д1. Фотоприемные инфракрасные модули PDM34, PDM38, PDM42, PDM47, PDM55
[$\lambda_{макс}$=3,4 мкм; $\lambda_{макс}$ =3,8 мкм; $\lambda_{макс}$ = 4,0...4,2 мкм; $\lambda_{макс}$ =4,7 мкм; $\lambda_{макс}$=5,5 мкм]

Фотоприемные инфракрасные модули PDM34, PDM38, PDM42, PDM47, PDM55 предназначены для приема и регистрации инфракрасного излучения в диапазоне длин волн от 1 до 5,5 мкм.

Фотоприемные инфракрасные модули представляют собой изделия, содержащие фотодиод с ф.ч.э. на основе гетероструктуры GaSb/GaInAsSb/GaAlAsSb с термоэлектрическим охладителем (типа 1MC06-024/1-15) и трансимпедансный усилитель фотосигнала, размещенные в едином металлическом корпусе цилиндрической формы. На корпусе установлены два разъема СР-50 и РС-10. Контроль температуры ф.ч.э. осуществляется при помощи терморезистора ТВ04-103.

Каждый усилитель фотосигнала тщательно оптимизирован для работы с определенным типом фотодиода.

Основные параметры модулей приведены в табл.2.4.34д2. Внешний вид показан на рис.2.4.44д3 . Спектральные характеристики модулей приведены на рис.2.4.44д4.

Основные области применения: научное оборудование и приборы.

Таблица 2.4.34д2. Основные параметры модулей PDM34, PDM38, PDM42, PDM47, PDM55 при температуре 20±5°C

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора / Норма параметра				
	PDM34	**PDM38**	**PDM42**	**PDM47**	**PDM55**
Тип фотодиода	PD34NB/WB	PD38WB	PD42NB/WB	PD47NB/WB	PD55WB
Максимум спектральной чувствительности, мкм	**3,4**	**3,8**	**4,0...4,2**	**4,7**	**5,5**
Размеры фотосувствительной области, мм	∅3,2				
Угол обзора, град	15				
Обнаружительная способность фотодиода, $D^*_{\lambda max}$, См*Гц$^{1/2}$ *Вт$^{-1}$	(1…6)*10^{10}	2,6*10^{10}	(1,7…2,6)*10^{10}	5*10^{9}	2*10^{9}
Коэффициент усиления, В/А	(1...3)*10^{4}				
Полоса пропускания, МГц	DC...2			DC...1	
Порог чувствительности, Вт/Гц$^{1/2}$	(4...6)*10^{-12}	(1...4)*10^{-11}	(2...8)*10^{-11}	(1...4)*10^{-10}	(2...9)*10^{-10}
Напряжение на выходе при Ф=0 , мВ	2...5			5... 10	
Максимальное выходное напряжение, В, не менее	**4**				
Напряжение питания, В	± 5				
Тип терморезистора	ТВ04-103, (сопротивление Rt=10 кОм при Т= 20 ^{0}C)				
№ рисунка	2-634д				

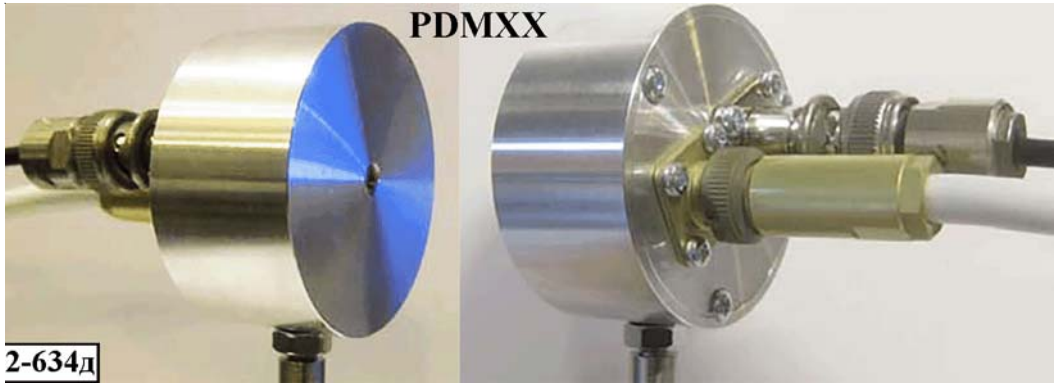


Рис.2.4.44д3. Внешний вид модулей PDM34, PDM38, PDM42, PDM47, PDM55



Рис. 2.4.44д4. Спектральные характеристики модулей PDM34, PDM38, PDM42, PDM47, PDM55

2.4.3.2д2. Фотоприемные инфракрасные модули PDM34TEC, PDM38TEC, PDM42TEC, PDM47TEC, PDM55TEC [$\lambda_{макс}$=3,4 мкм; $\lambda_{макс}$=3,8 мкм; $\lambda_{макс}$=4,0...4,2 мкм; $\lambda_{макс}$=4,5...4,7 мкм; $\lambda_{макс}$ = 5,3...5,5 мкм]

Фотоприемные инфракрасные модули PDM34TEC, PDM38TEC, PDM42TEC, PDM47TEC, PDM55TEC предназначены для приема и регистрации инфракрасного излучения в диапазоне длин волн от 1 до 5,5 мкм.

Фотоприемные инфракрасные модули представляют собой изделия, содержащие фотодиод с ф.ч.э. на основе гетероструктуры GaSb/GaInAsSb/GaAlAsSb с термоэлектрическим охладителем (типа 1MC06-024/1-15) и трансимпедансный усилитель фотосигнала, размещенные в едином оригинальном корпусе, снабженном радиатором. Каждый усилитель фотосигнала тщательно оптимизирован для работы с определенным типом фотодиода. На корпусе модуля установлен 10-ти контактный разъема.

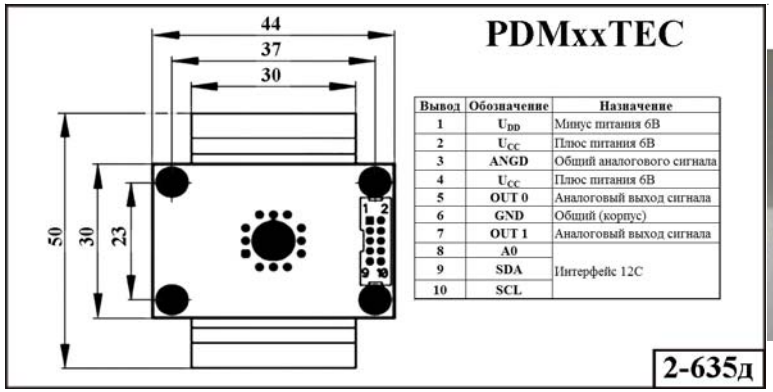
Модули снабжены замкнутой схемой стабилизации температуры фоточувствительного элемента. Температура стабилизации 20°С.

Основные параметры модулей приведены в табл.2.4.34д3. Внешний вид и габаритные размеры модулей приведены на рис.2.4.44д5 , а схема включения - на рис. . 2.4.44д6. Спектральные характеристики модулей приведены на рис.2.4.44д4.

Основные области применения: научное оборудование и приборы.

Таблица 2.4.34д3. Основные параметры модулей PDM34TEC, PDM38TEC, PDM42TEC, PDM47TEC, PDM55TEC при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора / Норма параметра				
	PDM34TEC	**PDM38TEC**	**PDM42TEC**	**PDM47TEC**	**PDM55TEC**
Тип фотодиода	PD34	PD38	PD42NB/WB	PD47NB/WB	PD55
Максимум спектральной чувствительности, мкм	**3,4**	**3,8**	**4,0...4,2**	**4,5...4,7**	**5,3...5,5**
Размеры фотосувствительной области, мм	∅3,2				
Угол обзора, град	15				
Обнаружительная способность фотодиода, $D^*_{\lambda max}$, См*Гц$^{1/2}$ *Вт$^{-1}$	(1…6)*10^{10}	2,6*10^{10}	(1,7…2,6)*10^{10}	5*10^{9}	2*10^{9}
Коэффициент усиления, В/А	(0,1…2,5)*10^{5}				
Полоса пропускания, МГц	DC...1				
Порог чувствительности, Вт/Гц$^{1/2}$	нет данных				
Напряжение на выходе при Ф=0 , мВ	2...5				
Максимальное выходное напряжение, В, не менее	**±2,5**				
Температура стабилизации фоточувствительного элемента, °С	20				
Напряжение питания, В	± 6				
Ток потребления, мА	100 мА (-6В); 650 мА (+6В);				



Вывод	Обозначение	Назначение
1	U_{DD}	Минус питания 6В
2	U_{CC}	Плюс питания 6В
3	ANGD	Общий аналогового сигнала
4	U_{CC}	Плюс питания 6В
5	OUT 0	Аналоговый выход сигнала
6	GND	Общий (корпус)
7	OUT 1	Аналоговый выход сигнала
8	A0	Интерфейс 12С
9	SDA	
10	SCL	

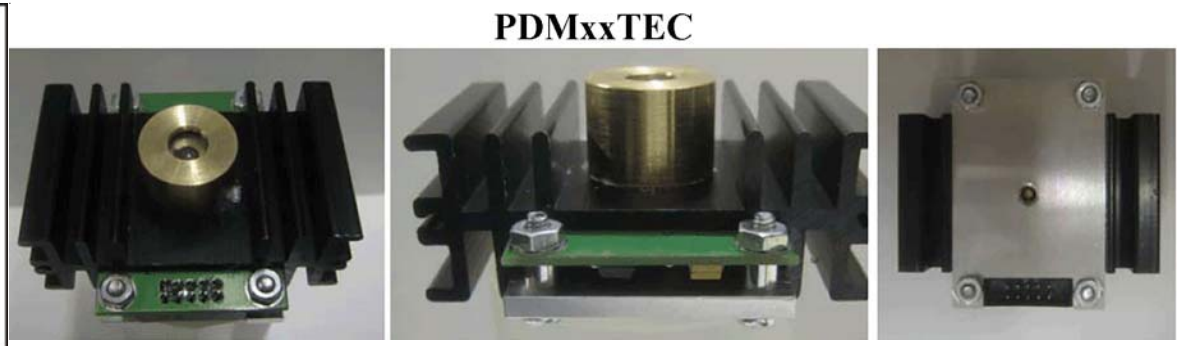


Рис.2.4.44д5. Внешний вид и габаритные размеры модулей PDMxxTEC

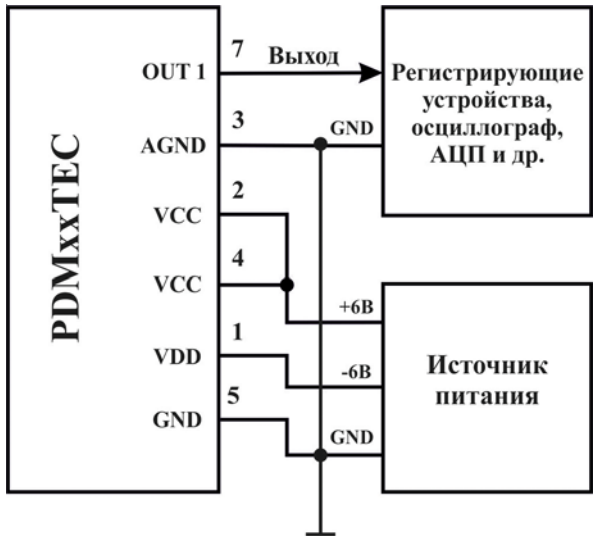


Рис.2.4.44д6. Схема включения модулей PDMxxTEC.

2.4.3.3. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФУО-611, ФУО-612, ФУО-613, ФУО-614 [$\Delta\lambda$=1…5,2 мкм, $\lambda_{макс}$=2...3,8 мкм]

Охлаждаемые фотоприемные устройства ФУО-611, ФУО-612, ФУО-613, ФУО-614 предназначены для приема и регистрации инфракрасного излучения в диапазоне длин волн от 1 до 5,2 мкм.

Фотоприемные устройства представляют собой изделия, содержащие фоторезистор на основе халькогенидов свинца с термоэлектрическим охладителем (до 220° К) и усилитель фотосигнала, размещенные в едином герметичном металлостеклянном корпусе.

Каждый тип фотоприемного устройства имеет девять модификаций, отличающихся друг от друга размерами фоточувствительной площадки.

Электрические и эксплуатационные параметры ФПУ приведены в табл. 2.4.35. Фотоэлектрические параметры фотоприемных устройств приведены в табл. 2.4.36. - 2.4.39. Назначение выводов ФПУ ФУО-611...ФУО-614 приведено в табл. 2.4.40.

Относительные спектральные характеристики чувствительности приведены на рис. 2.4.46... 2.4.49.

Внешний вид, габаритные размеры и схема включения ФПУ приведены на рис. 2.4.50 и 2.4.51.

Фотоприемные устройства применяются в радиометрах, тепловизорах, в оптических спектрометрах, анализаторах газовых и жидких сред, а также в системах фотоэлектрической автоматики.

Таблица 2.4.35. Основные электрические и эксплуатационные параметры ФУО-611, ФУО-612, ФУО-613, ФУО-614

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Напряжение питания ФПУ, В	18±3
Ток потребления ФПУ, мА, не более	30
Напряжение питания термоэлектрического охладителя, В	2
Ток потребления термоэлектрического охладителя, А, не более	3
Выходное сопротивление усилителя фотосигнала, Ом, не более	1000
Сопротивление изоляции между выводами и корпусом ФПУ, МОм, менее	100
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+60
Габаритные размеры, мм, не более	∅45 х 45
Масса, г, не более	150
№ рисунка	2-634 и 2-635

2.4.3.3.1. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФУО-611-1, ФУО-611-2, ФУО-611-3, ФУО-611-4, ФУО-611-5, ФУО-611-6, ФУО-611-7, ФУО-611-8, ФУО-611-9 [$\Delta\lambda$=1…3,1 мкм, $\lambda_{макс}$=2 мкм]

Таблица 2.4.36. Фотоэлектрические параметры ФПУ ФУО-611 при температуре 20±50С

Тип ФПУ	Размеры ф.ч.э, мм	Δλ, мкм	λмакс, мкм	SU, В/Вт, не менее	D*, Вт-1*Гц1/2*см, не менее	τ, с, не более
ФУО-611-1	0,1 x 0,1	1,0...3,1	2,0±0,2	$5*10^5$	$5*10^8$	$1,5*10^{-3}$
ФУО-611-2	0,2 x 0,2	1,0...3,1	2,0±0,2	$3*10^5$	$5*10^8$	$1,5*10^{-3}$
ФУО-611-3	0,3 x 0,3	1,0...3,1	2,0±0,2	$1*10^5$	$5*10^8$	$1,5*10^{-3}$
ФУО-611-4	0,5 x 0,5	1,0...3,1	2,0±0,2	$8*10^6$	$5*10^8$	$1,5*10^{-3}$
ФУО-611-5	1,0 x 1,0	1,0...3,1	2,0±0,2	$5*10^4$	$5*10^8$	$1,5*10^{-3}$
ФУО-611-6	2,0 x 2,0	1,0...3,1	2,0±0,2	$3*10^4$	$5*10^8$	$1,5*10^{-3}$
ФУО-611-7	3,0 x 3,0	1,0...3,1	2,0±0,2	$2*10^4$	$5*10^8$	$1,5*10^{-3}$
ФУО-611-8	5,0 x 5,0	1,0...3,1	2,0±0,2	$1*10^4$	$5*10^8$	$1,5*10^{-3}$
ФУО-611-9	0,5 x 3,0	1,0...3,1	2,0±0,2	$2*10^4$	$5*10^8$	$1,5*10^{-3}$

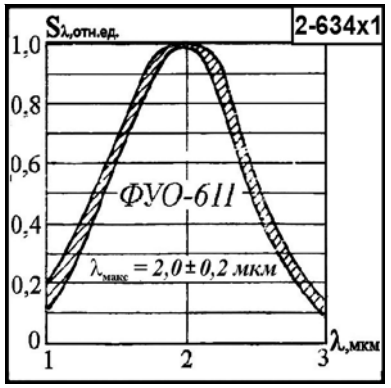


Рис. 2.4.46. Относительная спектральная характеристика ФПУ ФУО-611.

2.4.3.3.2. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФУО-612-1, ФУО-612-2, ФУО-612-3, ФУО-612-4, ФУО-612-5, ФУО-612-6, ФУО-612-7, ФУО-612-8, ФУО-612-9 [$\Delta\lambda$=1…3,6 мкм, $\lambda_{макс}$=2,7 мкм]

Таблица 2.4.37. Фотоэлектрические параметры ПУ ФУО-612 при температуре 20±5^{0}С

Тип ФПУ	Размеры ф.ч.э., мм	Δλ, мкм	λмакс, мкм	SU, В/Вт, не менее	D*, Вт-1*Гц1/2*см, не менее	τ, с, не более
ФУО-612-1	0,1 x 0,1	1,0...3,6	2,7±0,2	$1*10^6$	$3*10^9$	$5*10^{-4}$
ФУО-612-2	0,2 x 0,2	1,0...3,6	2,7±0,2	$8*10^5$	$3*10^9$	$5*10^{-4}$
ФУО-612-3	0,3 x 0,3	1,0...3,6	2,7±0,2	$6*10^5$	$3*10^9$	$5*10^{-4}$
ФУО-612-4	0,5 x 0,5	1,0...3,6	2,7±0,2	$4*10^5$	$3*10^9$	$5*10^{-4}$
ФУО-612-5	1,0 x 1,0	1,0...3,6	2,7±0,2	$2*10^5$	$3*10^9$	$5*10^{-4}$
ФУО-612-6	2,0 x 2,0	1,0.-.3,6	2,7±0,2	$5*10^4$	$3*10^9$	$5*10^{-4}$
ФУО-612-7	3,0 x 3,0	1,0...3,6	2,7±0,2	$2*10^4$	$3*10^9$	$5*10^{-4}$
ФУО-612-8	5,0 x 5,0	1,0. ..3,6	2,7±0,2	$1*10^4$	$3*10^9$	$5*10^{-4}$
ФУО-612-9	0,5 x 3,0	1,0...3,6	2,7±0,2	$1*10^5$	$3*10^9$	$5*10^{-4}$

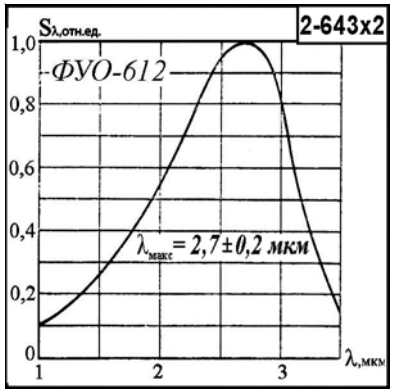


Рис. 2.4.47. Относительная спектральная характеристика ФПУ ФУО-612.

2.4.3.3.3. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФУО-613-1, ФУО-613-2, ФУО-613-3, ФУО-613-4, ФУО-613-5, ФУО-613-6, ФУО-613-7, ФУО-613-8, ФУО-613-9 [$\Delta\lambda$=1…4,4 мкм, $\lambda_{макс}$=3,3 мкм]

Таблица 2.4.38. Фотоэлектрические параметры ФПУ ФУО-613 при температуре 20±5^{0}С

Тип ФПУ	Размеры ф.ч.э., мм	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	S_U, В/Вт, не менее	D*, Вт-1*Гц1/2*см, не менее	τ, с, не более
ФУО-613-1	0,1 x 0,1	1,0...4,4	3,3±0,2	$1*10^6$	$4*10^9$	$2*10^{-4}$
ФУО-613-2	0,2 x 0,2	1,0...4,4	3,3±0,2	$8*10^5$	$4*10^9$	$2*10^{-4}$
ФУО-613-3	0,3 x 0,3	1,0...4,4	3,3±0,2	$6*10^5$	$4*10^9$	$2*10^{-4}$
ФУО-613-4	0,5 x 0,5	1,0...4,4	3,3±0,2	$4*10^5$	$4*10^9$	$2*10^{-4}$
ФУО-613-5	1,0x1,0	1,0...4,4	3,3±0,2	$2*10^5$	$4*10^9$	$2*10^{-4}$
ФУО-613-6	2,0 x 2,0	1,0...4,4	3,3±0,2	$5*10^4$	$4*10^9$	$2*10^{-4}$
ФУО-613-7	0,3 x 0,3	1,0...4,4	3,3±0,2	$2*10^4$	$4*10^9$	$2*10^{-4}$
ФУО-613-8	5,0 x 5,0	1,0...4,4	3,3±0,2	$1*10^4$	$4*10^9$	$2*10^{-4}$
ФУО-613-9	0,5 x 0,3	1,0...4,4	3,3±0,2	$1*10^5$	$4*10^9$	$2*10^{-4}$

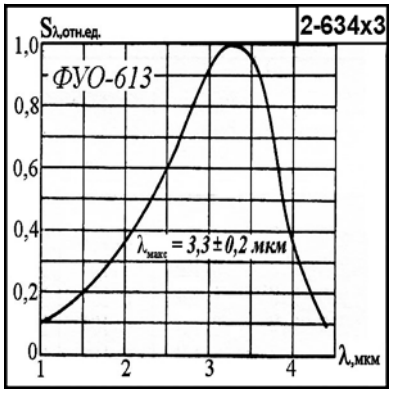


Рис. 2.4.48. Относительная спектральная характеристика ФПУ ФУО-613.

2.4.3.3.4. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФУО-614-1, ФУО-614-2, ФУО-614-3, ФУО-614-4, ФУО-614-5, ФУО-614-6, ФУ0-614-7, ФУО-614-8, ФУО-614-9 [$\Delta\lambda$=1…5,2 мкм, $\lambda_{макс}$=3,8 мкм]

Таблица 2.4.39. Фотоэлектрические параметры ФПУ ФУО-614 при температуре 20±5^{0}С

Тип ФПУ	Размеры ф.ч.э., мм	Δλ, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	S_U, В/Вт, не менее	D*, Вт-1*Гц1/2*см, не менее	τ, с, не более
ФУО-614-1	0,1 x 0,1	1,0.. .5,2	3,8±0,2	$1*10^6$	$2,5*10^9$	$5*10^{-5}$
ФУО-614-2	0,2 x 0,2	1,0...5,2	3,8±0,2	$5*10^5$	$2,5*10^9$	$5*10^{-5}$
ФУО-614-3	0,3 x 0,3	1,0...5,2	3,8±0,2	$2*10^5$	$2,5*10^9$	$5*10^{-5}$
ФУО-614-4	0,5 x 0,5	1,0...5,2	3,8±0,2	$1*10^5$	$2,5*10^9$	$5*10^{-5}$
ФУО-614-5	1, 0 x 1,0	1,0.. 5,2	3,8±0,2	$1*10^5$	$2,5*10^9$	$5*10^{-5}$
ФУО-614-6	2,0 x 2,0	1,0...5,2	3,8±0,2	$3*10^4$	$2,5*10^9$	$5*10^{-5}$
ФУ0-614-7	3,0 x 3,0	1,0...5,2	3,8±0,2	$1*10^4$	$2,5*10^9$	$5*10^{-5}$
ФУО-614-8	5,0 x 5,0	1,0...5,2	3,8±0,2	$1*10^4$	$2,5*10^9$	$5*10^{-5}$
ФУО-614-9	0,5 x 0,3	1,0...5,2	3,8±0,2	$3*10^4$	$2,5*10^9$	$5*10^{-5}$

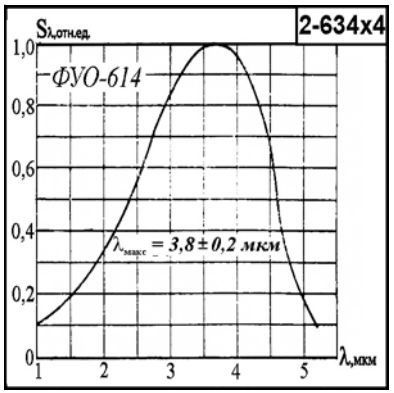


Рис. 2.4.49. Относительная спектральная характеристика ФПУ ФУО-614.

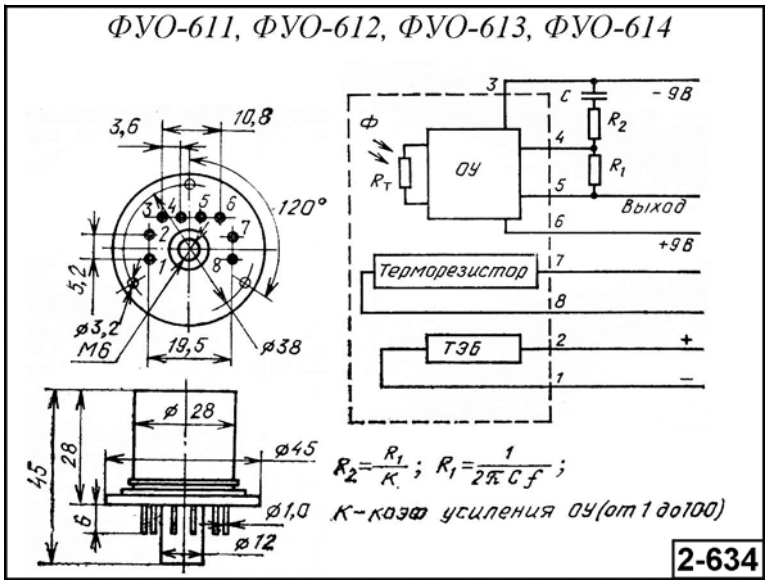
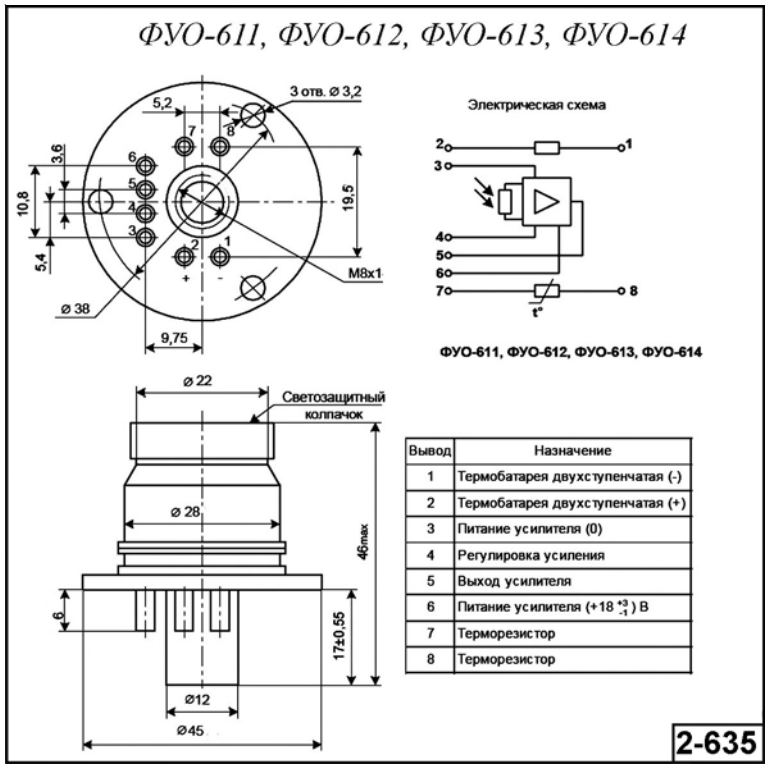




Рис. 2.4.50. Внешний вид, габаритные размеры и схема включения ФПУ ФУО-611...ФУО-614.

Таблица 2.4.40. Назначение выводов ФПУ ФУО-611...ФУО-614.

Вывод	Назначение
1	Минус термоэлектрического охладителя
2	Плюс термоэлектрического охладителя
3	Ноль питания I канала электронного тракта ФПУ
4	Инвертирующий вход операционного усилителя (регулировка усиления)
5	Выход лектронного тракта ФПУ
6	Плюс питания электронного тракта ФПУ
7, 8	Терморезистор
Корпус	Минус питания электронного тракта ФПУ



Вывод	Назначение
1	Термобатарея двухступенчатая (-)
2	Термобатарея двухступенчатая (+)
3	Питание усилителя (0)
4	Регулировка усиления
5	Выход усилителя
6	Питание усилителя (+18 $^{+3}_{-1}$) В
7	Терморезистор
8	Терморезистор

Рис. 2.4.51. Внешний вид, габаритные размеры и схема включения ФПУ ФУО-611...ФУО-614. Модифицированный вариант

2.4.3.4. Двухканальные охлаждаемые фотоприемные устройства ФУЛ-611-11, ФУЛ-611-12, ФУМ-611-4 [$\Delta\lambda$=1…5,2 мкм, $\lambda_{макс}$=2...3,8 мкм]

Двухканальные охлаждаемые герметичные ФПУ предназначены регистрации излучения в диапазоне длин волн от 1 до 5,2 мкм. Фотоприемные устройства состоят из двухэлементного фоторезистора с термоэлектрическим охлаждением и двухканального усилителя фотосигнала, размещенных в едином герметичном металлостеклянном корпусе.

Фотоприемное устройство ФУЛ-611 имеет два фоточувствительных элемента, работающих в диапазоне длин волн от 1 до 4,5 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.

Основные электрические и эксплуатационные параметры ФПУ приведены в табл.2.4.41. Основные фотоэлектрические параметры приведены в табл. 2.4.42. Назначение выводов ФПУ приведено в табл. 2.4.43. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики приборов приведены на рис. 2.4.52 - 2.4.55.

Таблица 2.4.41. Основные электрические и эксплуатационные параметры ФУЛ-611, ФУМ-611.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Напряжение питания ФПУ, В	18±3
Ток потребления электронного тракта ФПУ, мА, не более	30
Напряжение питания термоэлектрического охладителя, В	2
Ток потребления термоэлектрического охладителя, А, не более	3
Выходное сопротивление усилителя фотосигнала, Ом, не более	1000
Сопротивление изоляции между выводами и корпусом ФПУ, МОм, менее	100
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+60
Габаритные размеры, мм, не более	∅45 x 45
Масса, г, не более	150
№ рисунка	2-636 и 2-637

Таблица 2.4.42. Основные фотоэлектрические параметры ФУЛ-611, ФУМ-611.

Тип ФПУ	Номер канала	Размеры ф.ч.э., мм	$\Delta\lambda$, мкм	$\lambda_{макс}$, мкм	S_U,В/Вт, не менее	D*, Вт-1*Гц1/2*см, не менее	τ, с, не более
ФУЛ-611-11		0,7 x 1,7 (2)	1,0…4,5	3,5±0,2	$1*10^4$	$4*10^9$	$0,2*10^{-3}$
ФУЛ-611-12		0,7 x 4,5 (2)	1,0…4,5	3,5±0,2	$5*10^3$	$4*10^9$	$0,2*10^{-3}$
ФУМ-611-4 (двухканальное)	1	0,5 x 0,5 (2)	1,0...3,1	2,0±0,2	$8*10^5$	$5*10^8$	$1,5*10^{-3}$
	2		1,0…5,2	3,8±0,2	$6*10^4$	$1,6*10^9$	$5*10^{-5}$

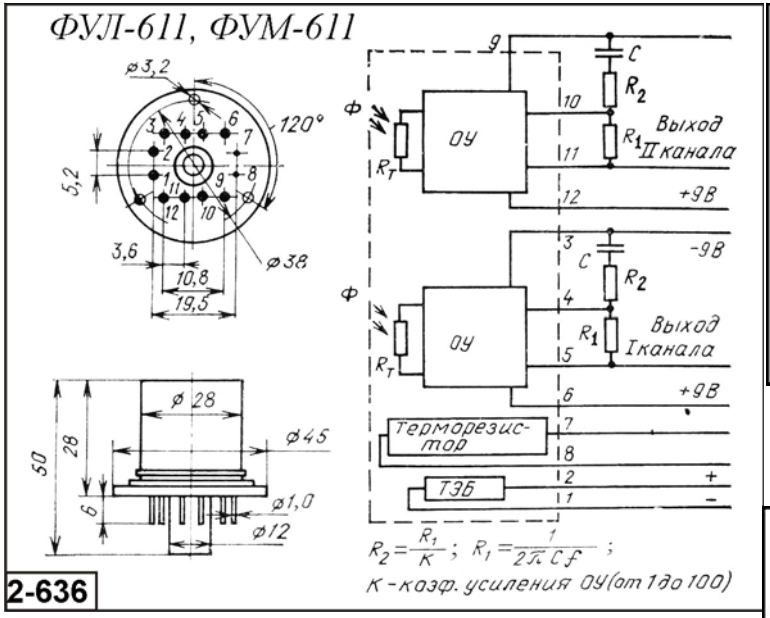


Рис. 2.4.52. Внешний вид, габаритные размеры и схема включения ФПУ ФУЛ-611 и ФУМ-611.

Вывод	Назначение
1	Минус термоэлектрического охладителя
2	Плюс термоэлектрического охладителя
3	Ноль питания I канала электронного тракта ФПУ
4	Инвертирующий вход операционного усилителя (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 (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

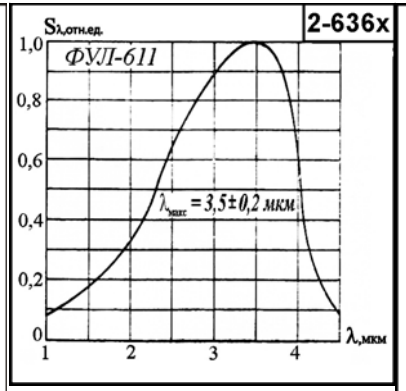


Рис. 2.4.53. Относительная спектральная характеристика ФПУ ФУЛ-611

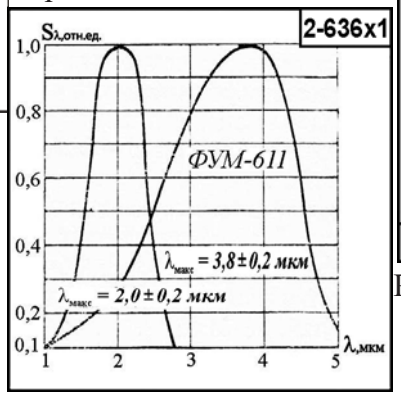
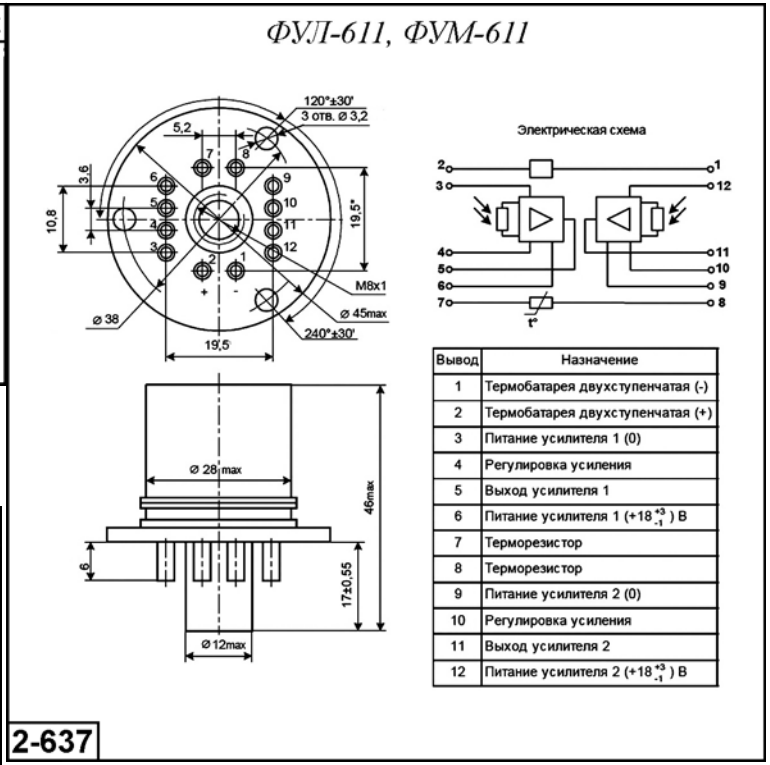


Рис. 2.4.54. Относительная спектральная характеристика ФПУ ФУМ-611



Вывод	Назначение
1	Термобатарея двухступенчатая (-)
2	Термобатарея двухступенчатая (+)
3	Питание усилителя 1 (0)
4	Регулировка усиления
5	Выход усилителя 1
6	Питание усилителя 1 ($+18^{+3}_{-1}$) В
7	Терморезистор
8	Терморезистор
9	Питание усилителя 2 (0)
10	Регулировка усиления
11	Выход усилителя 2
12	Питание усилителя 2 ($+18^{+3}_{-1}$) В

Рис. 2.4.55. Внешний вид, габаритные размеры и схема включения ФПУ ФУЛ-611 и ФУМ-611 Модифицированный вариант

Таблица 2.4.43. Назначение выводов ФПУ ФУО-611...ФУО-614.

2.4.3.5. Многоканальные охлаждаемые фотоприемные устройства ФУР662, ФУР663, ФУР664 [Δλ=1,6…5,2 мкм]

Многоканальные фотоприемные устройства ФУР662, ФУР663, ФУР664 предназначены для эксплуатации в оптико-электронной аппаратуре, работающей в диапазоне 1,6…5,2 мкм.

Фотоприемные устройства включают в себя многоэлементную фоточувствительную структуру и многоканальный усилитель фотосигнала. Основным элементом для изготовления фоточувствительного элемента является селенид свинца, легированный примесями элементов пятой группы. Охлаждение ф.ч.э. осуществляется при помощи - 4-х каскадного термоэлектрического охладителя (ТЭО).

ФПУ размещены в оригинальном, герметичном металлостеклянном корпусе. Вывод сигнала осуществляется при помощи двух многопроводных кабелей с разъемами на концах.

Основные электрические, эксплуатационные параметры приведены в табл. 2.4.44, фотоэлектрические параметры приведены в табл. 2.4.46 - 2.4.48. Назначение выводов приведено в табл 2.4.45. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.56... 2.4.58.

Табл. 2.4.44. Основные электрические и эксплуатационные параметры ФПУ ФУР662, ФУР663, ФУР664.

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Напряжение питания предусилителей, В	±10
Коэффициент усиления предусилителя	500
Полоса пропускания предусилителей, Гц	10…15000
Напряжение питания термобатареи, В	7
Время выхода на рабочий режим, с	80
Диапазон рабочих температур, °С	-60…+60
Масса, г, не более	300

Таблица 2.4.45. Назначение выводов ФПУ ФУР662, ФУР663, ФУР664.

Номер контакта	Разъем X1	Разъем X2	Разъем X3	Разъем X4
	Назначение контактов	Назначение контактов	Назначение контактов	Назначение контактов
1	+ 10 В	Выход 1 канала	Выход 17 канала	Выход 33 канала
2	-10 В	Выход 2 канала	Выход 18 канала	Выход 34 канала
3	+7 В ТЭБ	Выход 3 канала	Выход 19 канала	Выход 35 канала
4	Общий	Выход 4 канала	Выход 20 канала	Выход 36 канала
5	ОТЭБ	Выход 5 канала	Выход 21 канала	Выход 37 канала
6.	+7 В ТЭБ	Выход 6 канала	Выход 22 канала	Выход 38 канала
7	Общий	Выход 7 канала	Выход 23 канала	Выход 39 канала
8	ОТЭБ	Выход 8 канала	Выход 24 канала	Выход 40 канала
9	Терморезистор	Выход 9 канала	Выход 25 канала	Выход 41 канала
10	Терморезистор	Выход 10 канала	Выход 26 канала	Выход 42 канала
11	Свободный	Выход 11 канала	Выход 27 канала	Выход 43 канала
12	Свободный	Выход 12 канала	Выход 28 канала	Выход 44 канала
13	Свободный	Выход 13 канала	Выход 29 канала	Выход 45 канала
14	Свободный	Выход 14 канала	Выход 30 канала	Выход 46 канала
15	Свободный	Выход 15 канала	Выход 31 канала	Выход 47канала
1С	Свободный	Выход 16 канала	Выход 32 канала	Выход 48 канала
17	Свободный	Общий	Общий	Общий
18	Свободный	Общий	Общий	Общий
19	Свободный	Корпус	Корпус	Корпус

2.4.3.5.1. Многоканальные охлаждаемое фотоприемные устройства ФУР662А, ФУР662Б, ФУР662В [$\Delta\lambda$=1,6…4 мкм, $\lambda_{макс}$=2,7 мкм]

Фотоприемные устройства ФУР662А, ФУР662Б, ФУР662В предназначены для регистрации излучения в диапазоне 1,6...4 мкм.

Основные параметры фотоприемных устройств приведены в таблице 2.4.46. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.57...2.4.59.

Таблица 2.4.46. Основные фотоэлектрические параметры ФУР662А, ФУР662Б, ФУР662В при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра								
	ФУР662А			ФУР662Б			ФУР662В		
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,05 x 0,05	0,1 x 0,1	0,15 x 0,15	0,05 x 0,05	0,1 x 0,1	0,15 x 0,15	0,05 x 0,05	0,1 x 0,1	0,14 x 0,14
Количество ф.ч.э. (расположение ф.ч.э.)	16 (линейка)			32 (линейка)			48 (линейка или матрица)		
Область спектральной чувствительности, мкм	1,6…4,0			1,6…4,0			1,6…4,0		
Максимум спектральной характеристики, мкм	2,7±0,2			2,7±0,2			2,7±0,2		
Вольтовая чувствительность, S_U, В/Вт, не менее	$1,5*10^8$	$1*10^8$	$4*10^7$	$1,5*10^8$	$1*10^8$	$4*10^7$	$1,5*10^8$	$1*10^8$	$4*10^7$
Монохроматическая вольтовая чувствительность, $S_{u\lambda max}$, В/Вт, не менее	$5,2*10^9$	$5,2*10^9$	$1,4*10^9$	$5,2*10^9$	$5,2*10^9$	$1,4*10^9$	$5,2*10^9$	$5,2*10^9$	$1,4*10^9$
Удельная обнаружительная способность , D*,см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	$3,5*10^9$	$5*10^9$	$6*10^9$	$3,5*10^9$	$5*10^9$	$6*10^9$	$3,5*10^9$	$5*10^9$	$6*10^9$
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, D*$_{\lambda max}$,см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	$1,2*10^{10}$	$1,7*10^{10}$	$2,1*10^{10}$	$1,2*10^{10}$	$1,7*10^{10}$	$2,1*10^{10}$	$1,2*10^{10}$	$1,7*10^{10}$	$2,1*10^{10}$
Постоянная времени, мкс, не более	300								
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅100 x 30			∅100 x 41			∅100 x 54		
Масса, г, не более	300								
№ рисунка	2-638			2-639			2-640		

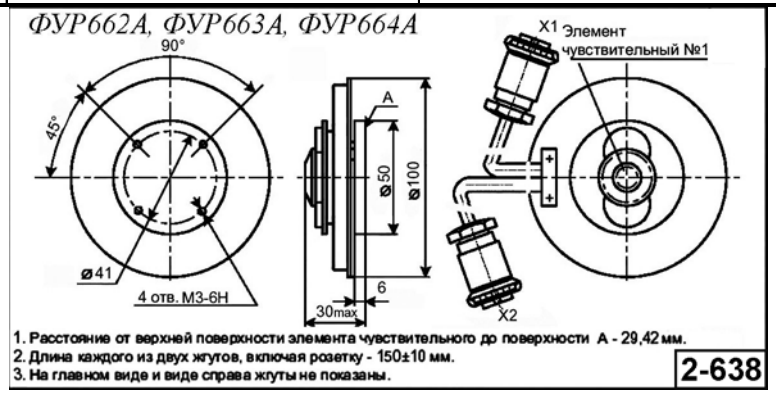


Рис. 2.4.56. Внешний вид и габаритные размеры ФУР662А, ФУР663А, ФУР664А.

2.4.3.5.2. Многоканальные охлаждаемые фотоприемные устройства ФУР663А, ФУР663Б, ФУР663В [Δλ=1,6…4,9 мкм, $\lambda_{макс}$=3,4 мкм]

Фотоприемные устройства ФУР663А, ФУР663Б, ФУР663В предназначены для регистрации излучения в диапазоне 1,6...4,9 мкм.

Основные параметры фотоприемных устройств приведены в таблице 2.4.47. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.57...2.4.59.

Таблица 2.4.47. Основные фотоэлектрические параметры ФУР663А, ФУР663Б, ФУР663В при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра								
	ФУР663А			ФУР663Б			ФУР663В		
Размеры фоточуствительного элемента, мм	0,05 x 0,05	0,1 x 0,1	0,15 x 0,15	0,05 x 0,05	0,1 x 0,1	0,15 x 0,15	0,05 x 0,05	0,1 x 0,1	0,14 x 0,14
Количество ф.ч.э. (расположение ф.ч.э.)	16 (линейка)			32 (линейка)			48 (линейка или матрица)		
Область спектральной чувствительности, мкм	1,6…4,9			1,6…4,9			1,6…4,9		
Максимум спектральной характеристики, мкм	3,4±0,2			3,4±0,2			3,4±0,2		
Вольтовая чувствительность, S_U, В/Вт, не менее	$1*10^8$	$7*10^7$	$4,5*10^7$	$1*10^8$	$7*10^7$	$4,5*10^7$	$1*10^8$	$7*10^7$	$4,5*10^7$
Монохроматическая вольтовая чувствительность, $S_{u\lambda max}$, В/Вт, не менее	$1,5*10^9$	$1,1*10^9$	$6,7*10^8$	$1,5*10^9$	$1,1*10^9$	$6,7*10^8$	$1,5*10^9$	$1,1*10^9$	$6,7*10^8$
Удельная обнаружительная способность , D*,см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	$4,5*10^9$	$5*10^9$	$5*10^9$	$4,5*10^9$	$5*10^9$	$5*10^9$	$4,5*10^9$	$5*10^9$	$5*10^9$
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, $D^*_{\lambda max}$,см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	$6,7*10^{10}$	$7,5*10^{10}$	$7,5*10^{10}$	$6,7*10^{10}$	$7,5*10^{10}$	$7,5*10^{10}$	$6,7*10^{10}$	$7,5*10^{10}$	$7,5*10^{10}$
Постоянная времени, мкс, не более	50								
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅100 x 30			∅100 x 41			∅100 x 54		
Масса, г, не более	300								
№ рисунка	2-638			2-639			2-640		

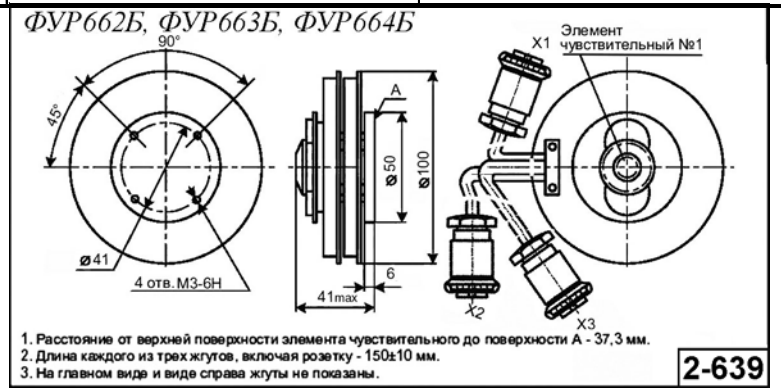


Рис. 2.4.57. Внешний вид и габаритные размеры ФУР662Б, ФУР663Б, ФУР664Б.

2.4.3.5.3. Многоканальные охлаждаемое фотоприемные устройства ФУР664А, ФУР664Б, ФУР664В [$\Delta\lambda$=1,6…5,2 мкм, $\lambda_{макс}$=3,8 мкм]

Фотоприемные устройства ФУР664А, ФУР664Б, ФУР664В предназначены для регистрации излучения в диапазоне 1,6...5,2 мкм.

Основные параметры фотоприемных устройств приведены в таблице 2.4.48. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.57...2.4.59.

Таблица 2.4.48. Основные фотоэлектрические параметры ФУР664А, ФУР664Б, ФУР664В при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра								
	ФУР664А			ФУР664Б			ФУР664В		
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,05 x 0,05	0,1 x 0,1	0,15 x 0,15	0,05 x 0,05	0,1 x 0,1	0,15 x 0,15	0,05 x 0,05	0,1 x 0,1	0,14 x 0,14
Количество ф.ч.э. (расположение ф.ч.э.)	16 (линейка)			32 (линейка или матрица)			48 (линейка)		
Область спектральной чувствительности, мкм	1,6…5,2			1,6…5,2			1,6…5,2		
Максимум спектральной характеристики, мкм	3,8±0,2			3,8±0,2			3,8±0,2		
Вольтовая чувствительность, S_U, В/Вт, не менее	$3,5*10^7$	$6*10^7$	$1,5*10^7$	$3,5*10^7$	$6*10^7$	$1,5*10^7$	$3,5*10^7$	$6*10^7$	$1,5*10^7$
Монохроматическая вольтовая чувствительность, $S_{u\lambda max}$, В/Вт, не менее	$4,2*10^9$	$7,2*10^8$	$1,8*10^8$	$4,2*10^9$	$7,2*10^8$	$1,8*10^8$	$4,2*10^9$	$7,2*10^8$	$1,8*10^8$
Удельная обнаружительная способность , D*,см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	$4,5*10^9$	$5*10^9$	$5*10^9$	$4,5*10^9$	$5*10^9$	$5*10^9$	$4,5*10^9$	$5*10^9$	$5*10^9$
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, $D^*_{\lambda max}$,см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	$4,8*10^{10}$	$6*10^{10}$	$4,8*10^{10}$	$4,8*10^{10}$	$6*10^{10}$	$4,8*10^{10}$	$4,8*10^{10}$	$6*10^{10}$	$4,8*10^{10}$
Постоянная времени, мкс, не более	15								
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅100 x 30			∅100 x 41			∅100 x 54		
Масса, г, не более	300								
№ рисунка	2-638			2-639			2-640		

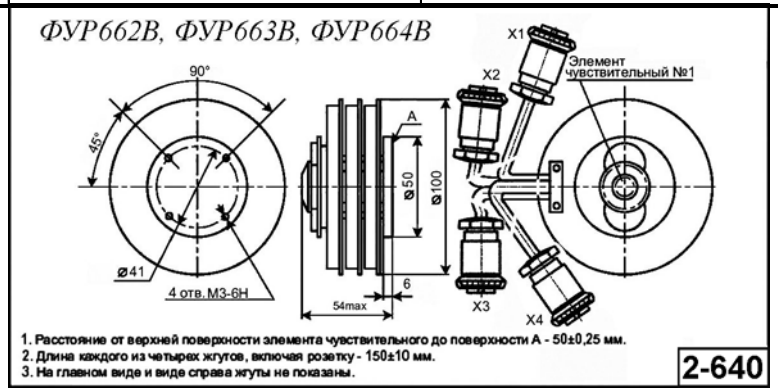


Рис. 2.4.58. Внешний вид и габаритные размеры ФУР662В, ФУР663В, ФУР66В.

2.4.3.5д. Многоканальное фотоприемное устройство ФУЛ-123 [$\Delta\lambda$=3...5 мкм, $\lambda_{макс}$ = 4...4,2 мкм].

Многоканальное фотоприемное устройство ФУЛ-123 предназначено для регистрации инфракрасного излучения в диапазоне 3...5 мкм.

В состав фотоприемного устройства входят: 14-ти элементный фоторезистор на основе PbSe, трехкаскадный термоэлектрический охладитель и 14-ти канальный блок предварительного усиления. Фотоприемное устройство размещено в нестандартном герметичном корпусе.

Основные параметры ФПУ ФУЛ-123 приведены в табл.2.4.48д. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ приведены на рис. 2.4.58д.

Таблица 2.3.48д. Основные параметры ФПУ ФУЛ-123 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Материал ФЧЭ	селенид свинца
Число ФЧЭ	14
Размер ФЧЭ, мкм	150 x 200
Область спектральной чувствительности, мкм	3...5
Длина волны максимума спектральной чувствительности, мкм	4…4,2
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной чувствительности, В * $Вт^{-1}$	$1,0 * 10^5$
Обнаружительная способность (300К,400 Гц), см * $Гц^{½}$ * $Вт^{-1}$	$4 * 10^9$
Обнаружительная способность в максимуме спектральной чувствительности, см * $Гц^{½}$ * $Вт^{-1}$	$(1,2...3,0)10^{10}$
Коэффициент внутреннего усиления	50…60
Уровень собственных шумов при (F=400Гц, Δf = 150 Гц), мкВ	340…400
Рабочая температура ФЧЭ, К	293
Система охлаждения	3-х каскадный ТЭО
Мощность, рассеиваемая термоохладителем, Вт	3,5
Габаритные размеры, мм	∅24 x 15



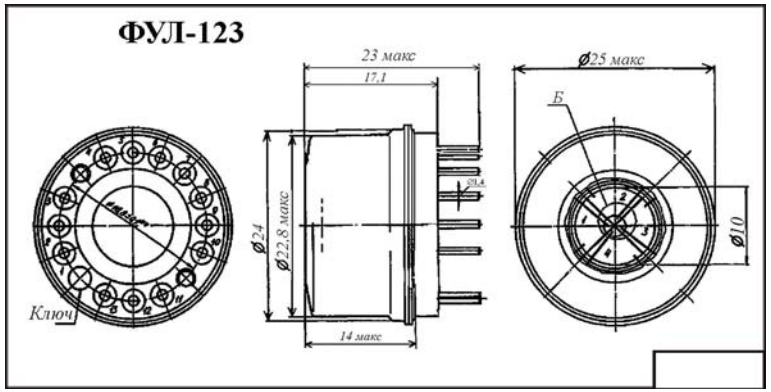


Рис. 2.4.58д. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ ФУЛ-123.

2.4.3.6. Охлаждаемые фотоприемные устройства “Спектр”, “Стяг-Ч”, “Планета” [Δλ=1…4,7 мкм]

Охлаждаемые фотоприемные устройства “Спектр”, “Стяг-Ч”, “Планета” реализованы с использованием ф.ч.э. из селенида свинца, и предназначены для регистрации излучения в диапазоне 1…4,8 мкм.

Многоканальное фотоприемное устройство “Стяг-Ч” содержит фоточувствительную матричную структуру (16 х 4 эл.) и многоканальный усилитель фотосигнала. Охлаждение ф.ч.э. осуществляется при помощи - 2-х каскадного ТЭО. Корпус ФПУ оригинальный, герметичный с 72-х контактным разъемом.

ФПУ “Спектр” содержит один фоточувствительный элемент и линейный усилитель сигнала. Корпус ФПУ оригинальный, герметичный. Вывод сигнала - 3-х проводной кабель. Охлаждение ф.ч.э. осуществляется при помощи - 2-х каскадного ТЭО.

Многоканальное фотоприемное устройство “Планета” - содержит фоточувствительную линейную структуру (128 эл.) и мультиплексор. Корпус ФПУ оригинальный, герметичный. Вывод сигнала -многопроводный (4 х 16) кабель. Охлаждение ф.ч.э. осуществляется при помощи радиатора, соединенного с космическим пространством.

Назначение фотоприемных устройств – использование в научном и экологическое оборудовании и приборах.

Основные параметры фотоприемных устройств приведены в таблице 2.4.49. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.59 - 2.4.61.

Таблица 2.4.49. Основные параметры ФПУ “Планета”, “Спектр” и “Стяг-Ч” при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора /Норма параметра		
	ФПУ «Планета»	ФПУ «Спектр»	ФПУ «Стяг-Ч»
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	1,8…4,7	1…4,8	1…4,7
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,1 х 0,1	0,7 х 0 ,7	0,5 х 0,5
Количество фоточувствительных элементов, шт	128	1	64 (16 х 4)
Шаг, мм	0,12	-	0,7
Вольтовая чувствительность, В/Вт	-	-	$1*10^5$
Коэффициент вариации вольтовой чувствительности работающих каналов,%	0,1…0,2	-	-
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	$1*10^{10}$	$7*10^{10}$	$1*10^{10}$
Постоянная времени, мкс	50	50	50
Рабочее напряжение питания, В	15	10…15	
Сопротивление нагрузки, кОм, не менее	10		
Количество параллельных сигнальных каналов, шт	16	-	-
Рабочая температура ф.ч.э., ^{o}К	240	293	240
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅58 х 70	∅8 х 11,5	∅58 х 60
№ рисунка	2-641	2-643	2-642

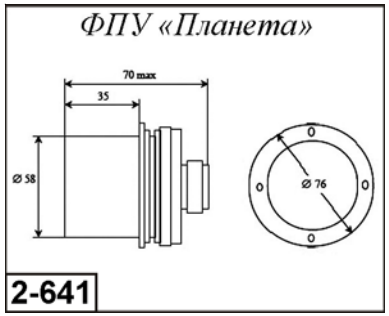


Рис. 2.4.59. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ “Планета”.

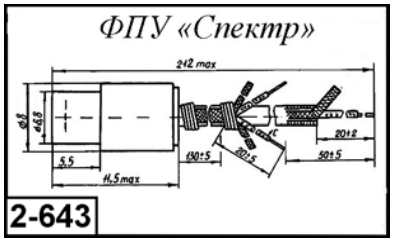


Рис. 2.4.60. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ “Спектр”.

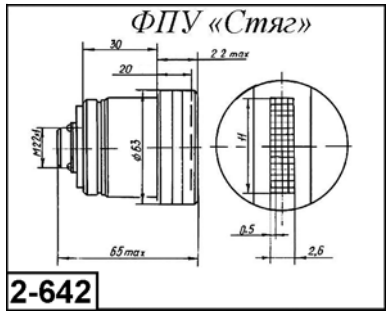


Рис. 2.4.61. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ “Стяг”.

2.4.3.7. Многоканальные охлаждаемые фотоприемные устройства ФУР129Л, ФУР129Л-01, ФУР139Л, ФУР-142 [$\Delta\lambda$=1…5 мкм, $\lambda_{макс}$=3,7...4,1 мкм]

Многоканальные охлаждаемые фотоприемные устройства ФУР129Л, ФУР129Л-01, ФУР139Л, ФУР-142 реализованы с использованием фоточувствительных элементов из селенида свинца, и предназначены для регистрации излучения в диапазоне 1…5,0 мкм.

Многоканальное фотоприемное устройство ФУР129 выпускается двух вариантов в зависимости от топологии фоточувствительных площадок: ФУР129Л – содержит 2 две 32-х элементных линейки с шахматным расположением ф.ч.э.; ФУР129Л-01 содержит одну 64-х элементную линейку ф.ч.э. Охлаждение ф.ч.э. осуществляется при помощи - 2-х каскадного ТЭО. В состав ФПУ входит малошумящий 64-х канальный усилитель фотосигнала. ФПУ размещены в оригинальном, герметичном металлостеклянном корпусе.

Многоканальное фотоприемное устройство ФУР139Л представляет собой изделие, содержащее 2-рядную (128х2) фоторезисторную структуру и два 128-канальных мультиплексора. Охлаждение ф.ч.э. осуществляется при помощи - 2-х каскадного ТЭО. ФПУ размещены в оригинальном, герметичном металлостеклянном корпусе. Количество выводов - 2.

Многоканальное фотоприемное устройство ФУР142 включает в себя 14-ти элементную фоточувствительную структуру и 14-канальное малошумящее устройство предварительного усиления, которые размещенные в едином металлостеклянном корпусе ФПУ.

Назначение фотоприемных устройств: аппаратура для обнаружения лесных пожаров, при проведении поисковых и спасательных работ, для диагностики в медицине, мониторинге в ИК-диапазоне, в системах охраны, поиска и слежения.

Основные параметры фотоприемных устройств приведены в таблице 2.4.50. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.4.62 - 2.4.64.

Таблица 2.4.50. Основные параметры фотоприемных устройств ФУР129Л, ФУР129Л-01, ФУР139Л, ФУР-142 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора /Норма параметра			
	ФУР129Л	**ФУР129Л-01**	**ФУР-142**	**ФУР139Л**
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	3,0.. .5,0	3,0.. .5,0	3,0.. .5,0	1,5-5,0
Максимум спектральной характеристики, мкм	3,7…4,1	3,7…4,1	-	-
Размеры фоточувствительного элемента, мм	0,1x0,1	0,1x0,09	0,48x0,1	0,48x0,1
Количество фоточувствительных элементов, шт	2x32	1x64	14	2 x 128
Длина линейки ф.ч.э. (подложки), мм	(8,8)	(8,8)	(8,8)	
Вольтовая чувствительность, В/Вт	$1*10^7$	$1*10^7$	-	$1*10^7$
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	$3x10^{10}$	$3x10^{10}$	$3x10^{10}$	$3x10^{10}$
Постоянная времени, мкс	25	25	-	0,03
Рабочее напряжение питания, $U_{ФчЭ}/U_{ТЭО}$, В	6/3	6/3		
Потребляемая мощность, Вт, не более	2,7	2,7	-	8
Рабочая температура ф.ч.э., ^{o}К	223	223	223	223
Диапазон рабочих температур , ^{o}С	65		65	
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	62x48x34	62x48x34	∅38x73,2	110 x 90 x 25
Масса, г, не более	180	180	200	-
№ рисунка	2-644		2-646	2-645

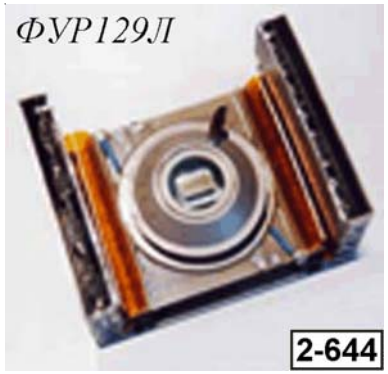


Рис. 2.4.62. Внешний вид ФПУ ФУР129Л и ФУР129Л-01



Рис. 2.4.63. Внешний вид ФПУ ФУР-139

Рис. 2.4.64. Внешний вид ФПУ ФУР-142



2.4.3.8. Многоканальное охлаждаемое фотоприемное устройство ФУР138Л [Δλ=0,5…3 мкм]

Многоканальное охлаждаемые фотоприемное устройство ФУР138Л реализовано с использованием фоточувствительных элементов из сернистого свинца, и предназначено для регистрации излучения в диапазоне 0,5…3 мкм.

Фотоприемное устройство представляет собой изделие, содержащее двухрядную (128х2) фоторезисторную структуру и два 128-канальных мультиплексора. Охлаждение ф.ч.э. осуществляется при помощи - 2-х каскадного термоэлектрического охладителя. ТЭО.

ФПУ размещены в оригинальном, герметичном металлостеклянном корпусе. Количество выводов - 2.

Область применения: тепловизионная и спектрометрическая аппаратура различного назначения, системы управление техпроцессами, охранные устройства и т.п.

Основные фотоэлектрические параметры ФПУ приведены в таблице 2.4.51. Внешний вид приведен на рис. 2.4.65.

Таблица 2.4.51. Основные параметры фотоприемного устройства ФУР138Л при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	0,5 - 3
Размер фоточувствительной площадки, мм	40 x 40
Число элементов, шт	2 x 128
Длина линейки, мм	11,5
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, $см*Гц^{1/2}*Вт^{-1}$, не менее	до $4 * 10^{11}$
Вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	$3 * 10^{8}$
Доля работоспособных элементов, %, не менее	95
Период опроса линейки элементов, мс	1
Потребляемая мощность ТЭО, Вт	8
Габаритные размеры, мм	110 x 90 x 25
№ рисунка	2-647



Рис. 2.4.65. Внешний вид ФПУ ФУР138Л

2.4.3.9. Многоканальное охлаждаемое фотоприемное устройство АПУ-РЛМ-411 [$\Delta\lambda$=3…5 мкм, $\lambda_{макс}$=4,5 мкм]

Многоканальное фотоприемное устройство АПУ-РЛМ-411 реализовано с использованием ф.ч.э. из селенида свинца, и предназначены для регистрации излучения в диапазоне 3…5,0 мкм.

Фотоприемное устройство АПУ-РЛМ-411 представляет собой изделие, содержащее линейную (128 эл) фоторезисторную структуру и многоканальный блок усиления и обработки фотосигнала. Охлаждение ф.ч.э. осуществляется при помощи - 4-х каскадного термоэлектрического охладителя. ФПУ размещено в оригинальном металлическом корпусе.

ФПУ предназначено для применения в носимых тепловизионных приборах для экологического, промышленного и технологического контроля.

Основные фотоэлектрические параметры ФПУ приведены в таблице 2.4.52. Внешний вид приведен - на рис. 2.4.66.

Таблица 2.4.52. Основные параметры фотоприемного устройства АПУ-РЛМ-411 при температуре 20±5°С

Наимевание параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	3 - 5
Длина волны максимума спектральной чувствительности, мкм	4,5 ± 0,2
Размер фоточувствительного элемента, мкм	(25±5) x (35±5)
Количество линнек фоточувствительных элементов	1
Количество фоточувствительных элементов в линейке	128
Шаг линейки фоточувствительных элементов, мкм	35
Общая длина линейки фоточувствительных элементов, мм	4,47
Количество каналов	128
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, $D^*_{\lambda макс}$, $Вт^{-1}$ см $Гц^{0,5}$, не менее	$2,5 \times 10^{10}$
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В $Вт^{-1}$, не менее	$1,0 \times 10^{7}$
Разброс вольтовой чувствительности относительно среднего значения, %, не более	22
Рабочая полоса пропускания:	
- нижняя граница, Гц, не более	5
- верхняя граница, кГц, не менее	6
Напряжение питания фотоприемного устройства, В	12
Потребляемая мощность, Вт, не более	11
Время выхода на режим, мин., не более	1
Масса, г, не более	900
Габаритные размеры изделия , мм [№ рисунка]	260 x 130 x 178 [2-648]



Рис. 2.4.66. Внешний вид ФПУ АПУ-РЛМ-411.

2.4.3.10. Охлаждаемое фотоприемное устройство “Фотометр” [$\Delta\lambda$=2,2…5,5 мкм, $\lambda_{макс}$=4,6...5,4 мкм]

Охлаждаемое фотоприемное устройство «Фотометр» предназначено для применения в спектрофотометрической аппаратуре высокого разрешения, работающей в области спектра 3 - 5 мкм. ФПУ состоит из охлаждаемого фоторезистора на основе антимонида индия и усилителя фотосигнала, размещенных в едином защитном металлическом корпусе. Для охлаждения фоторезистора используется жидкий азот.

Основные фотоэлектрические параметры ФПУ приведены в таблице 2.4.53. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены - на рис. 2.4.67. Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения не допускается.

Таблица 2.4.53. Основные параметры фотоприемного устройства "Фотометр" при температуре при температуре 20±5°С

Наимевание параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	2,2 - 5,5
Длина волны максимума спектральной чувствительности, мкм	4,6 - 5,4
Размер фоточувствительного элемента, мкм	0,4 x 0,4 или 0,1 x 0,4
Количество фоточувствительных элементов в линейке	1
Зазор между элементами, мм	0,006
Количество каналов	1
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, $D^*_{\lambda макс}$, $В^{т-1*}$ см $*Гц^{0,5}$, не менее :	
для чувствительного элемента 0,4 x 0, 4 мм	$(1,5 - 5) \times 10^{10}$
для чувствительного элемента 0,1 x 0, 4 мм	$(2 - 5) \times 10^{10}$
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее:	
для чувствительного элемента 0,4 x 0, 4 мм	$(1 - 3,5) \times 10^{5}$
для чувствительного элемента 0,1 x 0, 4 мм	$(0,6 - 2,2) \times 10^{6}$
Рабочая полоса пропускания:	5
- нижняя граница, Гц, не более	3,5
- верхняя граница, кГц, не менее	600
Напряжение питания фотоприемного устройства, В	12±10%
Ток потребления, мА, не более	15
Время выхода на режим, мин., не более	5
Время автономной работы, ч, не менее	2
Диапазон рабочих температур, °С	25±5
Габаритные размеры изделия, мм [№ рисунка]	∅70 x 155 [2-649]
Масса, г, не более	400

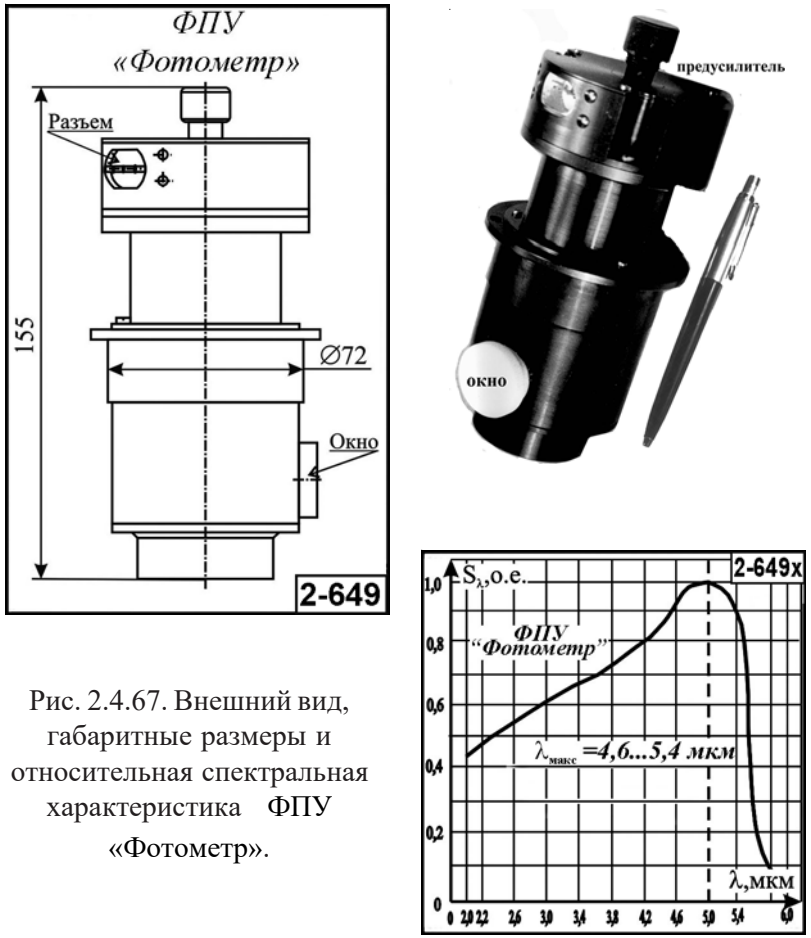


Рис. 2.4.67. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ «Фотометр».

2.4.3.11. Многоканальное охлаждаемое фотоприемное устройство “Новость” [$\Delta\lambda$=3,4…5,4 мкм, $\lambda_{макс}$=3,8...4,8 мкм]

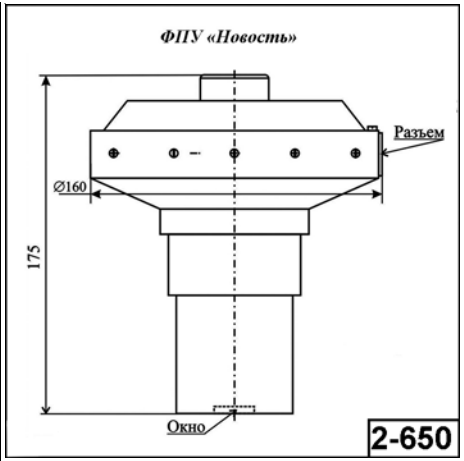
Многоканальное охлаждаемое фотоприемное “Новость” предназначено для применения в медицинском цветном тепловизоре, работающем в диапазоне 3,4 – 5,4 мкм.

Фотоприемное устройство состоит из 11-элементного охлаждаемого фотодиода на основе антимонида индия и 11-канального блока усилителей фотосигнала, размещенных в едином защитном металлическом корпусе. Для охлаждения фотодиода используется жидкий азот. Блок усилителей имеет встроенную регулировку чувствительности для выравнивания сигнала по каналам ФПУ.

Основные фотоэлектрические параметры ФПУ приведены в таблице 2.4.54. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приведены - на рис. 2.4.68. Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения не допускается.

Таблица 2.4.54. Основные параметры фотоприемного устройства "Новость" при температуре 20±5°С

Наимевание параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	3,4 - 5,4
Длина волны максимума спектральной чувствительности, мкм	3,8 - 4,8
Размер фоточувствительного элемента, мкм	0,15 x 0,15
Количество фоточувствительных элементов в линейке	11
Зазор между элементами, мм	0,006
Угол зрения, град, не менее	60
Количество каналов	11
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, $D^*_{\lambda макс}$, $В^{т-1*}$ см $*Гц^{0,5}$, не менее	6×10^{10}
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее	3×10^5
Разброс вольтовой чувствительности относительно среднего значения, %, не более	22
Рабочая полоса пропускания:	5
- нижняя граница, Гц, не более	3
- верхняя граница, кГц, не менее	35
Напряжение питания фотоприемного устройства, В	±15
Ток потребления, мА, не более	±15
Время выхода на режим, мин., не более	5
Время автономной работы, ч, не менее	3
Диапазон рабочих температур, °С	25±5
Габаритные размеры изделия, мм [№ рисунка]	∅155 x 150 [2-650]
Масса, кг, не более	1,0





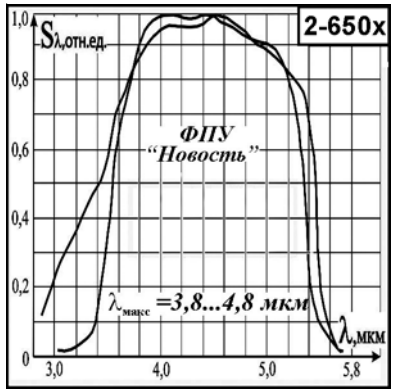


Рис. 2.4.68. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика ФПУ «Новость».

2.4.3.12. Многоканальные охлаждаемые фотоприемные устройства ФПУ-30, ФПУ-31, ФПУ-32, ФПУ-34 [Δλ=3…5 мкм]

Многоканальные фотоэлектрические МДП-фотоприемные устройства ФПУ-30, ФПУ-31, ФПУ-32 и ФПУ-34 предназначены для преобразования оптическихсигналов в электрические, и их последовательного считывания в составе оптико-электронной аппаратуры, работающей в диапазоне длин волн от 3 до 5 мкм.

Организация ФПУ. Фотоприемные устройства ФПУ-30, ФПУ-31, ФПУ-32 и ФПУ-34 представляют собой интегральную линейную структуру МДП-фотоприемников из антимонида индия, работающих на принципе инжекции заряда (ПЗИ), совмещенную с кремниевым МДП-коммутатором. Коммутатор имеет выходной истоковый повторитель. Фотоприемные устройства работают в двух режимах: режиме непрерывного накопления и в режиме последовательного накопления. Структурные схемы приборов приведены на рис. 2.4.69 и 2.4.70.

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

Фотоприемные устройства ФПУ-30, ФПУ-31, ФПУ-32 и ФПУ-34 различаются между собой конструкцией корпуса и количеством фоточувствительных элементов. Фотоприемпые устройства ФПУ-31, ФПУ-32 и ФПУ-34 выпускались в стеклянном корпусе-криостате. ФПУ снабжены охлаждаемым фильтром, формирующим спектральную характеристику приборов. Для присоединения прибора к внешним электрическим цепям он имеет разъем типа РС-32.

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

Фотоприемное устройство ФПУ-30 выпускалось в стандартном 48-выводном металлостеклянном корпусе типа 421.48-3, имеющем лейкосапфировое входное окно. Фотоприемное устройство должно размещаться в специальном корпусе-криостате. Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения не допускается. Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.4.55. Внешний вид и габаритные размеры приборов приведены на рисю 2.4.71 - 2.4.73.

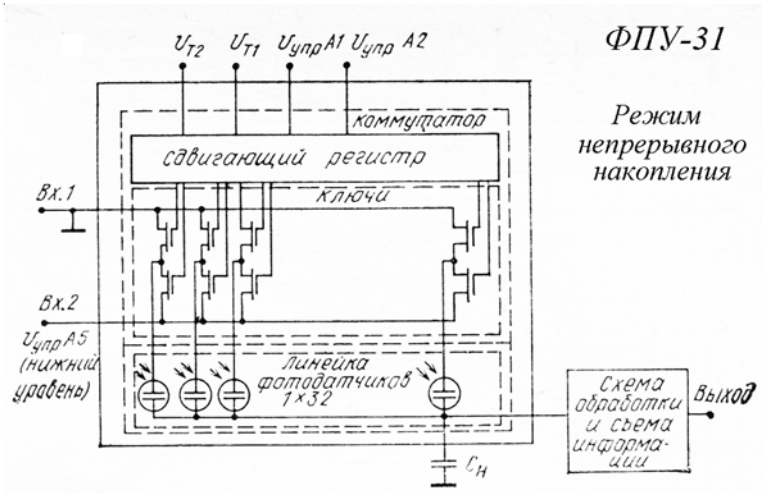


Рис. 2.4.69. Структурная схемы ФПУ-31 в режиме непрерывного накопления.

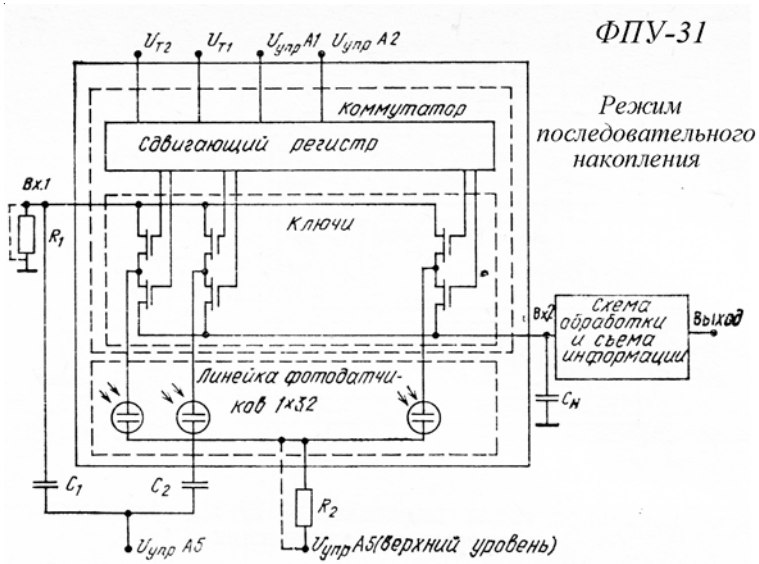


Рис. 2.4.70. Структурная схемы ФПУ-31 в режиме последовательного накопления.

Таблица 2.4.55. Основные параметры ФПУ-30, ФПУ-31, ФПУ-32 и ФПУ-34 при температуре 20±5°С

Наимевание параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра			
	ФПУ-30	ФПУ-31	ФПУ-32	ФПУ-34
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	3 - 5			
Количество фоточувствительных элементов	64	32	64	64
Угол зрения, град, не менее	40			
Коэффициент фотоэлектрической связи, %, не более	10			
Рабочая температура фоточувствительного элемента, °К	78			
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее	$1*10^6$ - $1*10^7$			
Пороговый поток, Вт, не более	$5*10^{-12}$			
Напряжение питания фотоприемного устройства, В	-12; -(13,5 - 16,5); -(3 - 11)			
Диапазон рабочих температур, °С	25±5			
Габаритные размеры, мм, не более	36 x 24 x 4,2	53 x 101 x 117	43 x 115 x 140	53 x 101 x 117
№ рисунка	2-651	2-652	2-653	2-652

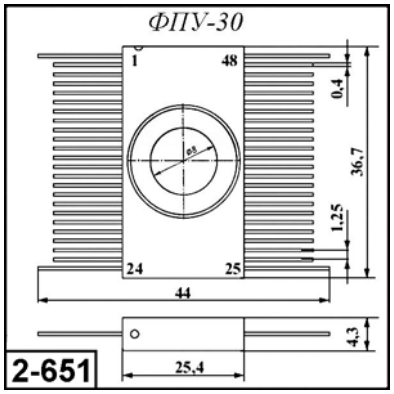
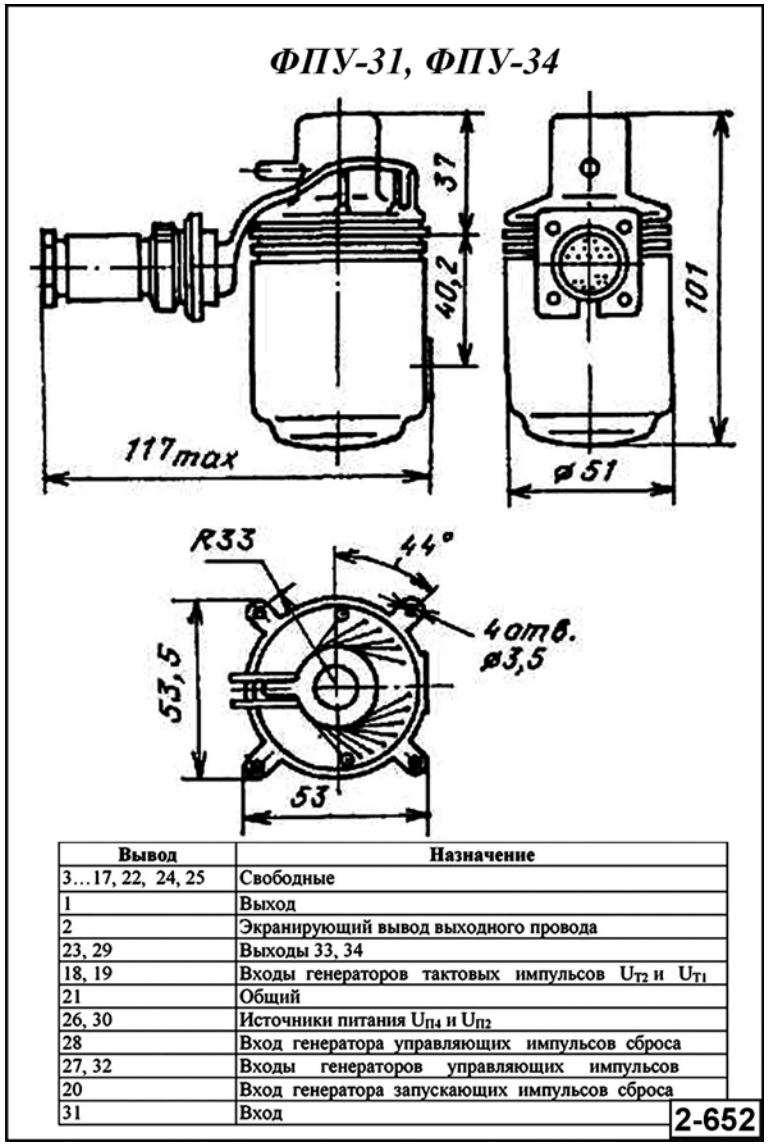
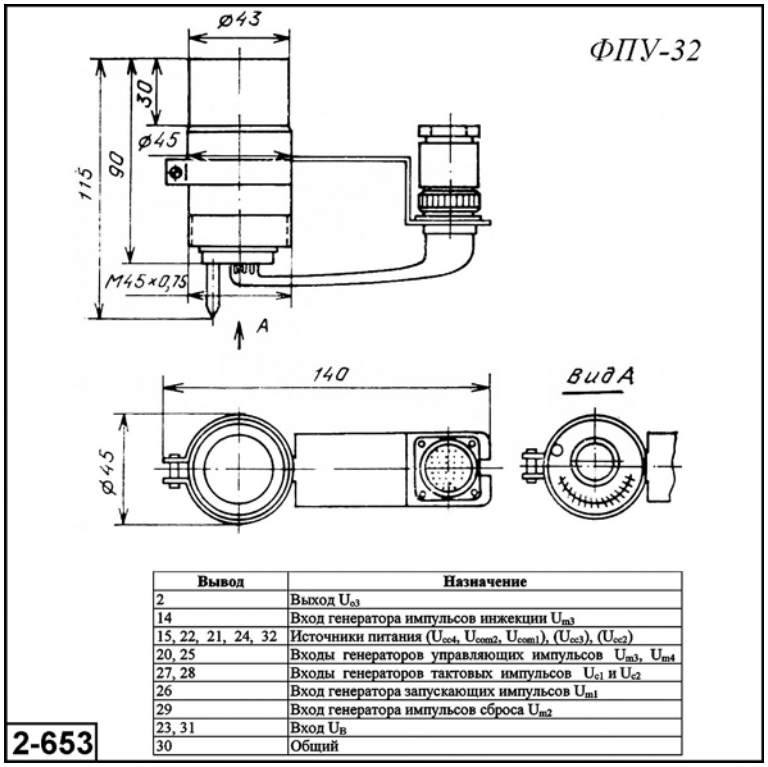


Рис. 2.4.71. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-30



Вывод	Назначение
3...17, 22, 24, 25	Свободные
1	Выход
2	Экранирующий вывод выходного провода
23, 29	Выходы 33, 34
18, 19	Входы генераторов тактовых импульсов U_{T2} и U_{T1}
21	Общий
26, 30	Источники питания $U_{П4}$ и $U_{П2}$
28	Вход генератора управляющих импульсов сброса
27, 32	Входы генераторов управляющих импульсов
20	Вход генератора запускающих импульсов сброса
31	Вход

Рис. 2.4.72. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-31 и ФПУ-34



Вывод	Назначение
2	Выход U_{o3}
14	Вход генератора импульсов инжекции U_{m3}
15, 22, 21, 24, 32	Источники питания (U_{cc4}, U_{com2}, U_{com1}), (U_{cc3}), (U_{cc2})
20, 25	Входы генераторов управляющих импульсов U_{m3}, U_{m4}
27, 28	Входы генераторов тактовых импульсов U_{c1} и U_{c2}
26	Вход генератора запускающих импульсов U_{m1}
29	Вход генератора импульсов сброса U_{m2}
23, 31	Вход U_B
30	Общий

Рис. 2.4.73. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-32

2.4.3.13. Матричные многоканальные фотоприемные устройства ФУК9М и ФУК11М [Δλ=3…5 мкм]

Матричные многоканальные фотоприемные устройства ФУК9М и ФУК11М предназначены для регистрации излучения в спектральном диапазоне 3 - 5 мкм.

ФПУ состоят из охлаждаемых матричных фоточувствительных структур на основе антимонида индия и многоканального блока усиления и обработки фотосигнала, размещенных в едином защитном металлическом корпусе.

Охлаждение фоточувствительного элемента ФПУ ФУК9М до рабочей температуры 80°К осуществляется дроссельным микротеплообменником, охлаждение ф.ч.э. ФПУ ФУК11М до рабочей температуры 80°К осуществляется микрокриогенной системой (МКС) на газовой криогенной машине типа интегральный Стирлинг.

Матричные фотоприемные устройства на основе антимонида индия ФУК9М и ФУК11М предназначены для использования в высокочувствительных тепловизорах смотрящего типа с повышенным разрешением для медицины, геологоразведки, метеорологического и экологического мониторинга, сельского хозяйства. Матричные ФПУ не требуют оптико-механических сканирующих устройств, поэтому тепловизионную технику на их основе отличают малые габариты и энергопотребление.

Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.4.56.

Таблица 2.4.56. Основные параметры фотоприемных устройств ФУК9М и ФУК11М при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/ Норма параметра	
	ФУК9М	**ФУК11М**
Формат	128x128	256x256
Шаг матрицы, мкм	35	35
Область спектральной чувствительности, мкм	3 - 5	3 - 5
Удельная обнаружительная способность, $D^*_{\lambda макс}$, см * $Гц^{1/2}$ * $Вт^{-1}$, не менее	$1{,}3*10^{11}$	$1{,}3*10^{11}$
Частота кадров, Гц	1000	800
Вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	$1*10^{8}$	$1*10^{8}$
Время накопления, мс	0-2	0-2
Режим работы	Режим накопления	Режим фотографии; кадровый
Количество выходов	4	4 или 8
Максимальная тактовая частота, МГц		8
Динамический диапазон выходных сигналов, дБ, не менее	60	60
Масса, г, не более	700	600
Охлаждение	Дроссельный микротемлообменник	МКС интегральный Стирлинг

2.4.3.14. Охлаждаемое фотоприемное устройство “Зима” [Δλ=8…12 мкм]

Охлаждаемое фотоприемное устройство «Зима» предназначено для регистрации излучения в спектральном диапазоне 8…12 мкм.

ФПУ состоит из охлаждаемого фоторезистора на основе соединения «кадмий-ртуть-теллур и малошумящего широкополосного усилителя фотосигнала, размещенных в едином защитном металлическом корпусе.

Фоточувствительный элемент прибора размещен внутри сосуда Дьюара с входным окном из просветленного германия. В сосуде имеется полость для размещения дроссельного микротеплообменника (МТО). Охлаждение ф.ч.э. до 80°К осуществляется путем подачи в МТО газообразного азота по трубопроводу через входной штуцер прибора.

Включение приборов в электрическую цепь без охлаждения не допускается.

Основные фотоэлектрические параметры ФПУ приведены в таблице 2.4.57. Внешний вид и габаритные размеры приведены - на рис. 2.4.74.

Таблица 2.4.57. Основные параметры фотоприемного устройства “Зима” при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Область спектральной чувствительности, мкм	8…12
Максимум спектральной характеристики, мкм	9…13
Угол обзора, град	60
Размеры фоточувствительного элемента, мкм	300 x 300
Количество фоточувствительных элементов, шт	1
Количество каналов ФПУ	1
Удельная обнаружительная способность , D* , см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	8*10^{9}
Рабочая полоса пропускания электронного тракта:	
- нижняя граница, Гц, не более 8	4
- верхняя граница (по уровню 0,5), кГц	900
Выходное сопротивление каналов, Ом, не более	1500
Напряжение питания ФПУ, В	6±10%
Ток потребления электронного тракта, А, не более	0,03
Температура криостатирования, °К	80
Время выхода на режим, мин., не более	5
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅45 x 78
Масса, кг, не более	0,3
№ рисунка	2-654

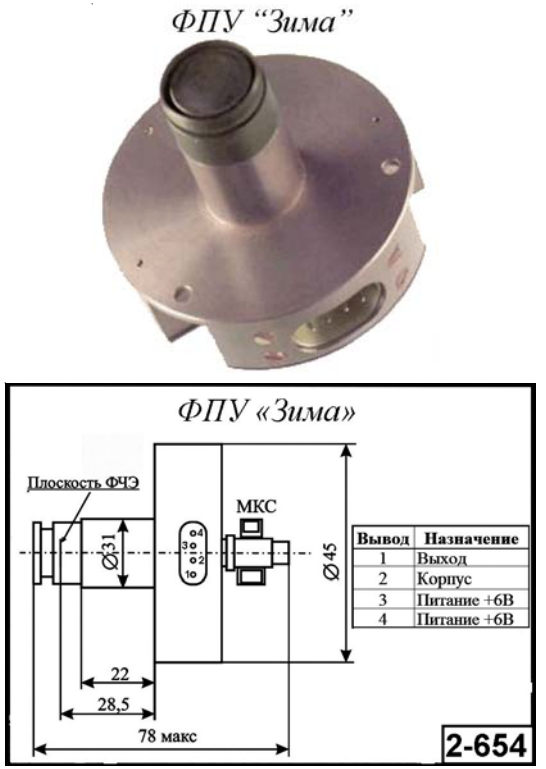


Рис. 2.4.74. Внешний вид и габаритные размеры и ФПУ «Зима».

2.4.3.15. Многоканальныее охлаждаемыее фотоприемные устройства АПУ-РЛ-406 и АПУ-РЛ-412 [Δλ=8…12 мкм]

Многоканальные охлаждаемые фотоприемные устройства АПУ-РЛ-406 и АПУ-РЛ-412 преобразуют ИК излучение в области спектра 8 – 12 мкм в электрические сигналы и осуществляют их предварительное усиление.

ФПУ состоят из охлаждаемых многоэлементных фоторезисторов на основе соединения «кадмий-ртуть-теллур и многоканального блока усиления и обработки фотосигнала, размещенных в едином защитном металлическом корпусе.

Охлаждение фоточувствительных элементов ФПУ осуществляется при помощи микрокриогенной системы (МКС) типа Сплит-Стирлинг.

Основные фотоэлектрические параметры АПУ-РЛ-406 и АПУ-РЛ-412 приведены в таблице 2.4.58. Внешний вид и габаритные размеры фотоприемных устройств приведены - на рис. 2.4.75 и .2.4.76.

Данные микрокриогенных систем охлаждения приведены далее. в гл. 2.4.3.14.1. и 2.4.3.14.2.

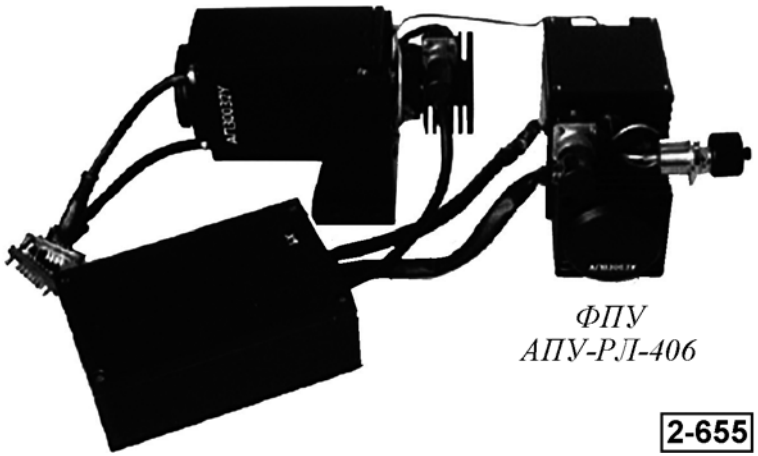


Рис. 2.4.75. Внешний вид ФПУ АПУ-РЛ-406.



Рис. 2.4.76. Внешний вид ФПУ АПУ-РЛ-412.

Таблица 2.4.58. Основные фотоэлектрические параметры фотоприемных устройств АПУ-РЛ-406, АПУ-РЛ-412 при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора /Норма параметра	
	АПУ-РЛ-406	**АПУ-РЛ-412**
Область спектральной чувствительности, мкм	8…12	8…12
Максимум спектральной характеристики, мкм	10…11	10…11,5
Размеры фоточувствительного элемента, мкм	35х35	(30±5)х(30±5)
Количество фоточувствительных элементов, шт	16	32 х 2
Расположение ф.ч.э.	линейка	2 линейки
Шаг, мкм	50	-
Количество линеек	1	2
Количество элементов в каждой линейке	16	32
Шаг линеек, мкм		100±10
Расположение ф.ч.э. в линейке	шахматное	шахматное
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее	$1*10^{8}$	$1,5*10^{7}$
Разброс вольтовой чувствительности относительно среднего значения, %, не более	-	10
Коэффициент фотоэлектрической связи каналов для расположенных рядом, %, не более	5	3
Количество каналов ФПУ	16	64
Удельная обнаружительная способность , $D^*_{\lambda макс}$, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	$4*10^{10}$	$4*10^{10}$
Рабочая полоса пропускания электронного тракта:		
- нижняя граница, Гц, не более 8	8	25
- верхняя граница (по уровню 0,5), кГц	250	150
Выходное сопротивление каналов, Ом, не более	200	200
Напряжение питания ФПУ, В	15±0,5	15±0,5
Ток потребления электронного тракта, А, не более	0,5	0,5
Тип микрокриогенной системы (МКС) охлаждения ф.ч.э.	АМС-491	АМС-490
Напряжение питания МКС, В	22…29	22…29
Потребляемая мощность МКС:		-
в пусковом режиме, Вт, не более	40	50
в рабочем режиме, Вт, не более	30	35
Температура криостатирования, °К	80	80
Время выхода на режим, мин., не более	5	5
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	255х175х95	360х255х150
Масса, кг, не более	1,5	4
№ рисунка	2-655	2-656

2.4.3.15.1. Система микрокриогенная АМС-490

Микрокриогенная система АМС-490 предназначена для криостатирования фоточувствительных элементов фотоприемных устройств на температурном уровне (80 ± 3) °К при эксплуатации в составе оптико-электронной аппаратуры и приборов.

Система АМС-490 работает по обратному замкнутому регенеративному циклу Стирлинга в исполнении Сплит-Стирлинг с постоянным количеством хладоагента. В состав системы входит машина газовая криогенная, содержащая холодную головку (микротеплообменник) с датчиком температуры и компрессор, соединенные трубопроводом, а также блок питания и управления и соединительный кабель.

Охлаждение системы комбинированное: естественная конвекция и теплопроводность конструкции с обеспечением отвода тепла в окружающую среду. Основные параметры МКС АМС-490 приведены в таблице 2.4.59. Внешний МКС вид приведен - на рис. 2.4.77.

Таблица 2.4.59. Основные параметры МКС типа АМС-490.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Температура криостатирования в установившемся режиме, К	80 ± 3
Время выхода на рабочий режим при теплопритоке не более 0,5 Вт и охлаждаемой массе не более 5 г в медном эквиваленте, (режим соответствует достижению температуры криостатирования (130 ± 10) К), мин., не более	5
Время выхода на установившийся режим при теплопритоке не более 0,5 Вт и охлаждаемой массе не более 5 г в медном эквиваленте, (режим соответствует достижению температуры криостатирования (80 ± 3) К и стабилизации параметров ф.ч.э.), мин., не более	10
Хладопроизводительность при температуре криостатирования (80 ± 3) К, Вт, не менее	0,5
Потребляемая мощность от источника постоянного тока напряжением (27^{+2}_{-5}) В, Вт:	
- в период выхода на установившийся режим, не более	50
- в установившемся режиме, не более	35
Электропитание системы осуществляется от сети постоянного тока с напряжением, В	27^{+2}_{-5}
Назначенный ресурс, часов, не менее	2500
Масса системы, кг, не более	3
Диапазон рабочих температур, °С	-50…+50
№ рисунка	2-657

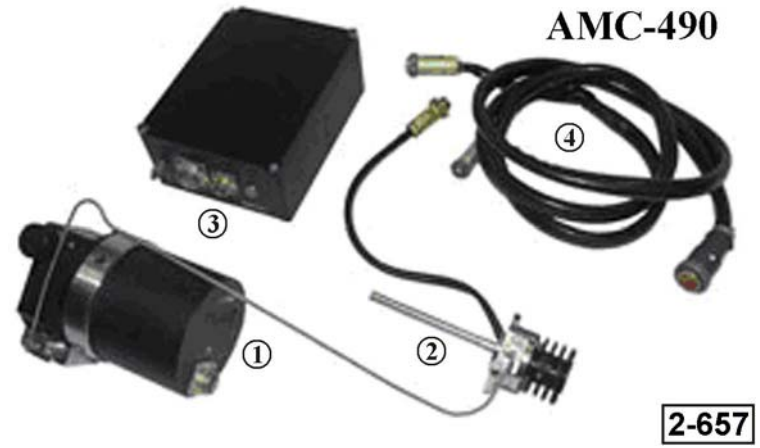


Рис. 2.4.77. Внешний вид микрокриогенной системы АМС-90: 1- компрессор, 2 - микротеплообменник, 3 - блок питания и управления, 4 - соединительный кабель.

2.4.3.15.2. Система микрокриогенная АМС-491

Микрокриогенная система АМС-491 предназначена для криостатирования фоточувствительных элементов фотоприемных устройств на температурном уровне (80 ± 2) °К при эксплуатации в составе оптико-электронной аппаратуры и приборов.

Система АМС-490 работает по обратному замкнутому регенеративному циклу Стирлинга в исполнении Сплит-Стирлинг с постоянным количеством хладоагента. В состав системы входит машина газовая криогенная, содержащая холодную головку (микротеплообменник) с датчиком температуры и компрессор, соединенные трубопроводом, а также блок питания и управления и соединительный кабель.

Охлаждение системы комбинированное: естественная конвекция и теплопроводность конструкции с обеспечением отвода тепла в окружающую среду.

Основные параметры МКС АМС-491 приведены в таблице 2.4.60. Внешний вид МКС приведен - на рис. 2.4.78.

Таблица 2.4.60. Основные параметры МКС типа АМС-491.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Температура криостатирования в установившемся режиме, К	80 ± 2
Время выхода на рабочий режим при теплопритоке не более 0,3 Вт и охлаждаемой массе не более 1,5 г в медном эквиваленте, (режим соответствует достижению температуры криостатирования (130 ± 10) К), мин., не более	5
Время выхода на установившийся режим при теплопритоке не более 0,3 Вт и охлаждаемой массе не более 1,5 г в медном эквиваленте, (режим соответствует достижению температуры криостатирования (80 ± 2) К и стабилизации параметров ф.ч.э.), мин., не более	10
Хладопроизводительность при температуре криостатирования (80 ± 2) К, Вт, не менее	0,4
Потребляемая мощность от источника постоянного тока напряжением (27^{+2}_{-5}) В, Вт:	
- в период выхода на установившийся режим, не более	40
- в установившемся режиме, не более	35
Электропитание системы осуществляется от сети постоянного тока с напряжением, В	27^{+2}_{-5}
Назначенный ресурс, часов, не менее	2500
Масса системы, кг, не более	1,5
Диапазон рабочих температур, °С	-40…+50
№ рисунка	2-658

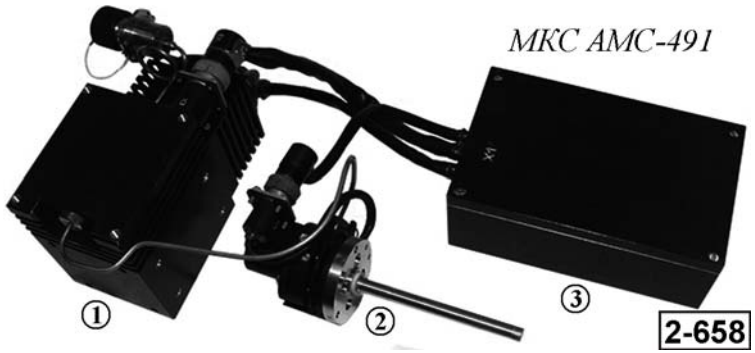


Рис. 2.4.78. Внешний вид микрокриогенной системы АМС-91: 1- компрессор, 2 - микротеплообменник, 3 - блок питания и управления.

2.4.3.16. Матричные фотоприемные устройства ФОТМ-128х128, ФОТМ-384х288, ФОТМ-768х576 [Δλ=8…14мкм]

Матричные фотоприемные устройства предназначены для регистрации излучения в спектральном диапазоне 8 - 14 мкм.

ФПУ состоят из охлаждаемых матричных фоточувствительных структур на основе соединения «кадмий-ртуть-теллур» и многоканального блока усиления и обработки фотосигнала, размещенных в едином защитном металлическом корпусе. Охлаждение фоточувствительных элементов ФПУ до рабочей температуры 80°К осуществляется микрокриогенной системой на газовой криогенной машине типа интегральный Стирлинг.

ФПУ предназначены для использования в высокочувствительных тепловизорах смотрящего типа.

Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.4.61. Внешний вид фоточувствительных элементов и ФПУ приведен на рис. 4.4.79 - 2.4.81.

Таблица 2.4.61. Основные параметры ФПУ ФОТМ-128х128, ФОТМ-384х288, ФОТМ-768х576

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора / Норма параметра		
	ФОТМ-128х128	**ФОТМ-384х384**	**ФОТМ-768х576**
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	8…10,5	8…10,5	7,5…11
Максимум спектральной характеристики, мкм	9…10	9…10	
Угол обзора, град	-	-	40
Размеры фоточувствительного элемента, мкм	35 х 35	35 х 35	25 х 25
Количество фоточувствительных элементов, шт	16384	147456	442368
Расположение ф.ч.э.	матрица	матрица	матрица
Шаг, мкм	35	35	30
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее	-	-	30
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, $D^*_{\lambda макс}$, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	4*10^{10}	4*10^{10}	Фп>3*10^{-6} Вт*см$^{-2}$
Рабочая полоса пропускания: верхняя граница (по уровню 0,5)	77 кГц (такт.)	77 кГц (такт.)	4 МГц

Фоточувствительный элемент ФПУ ФОТМ-384х288

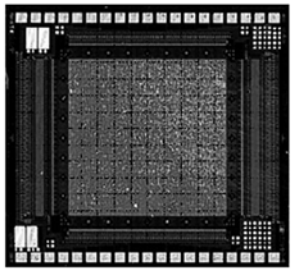


Рис. 2.4.79. Внешний вид фоточувствительного элемента ФПУ ФОТМ-384х288.

ФОТМ-128х128, ФОТМ-384х288, ФОТМ-768х576

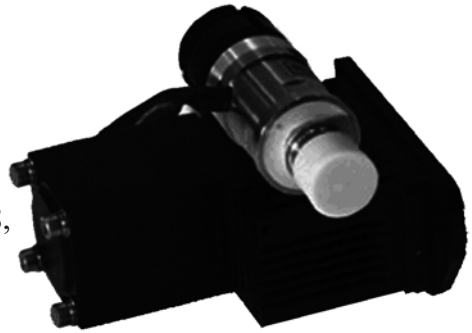


Рис. 2.4.81. Внешний вид ФПУ ФОТМ-128х128, ФОТМ-384х288, ФОТМ-768х576.

Фоточувствительный элемент ФПУ ФОТМ-128х128



Рис. 2.4.80. Внешний вид фоточувствительного элемента ФПУ ФОТМ-128х128.

2.4.3.17. Многоэлементные фотоприемные устройства ФУК2М, ФУК4М, ФУК5М, ФУК10М [Δλ=8…14мкм]

Многоэлементные фотоприемные устройства ФУК2М, ФУК4М, ФУК5М, ФУК10М предназначены для регистрации излучения в спектральном диапазоне 8 - 14 мкм.

ФПУ состоят из охлаждаемых многоэлементных фоточувствительных структур на основе соединения «кадмий-ртуть-теллур» и многоканального блока усиления и обработки фотосигнала, размещенных в едином защитном металлическом корпусе.

Охлаждение фоточувствительных элементов ФПУ до рабочей температуры 80°К осуществляется микрокриогенной системой на газовой криогенной машине типа интегральный Стирлинг.

Фотоприемные устройства предназначены для комплектации сканирующих тепловизионных систем, используемых в различных отраслях промышленности для нужд геологии, медицины, пожарной охраны, экологического контроля и контроля утечек тепла.

Основные параметры ФПУ приведены в табл. 2.4.62. Внешний вид фоточувствительных элементов и ФПУ приведен на рис. 2.4.82.

Таблица 2.4.62. Основные параметры ФПУ ФУК2М, ФУК4М, ФУК5М, ФУК10М при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора /Норма параметра			
	ФУК-2М	ФУК-4М	ФУК-5М	ФУК-10М
Область спектральной чувствительности, мкм	8…10,5	8…10,5	7,5…11	7,5…11
Максимум спектральной характеристики, мкм	9…10	9…10	-	9…10
Угол обзора, град	40	40	-	-
Размеры фоточувствительного элемента, мкм	35 x 35	35 x 35	30 x 30	35 x 35
Количество фоточувствительных элементов, шт	2x96	2x256	4x288	256x256
Расположение ф.ч.э.	линейка	линейка	линейка	матрица
Шаг, мкм	-	-	-	30
Количество линеек	2	2	4	-
Количество элементов в каждой линейке	96	256	288	-
Время накопления, мкс				2
Динамический диапазон, дБ	60	60	60	60
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной характеристики, В/Вт, не менее	$2*10^7$	$2*10^7$	$4*10^7$	$1*10^7$
Коэффициент фотоэлектрической связи каналов для расположенных рядом, %, не более	5	5	-	-
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, $D^*_{\lambda макс}$, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	$(5…6)*10^{10}$	$(4…5)*10^{10}$	$1*10^{11}$	$4*10^{10}$
Рабочая полоса пропускания: верхняя граница (по уровню 0,5)	7,5 МГц	7,5 МГц	4 МГц	4 МГц (такт.)
Масса, г	-	-	-	600



Рис. 2.4.82. Внешний вид фоточувствительного элемента ФПУ ФУК2М, ФУК4М, ФУК5М.

2.4.3.18. Фотоэлектронные модули ФЭМ2М, ФЭМ6М, ФЭМ10М [Δλ=8…14мкм]

Фотоэлектронные модули ФЭМ2М, ФЭМ6М, ФЭМ10М Фотоэлектронные модули ФЭМ2М, ФЭМ6М, ФЭМ10М предназначенны для формирования видеосигнала в диапазоне спектра 7,5…11 мкм.

В состав фотоэлектронного модуля входят: многоэлементная охлаждаемая фотодиодная структура на соединения «кадмий-ртуть-теллур», охлаждаемый мультиплексор, микрокриогенная система на газовой криогенной машине типа интегральный Стирлинг и электронный блок сопряжения. Рабочая температура ф.ч.э. - 80°К.

Фотоэлектронный модуль обеспечивает детектирование ИК-излучения, режим временной задержки и накопления сигнала, усиление и мультиплексирование сигнала. Использование режима временной задержки и накопления сигналов существенно повышает температурную чувствительность и пространственное разрешение контрольно-измерительной аппаратуры.

Основные параметры фотоэлектронных модулей ФЭМ2М, ФЭМ6М, ФЭМ10М приведены в табл. 2.4.63. Внешний вид - на рис.2.4.82д.

Модуль предназначен для комплектации сканирующих тепловизионных систем, используемых в различных отраслях промышленности для нужд геологии, медицины, пожарной охраны, экологического контроля и контроля утечек тепла.

Таблица 2.4.63. Основные параметры фотоэлектронных модулей ФЭМ2М, ФЭМ6М, ФЭМ10М при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра		
	ФЭМ2М	ФЭМ6М	ФЭМ10М
Формат	384x288	256x256	4x288
Шаг матрицы, мкм	28	30	28 - поперек 42 - вдоль линии сканирования
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	7,5...11	7,5...11	7,5...11
Удельная обнаружительная способность, см * $Гц^{1/2}$ * $Вт^{-1}$, не менее	$4*10^{10}$	-	$1*10^{11}$
Частота кадров, Гц	50	50	50
Вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	$1*10^{7}$	-	$4*10^{7}$
Время накопления, мкс	0...64	0...64	0...25
Тип выходного сигнала		по ГОСТ 7845-92	
Количество выходов	2	-	8
Максимальная тактовая частота, МГц	4	-	8
Динамический диапазон выходных сигналов, дБ, не менее	60	60	60
Температура криостатирования ф.ч.э., °К	80	80	80
Система охлаждения фоточувствительного элемента	МКС типа Сплит-Стирлинг		
Масса, г, не более	3500	1200	1300



Рис. 2.4.82д. Внешний вид модулей ФЭМ6М и ФЭМ10М..

2.4.3.18д. Матричные фотоприемные модули ФЭМ17, ФЭМ18 , ФЭМ19 [Δλ=3…5мкм]

Матричные фотоприемные модули ФЭМ17, ФЭМ18 и ФЭМ19 реализованы на основе охлаждаемой матрицы фотодиодов из антимонида индия.

Матричные фотоприемные модули предназначены для комплектования бессканерных тепловизионных систем на спектральный диапазон 3-5 мкм. В состав каждого модуля входят: матричное фотоприемное устройство, микрокриогенная система охлаждения типа интегральный Стирлинг, 82-5 К и электронный блок сопряжения.

Основные параметры фотоприемных модулей приведены в табл. 2.4.63д. Внешний вид модулей показан на рис. 2.4.82д.

Таблица 2.4.63д. Основные параметры фотоприемных модулей ФЭМ17, ФЭМ18 и ФЭМ19 при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра		
	ФЭМ17	ФЭМ18	ФЭМ19
Формат матрицы, элементов (пикселей)	320 × 256		
Шаг матрицы, мкм	30		
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	3,0-5,0	3,0-5,0	3,6-4,9
Удельная обнаружительная способность в максимуме спектральной характеристики, см×Гц$^{-1/2}$×Вт$^{-1}$, не менее	$1{,}3\times10^{11}$		
Вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	1×10^{8}		
Апертура	1 : 1,8	1 : 3	1 : 0,9
Время накопления, мкс	0 - 2000		
Режим накопления	Фотографический или кадровый		
Максимальная частота кадров, Гц	400		400
Число сигнальных выводов	4 или 8		
Максимальная тактовая частота, МГц	8		
Динамический диапазон выходных сигналов, дБ, не менее	60		
Разность температур эквивалентная шуму, мК	30	25	30
Масса с блоком сопряжения, г, не более	900		



Рис. 2.4.82д. Внешний вид модулей ФЭМ17, ФЭМ18 и ФЭМ19

2.4.3.19д. Многоканальные фотоприемные модули ФУК149М, ФУК154М, ФУК140М, ФУК143М и ФУК151М

Многоканальные фотоприемные модули построены по однотипной схеме. В ее состав входят: матрица или субматрица фоточувствительных элементов (МФЧЭ) на основе фотодиодов из InSb или КРТ; кремниевая БИС считывания (мультиплексор), гибридизированная индиевыми микроконтактами с МФЧЭ и обеспечивающая считывание, предварительное усиление и мультиплексирование сигналов МФЧЭ; вакуумный криостатируемый корпус, в котором размещены МФЧЭ, кремниевая БИС, газопоглотители и охлаждаемая диафрагма с оптическим фильтром, обеспечивающим заданный спектральный диапазон чувствительности; микрокриогенная система охлаждения (МКС) .

Области применения: тепловизионные приборы и системы, использующие сканирующие устройства для формирования изображения.

2.4.3.19д1. Фотоприемные модули ФУК149М и ФУК154М [$\Delta\lambda$=3,0..5,0 мкм, $\lambda_{макс}$ = 4,5 мкм]

Унифицированные матричные фотоприемные модули ФУК149М и ФУК154М предназначены для регистрации излучения в диапазоне 3...5 мкм. Основные параметры модулей приведены в табл.2.4.63д. Внешний вид приведен на рис. 2.4.82д1.

Таблица 2.4.63д. Основные параметры модулей ФУК149М и ФУК154М

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/Норма параметра	
	ФУК 149М	ФУК 154М
Материал ФЧЭ	InSb	
Число ФЧЭ (общее)	320 × 240	320 × 256
Размер ФЧЭ, мкм	30 × 30	
Плоский угол зрения ФЧЭ, углов. град.	32	
Область спектральной чувствительности, мкм	3,0...5,0	3,5...5,0
Длина волны максимума спектральной чувствительности, мкм	4,5	
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной чувствительности, В*Вт$^{-1}$	$1,0 * 10^{8}$	
Пороговая мощность в максимуме спектральной чувствительности, Вт/элемент	$5,0 * 10^{-13}$	
Динамический диапазон выходного сигнала, дБ, не менее	60	
Номинальное значение частоты выходного сигнала, МГц	4	
Рабочая температура ФЧЭ, К	78±2	
Система охлаждения:	МКС "МСМГ- 0,6А-0,4/80"	МКС типа "Ricor K508" или "Сапфир – МКС"

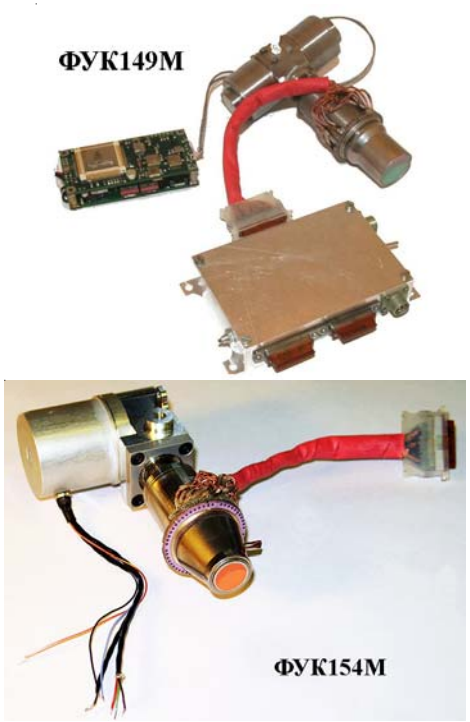


Рис. 2.4.82д1. Внешний вид модулей ФУК149М и ФУК154М

2.4.3.19д2. Фотоприемный модуль ФУК140М [$\Delta\lambda$=7,7...10,5 мкм, $\lambda_{макс}$ = 9,5 мкм]

Унифицированный матричный фотоприемный модуль ФУК140М предназначен для регистрации излучения в диапазоне 7,7...10,5 мкм. Основные параметры модулей приведены в табл.2.4.63д1. Внешний вид приведен на рис. 2.4.82д2.

Таблица 2.4.63д1. Основные параметры модуля ФУК140М

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Материал ФЧЭ	КРТ
Число ФЧЭ (общее)	4 × 288
Размер ФЧЭ, мкм	28 × 25
Шаг пикселов вдоль линейки, мкм	56
Шаг пикселов поперек линейки, мкм	43
Расстояние между рядами линеек, мкм	100
Расстояние вдоль линейки от края первого пикселя первого набора линеек до края последнего пикселя второго набора линеек, мкм	8064
Расстояние от края первого пикселя до края последнего пикселя вдоль линии сканирования, мкм	384
Плоский угол зрения ФЧЭ, углов. град.	32
Область спектральной чувствительности, мкм	7,7...10,5
Длина волны максимума спектральной чувствительности, мкм	9…10
Средняя вольтовая чувствительность, $В*Вт^{-1}$	$1,0 * 10^{7}$
Разброс интегральной вольтовой чувствительности,%	±30
Коэффициент фотоэлектрической связи между каналами, %	8
Удельная обнаружительная способность вмаксимуме спектральной чувствительности, $см * Гц^{½} * Вт^{-1}$	$1,5 * 10^{11}$
Номинальное значение частоты выходного сигнала, МГц	4
Рабочая температура ФЧЭ, К	78±2
Система охлаждения	МСМГ-3В 1/80
Время выхода на рабочий режим, мин	5



Рис. 2.4.82д2. Внешний вид модуля ФУК140М

2.4.3.19д3. Фотоприемные модули ФУК143М и ФУК151М [$\Delta\lambda$=7,7...10,5 мкм, $\lambda_{макс}$ = 9,5 мкм]

Унифицированные матричные фотоприемные модули ФУК143М и ФУК151М предназначены для регистрации излучения в диапазоне 7,7...10,5 мкм. Модули отличаются друг от друга типом используемой системы охлаждения.

Основные параметры модулей приведены в табл.2.4.63д2. Внешний вид приведен на рис. 2.4.82д3.

Таблица 2.4.63д2. Основные параметры модулей ФУК143М и ФУК151М

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Материал ФЧЭ	КРТ
Число ФЧЭ (общее)	320 × 256
Размер ФЧЭ, мкм	30 × 30
Плоский угол зрения ФЧЭ, углов. град.	32
Область спектральной чувствительности, мкм	7,7...10,5
Длина волны максимума спектральной чувствительности, мкм	9,5
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной чувствительности, В * $Вт^{-1}$	1,0 * 10^{7}
Пороговая облученность в максимуме спектральной чувствительности, Вт * $см^{-2}$	2,0 * 10^{-7}
Динамический диапазон выходного сигнала, дБ, не менее	70
Номинальное значение частоты выходного сигнала, МГц	4
Рабочая температура ФЧЭ, К	78±2
Система охлаждения: - МКСтипа"МСМГ 3В-1/80 КВО.0733.000.03" вмодуле ФУК 143М; - МКС типа "Ricor K508" или"Сапфир – МКС" в модуле ФУК 151М	



Рис. 2.4.82д3. Внешний вид модулей ФУК143М и ФУК151М

2.4.3.19д4. Фотоприемные модули ФУК148М и ФУК152М [$\Delta\lambda$=7,7...10,5 мкм, $\lambda_{макс}$ = 9,5 мкм]

Унифицированные субматричные фотоприемные модули ФУК 148М и ФУК 152М формата 4 х 288 элементов, работающие в двухпроходном режиме временной задержки и накопления,. предназначены для регистрации излучения в диапазоне 8...10,5 мкм.

Модули отличаются друг от друга типом используемой системы охлаждения.

Основные параметры модулей приведены в табл.2.4.63д3. Внешний вид приведен на рис. 2.4.82д4.

Таблица 2.4.63д3. Основные параметры модулей ФУК148М и ФУК152М

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Материал ФЧЭ	КРТ
Число ФЧЭ (общее)	4 × 288
Размер ФЧЭ, мкм	25 × 28
Шаг ФЧЭ вдоль линейки, мкм	56
Плоский угол зрения ФЧЭ, углов. град.	32
Область спектральной чувствительности, мкм	7,7...10,5
Длина волны максимума спектральной чувствительности, мкм	9,5
Вольтовая чувствительность в максимуме спектральной чувствительности, В*Вт$^{-1}$	1,0 * 10^{7}
Удельная обнаружительная способность вмаксимуме спектральной чувствительности, см * Гц^{½} * Вт$^{-1}$	1,3 * 10^{11}
Динамический диапазон выходного сигнала, дБ, не менее	70
Номинальное значение частоты выходного сигнала, МГц	4
Рабочая температура ФЧЭ, К	78±2
Система охлаждения: - МКС типа"МСМГ 3В-1/80 КВО.0733.000.03" вмодуле ФУК 148М; - МКС типа"Ricor K508" или"Сапфир– МКС" вмодуле ФУК 152М	



Рис. 2.4.82д4. Внешний вид модулей ФУК148М и ФУК152М

2.4.3.20д. Базовые тепловизионные модули МФПУ ОМ1, МФПУ-2 ОМ [Δλ=3…5 мкм]

Базовые тепловизионные модули МФПУ ОМ1 и МФПУ-2 ОМ предназначены для преобразования тепловых изображений, формируемых объективом, в цифровой видеосигнал.

Модуль МФПУ ОМ1 (МФПУ-2 ОМ) состоит из фотоматрицы ФППЗ БШ 22М установленной на хладопроводе гильзы, расположенной в вакуумированной полости корпуса-криостата (КК), апертурной охлаждаемой диафрагмы и охлаждаемого оптического фильтра.

Криостат снабжен фланецем, обеспечивающим стыковку хладопровода гильзы с узлом охлаждения газовой криогенной машины (ГКМ) типа МСМГ-5А-1,3/8.

Матрица ФППЗ БШ 22М выполнена на основе технологии создания барьеров Шоттки PtSi/Si и снабжены ПЗС-схемой считывания сигнала.

Основные параметры модулей МФПУ ОМ1 и МФПУ-2 ОМ приведены в табл. 2.4.63д4. Внешний вид и габаритные размеры модулей приведены на рис. 2.4.84д5.



МФПУ 2 ОМ



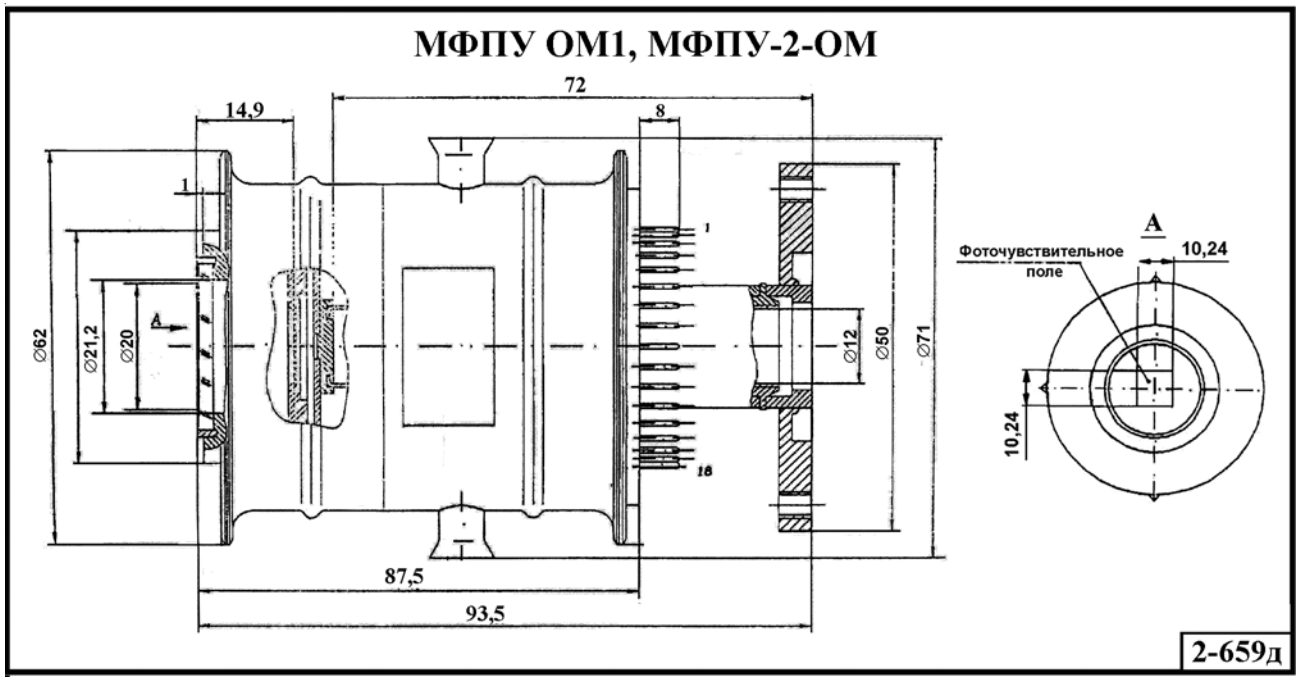


Рис. 2.4.83д5. Внешний вид и габаритные размеры модуля **МФПУ ОМ1, МФПУ-2 ОМ**

Таблица 2.4.63д4. Основные параметры МФПУ ОМ1, МФПУ-2 ОМ при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерениюю	Тип прибора /Норма параметра	
	МФПУ ОМ1	МФПУ-2 ОМ
Область спектральной чувствительности, мкм	3,0 … 5,0	
Число фоточувствительных элементов матрицы в ФППЗ БШ	256 × 256	
Размеры фоточувствительных элементов, (Г х В), мкм	18 × 30	—
Шаг элементов матрицы (Г х В), мкм	40 × 40	36 × 27
Размер фоточувствительного поля матрицы, мм		9,2 × 6,9
Интегральная чувствительность в области спектральной чувствительности 3,0 - 5, мкм, В/Вт, не менее	$1{,}5 \cdot 10^{9}$	—
Пороговая экспозиция на элемент в области спектральной чувствительности 3,0 - 5,0 мкм при уровне фона не более $3 \cdot 10^{-6}$ Вт/см^2, Вт/элем, не более	$1 \cdot 10^{-12}$	—
Пороговая облученность при уровне фона 10^{-4} Вт/см^2 , не более	—	2?10^{7} Вт/см^2
Среднеквадратичная неравномерность сигнала на соседних элементах, %, не более	5	
Среднеквадратичная неравномерность сигнала по полю матрицы, %, не более	5	
Динамический диапазон выходного сигнала, дБ, не менее	50	
Коэффициент фотоэлектрической взаимосвязи соседних элементов, %, не более	5	
Количество единичных дефектов модуля : - в центральной части поля - 0; - в 30% зоне - не более 15; - в 60% зоне - не более 15.	—	 0 15 15
Частота вывода информации, Мгц	—	2,5
Время считывания всего массива (в режиме чересстрочной развертки), мс, не более	40	40 (время накопления)
Напряжение насыщения, В, не менее	1	
Температура криостатирования фоточувствительного элемента, К	77... 80	
Организация матрицы ФППЗ БШ	с межстрочным переносом	
Выходной сигнал	параллельный десятиразрядный двоичный код	
Напряжение питания, В	-15В; 5В	
Потребляемая мощность, Вт, не более	3	
Габаритные размеры без выводов, мм, [масса, г, не более]	120 × 95 × 85 [750]	
№ рисунка	2-659д	

2.4.3.21д.. Многоспектральные фотоприемные устройства МФПУ-ГС-01, МФПУ-ГС-02, МФПУ-ГС-03 [Δλ=3,5...3,95; 5,7...9,2 и 9,2...12 мкм]

Фотоприемные устройства МФПУ-ГС-01, МФПУ-ГС-02, МФПУ-ГС-03 формата 2 х 96 реализованы на основе многоэлементных фотоприемников из теллурида кадмия ртути (КРТ) и предназначены для работы в трех оптических диапазонах.

Область применения: спутниковые метеорологические многоспектральные сканирующие системы.

Основные параметры МФПУ-ГС-01, МФПУ-ГС-02, МФПУ-ГС-03 приведены в табл. 2.4.65д. Внешний вид МФПУ приведен на рис. 2.4..84д.

Таблица 2.4.65д. Основные параметры МФПУ-ГС-01, МФПУ-ГС-02, МФПУ-ГС-03 при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибор/Норма параметра		
	МФПУ ГС-01	МФПУ-ГС-02	МФПУ-ГС-03
Количество ФЧЭ	2 х 96		
Шаг ФЧЭ, мкм	30		
Спектральный диапазон, мкм	3,5-3,95	5,7-9,2	9,2-12
Удельная обнаружительная способность, $Вт^{1} \cdot см \cdot Гц^{1/2}$	$1 \cdot 10^{11}$	$7 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^{10}$
Рабочая температура ФЧЭ, К	80	80	80
Количество мультиплицированных каналов выхода	4	4	4



Рис. 2.4.84д. Внешний вид МФПУ-ГС-01, МФПУ-ГС-02, МФПУ-ГС-03

2.4.3.22д. Фотоприемное устройство универсальное охлаждаемое "Сигма-09/У" [Δλ=0,2...3,5 и 0,6...6,0 мкм]

Универсальное фотоприемное устройство "Сигма-09/У" предназначено для измерение оптического излучения и контроля формы импульсов в УФ, видимом и в инфракрасном диапазонах спектра.

Реализовано с использованием быстродействующих охлаждаемых фоторезисторов на основе ФЧЭ из PbS или PbS-SnSe. Охлаждение ФЧЭ осуществляется при помощи ТЭО. Выходной сигнал ФПУ аналоговый, выводится на разъемы типа СР-50 и РС-10. Схема питания ФПУ изолирована от входного источника питания и корпуса прибора. Прибор снабжен фильтрами подавления НЧ и ВЧ шумов.

Основные параметры ФПУ приведены в табл. **2.4.66д.** Внешний вид прибора показан на рис. 2.4.85д.

Фотоприемное устройство "Сигма-09/У" является универсальным измерительным инструментом для выполнения различных задач в области науки и производства. В том числе, для контроля перегрева букс железнодорожных вагонов.

Таблица 2.4.66д. Основные параметры ФПУ “Сигма-09/У” при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения	Матенриал ФЧЭ/ Норма параметра	
	PbS	PbS-SnSe
Спектральный диапазон, нм	0,2…3,5	0,6…6,0
Размеры фоточувствительной площадки, мм	от 0,5 х 0,5 до 10,0 х 10,0	2 х 2
Материал входного окна	кварц, сапфир, флюорит	
Угол обзора (без входной оптики), град	90	
Число каналов	1…4	
Полоса пропускания, по уровню -3дБ, кГц	0,001...33,0	0,001-100,0
Максимальная амплитуда выходного сигнала, мВ	9200	
Динамический диапазон, дБ	100	80
Диапазон регулировки чувствительности, дБ	±20	
Термоэлектрическое охлаждение ФЧЭ относительно внешней температуры, К	от 2 до 50	
Точность поддержания температуры ФЧЭ, ΔК, град	0,15 ...0,07	
Число каскадов ТЭО	от 1 до 4	
Время выхода на режим, с	40…60	
Напряжение питания, В	15…22	
Ток потребления (при Uп =18В), мА, не более	500	
Диапазон рабочих температур, °С	20±10	
Габариные размеры, мм, не более	∅80 х 270	



Рис. 2.4.85д. Внешний вид ФПУ “Сигма-09/У”

2.4.3.23д. Охлаждаемое гетеродинное фотоприемное устройство ФУО-114 [$\lambda_{макс}$ = 10,6±1 мкм]

Охлаждаемое гетеродинное фотоприемное устройство ФУО-114 реализовано на базе фотодиода из соединения кадмий-ртуть-теллур Охлаждение ФЧЭ до температуры 80 К осуществляется микрокриогенной системой типа интегральный Стирлинг.

Фотоприемное устройство ФУО-114 предназначено для работы в составе быстродействующих лазерных измерителей различного назначения в режиме оптического гетеродинирования.

Основные параметры фотоприемного устройства ФУО-114 приведены в табл. 2.4.67д. Внешний вид ФПУ показан на рис. 2.4.86д.

Таблица 2.4.67д. Основные параметры фотоприемного устройства ФУО-114

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Максимум спенктральной характеристики, мкм	10,6±1
Размеры фоточувствительного элемента, мм	∅0,2±0,02
Количество фоточувствительных элементов	1
Рабочая температура ф.ч.э., ^{o}К	80
Пороговая чувствительность на длине волны 10,6 мкм, Вт х Гц$^{1/2}$, не более	1 x 10^{-19}
Интегральное среднеквадратичное напряжение шума в рабочем диапазоне частот, мВ	0,25±0,15
Диапазон граничных частот, мГц	2…51
Динамический диапазон выходных сигналов, дБ, не менее	60
Время выхода на рабочий режим, мин, не более	5
Масса , г, не более	700



Рис. 2.4.86д. Внешний вид фотоприемного устройства ФУО-114.

2.4.3.24д. Охлаждаемые фотоприемные устройства ФПЗС-200М и ФППЗ 24М [Δλ=1…5,5 мкм]

ФПЗС-200М и ФППЗ 24М представляют собой монолитные приборы с зарядовой связью, предназначенные для формирования видеосигнала в диапазоне спектра 1…5,1.мкм. Фоточувствительная секция прибора выполнена на основе диодов с барьером Шотки из силицида платины.

Считывание информации с фоточувствительного массива осуществляется с помощью вертикальных и горизонтального ПЗС регистров. Регистры обоих типов имеют 4-х-фазную организацию и выполнены по технологии ПЗС со скрытым каналом. Выходной узел выполнен на основе усилителя с плавающей диффузией. ФПЗС-200М и ФППЗ 24М при использовании в аппаратуре, как правило, встраиваются в корпус состыкованный с микрокриогенной системой, обеспечивающей охлаждение фоточувствительной структуры до температуры порядка 80°К.

Основные параметры ФПЗС-200М приведены в табл. 2.4.64, а ФППЗ 24М в табл. 2.4.64д. Внешний вид ФПЗС-200М приведен на рис. 2.4.83.

Таблица 2.4.64. Основные параметры ФПЗС-200М при температуре 20±5°С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Норма параметра
Рабочий спектральный диапазон, мкм	1…5,5
Размер фоточувствительного элемента, мкм	50(гор.) x 33(верт.)
Количество фоточувствительных элементов	256(гор.) x 290(верт.)
Размер фоточувствительного поля, мм	12,8(гор.) x 9,57(верт.)
Коэффициент заполнения, %	43...45%
Порог чувствительности, Вт/элемент	$3*10^{-13}$
Чувствительность выходного узла, мкВ/электрон	5
Сигнал насыщения, электронов	$7x10^{5}$
Динамический диапазон, дБ	60
Число выходов видеосигнала	1
Максимальная частота считывания, МГц	5
Рабочая температура ф.ч.э., К	80
№ рисунка	2-659



Рис. 2.4.83. Внешний вид ФПЗС-200М

Таблица 2.4.64д. Основные параметры ФППЗ 24М при температуре 20±5°С.

Тип прибора	Диапазон спектральной чувствительности мкм	Число фоточувствительных элементов, шт	Монохроматическая чувствительность, (λ=3-5 мкм) В/Вт , не менее	Пороговая освещенность (λ=3-5 мкм), Вт/эл., не более
ФППЗ 22М	1,1 ... 5.0	256 x 256	1.5×10^{9}	$5x10^{-13}$

2.4.3.25. Двухканальное двухспектральное фотоприемное устройство ДР-93 [$\Delta\lambda$=0,5…1 мкм, $\lambda_{макс}$=0,9 мкм] и [$\Delta\lambda$=1,6…4,2 мкм, $\lambda_{макс}$=3,3 мкм]

Неохлаждаемое двухканальное двухспектральное фотоприемное устройство ДР-93 предназначено для приема и регистрации инфракрасного излучения в диапазоне длин волн 0,5...1 и 1,6...4,2 мкм.

Фотоприемное устройство представляет собой изделие, содержащее фоторезистор на основе сернистого свинца, кремниевый фотодиод (ФД) и усилитель фотосигнала ФД, размещенные в едином корпусе. Фоторезистор снабжен иммерсионной линзой.

Области применения: пирометрия, в автоматизированные системы пожаротушения.

Основные фотоэлектрические параметры ФПУ приведены в таблице 2.4.65, внешний вид - на рис. 2.4.84, а электрическая схема на рис 2.4.85.

Таблица 2.4.65. Основные фотоэлектрические параметры ФПУ ДР-93 при температуре 20±5°С

Наименование параметра. Единица измерения	Номер канала/Норма параметра	
	канал 1	канал 2
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,5…1	1,6…4,2
Максимум спектральной характеристики, мкм	0,9	3,3
Тип фотоприемника	Si-фотодиод	PbS-фоторезистор
Размеры фоточуствительного элемента, мм	∅1	1,1 x 1,1
Темновое сопротивление, МОм	-	0,1 - 1,0
Размеры иммерсионной линзы, мм	∅2,5	-
Вольтовая чувствительность (источник А, 2850°С) В/лм, не менее	1000	-
Вольтовая чувствительность, ($T_{АЧТ}$=573°К, $F_М$=1200 Гц), В/Вт, не менее	-	2000
Пороговая чувствительность, лм/Гц$^{1/2}$	< $1{,}5\cdot10^{-10}$	15
Удельная пороговая чувствительность, Вт/см/Гц$^{1/2}$	-	< $1{,}3\cdot10^{-9}$
Постоянная времени, мкс, не более		400
Напряжение питания предусилителя, В	±9	
Габаритные размеры корпуса (без выводов), мм, не более	∅9 x 10	
№ рисунка	2-660	

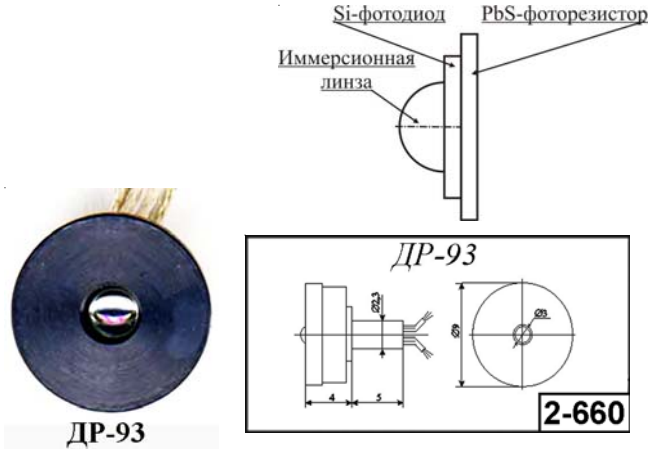


Рис. 2.4.84. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ ДР-93

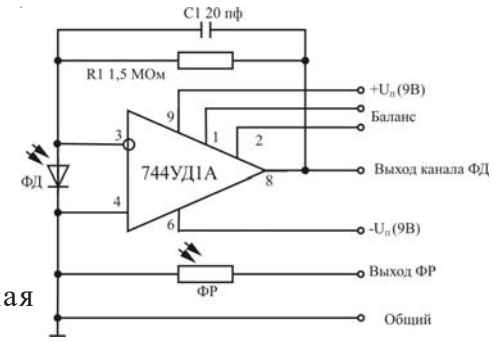


Рис.2.4.85.Электрическая схема ФПУ ДР-93

Глава 2.4д. Фотоприемники частного применения

Промышленностью СССР и стран СНГ выпускалось и выпускается достаточно широкая номенклатура изделий, т.н. частного применения, которые предназначены для использования ваппаратуре специального применения или в изделиях двойного назначения. Эти приборы выпускаются с использованием известных полупроводниковых материалов и существующих технологий. Основные параметры этих изделий также аналогичны параметрам изделий общегражданского применения.

Особенностью приборов специального назначения являются более высокие фотоэлектрические параметры и более жесткие условия эксплуатации, а также оригинальные конструкции корпусов приборов. Охлаждаемые фотоприемники специального назначения, как правило, используют автономные системы охлаждения ф.ч.э. с применением дроссельных микрохолодильников или холодильных машин

В последние годы в открытой технической литературе, на сайтах производителей продукции и в их рекламных материалах публикуются некоторые сведения об отдельных приборах специального назначении, которые позволяют сформировать общие представления о продукции подобного рода.

В настоящей главе приводятся параметры некоторых типов фотоприемников частного применения, сведения о которых опубликованы в открытых источниках информации.

2.4д.1. Фоторезисторы ФС-1АМн, ФС-04АН, ФС-04АТ, ФР-178, ФС-9346, ФРО-51-02, ФРЕС [Δλ=0,4...4,5 мкм]

Фоторезисторы указанных типов реализованы с использованием пленочных ф.ч.э. на основе PbS и PbSe. Фоторезисторы ФС-1АМн, ФС-04АН,ФС-04АТ, ФР-178 не требуют охлаждения ф.ч.э. Для охлаждения фоточувствительных элементов ФС-9346, ФРО-51-02, ФРЕС используется дроссельный микрохолодильник. Основные параметры приборов приведены в табл. 2.4д1. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис. 2.4д1.

Таблица 2.4д1. Основные параметры фоторезисторов на основе халькогенидов свинца.

Тип прибора	Размеры ф.ч.э., мм	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	$U_Р$, В, не более	$R_Т$, МОм	τ, мс	S_u, В/Вт	$Ф_{ш}$, (573К, 400,1), Вт*Гц$^{-1/2}$*см$^{-1}$	D*, (573К, 400,1), Вт-1*Гц$^{1/2}$*см	Габаритные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФС-1АМн	0,5 x 1,6	0,4...2,8	-	0,1…1,5	0,3…0,5	(8...20)x10^2	-	(5...10)x10^8	34 x 21 x 6,3	2-701д
ФС-04АН	0,4 x 0,4 или 0,4 x 0,7	0,4...2,8	-	0,1…1,5	0,3…0,5	(8...20)x10^2	-	(5...10)x10^8	5,5 x 8 или 5,2 x 7,8	2-702д
ФР-178 (ФС-04АТ)	0,4 x 0,4	0,4...2,8 [20…2,2]	25	0,05	0,3…0,5	1,4 * 10^4	1,4 * 10^{-9}	-	∅7,8 x 5,2 [2,0]	-
ФС-9346	1 x 1	1,8...3,0 [2,0...2,2]	60	0,1…1,5	0,3…0,5	9 * 10^5	-	6 x 10^8	∅6,9 x 10 [1,5]	-
ФРО-51-02	1,2 x 1,2	1...3,6 [2,3…3,0]	30	2	-	1,37 * 10^4	-	3,3 x 10^9	∅20 x 104 [150]	2-703д
ФРЕС	3,0 x 3,0	1,0...4,5	50	0,41	-	6,6 10^8	-	5,3 x 10^8 ($f_м$ = 900 Гц)	-	-

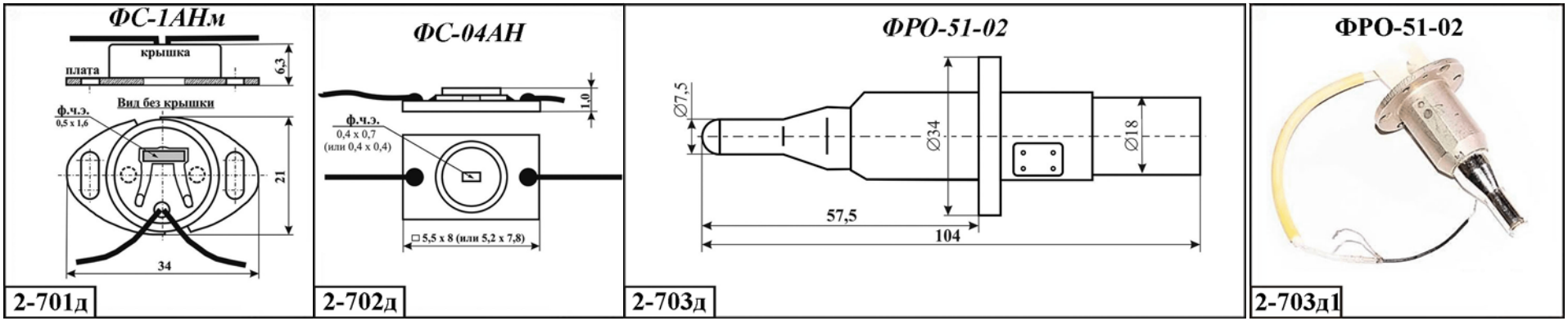


Рис 2.4д1. Внешний вид и габаритные размеры фотоприёмников на основе хадькогенидов свинца.

2.4д.2. Охлаждаемые фоторезисторы ФС-25ДА, ФР-159, ФР-165, ФР-218, ФРО-139, ФРО-144, ФРО-41-204, ФРО-41-111 [Δλ=1,8...5,4 мкм]

Фотоприемники указанных типов реализованы с использованием ф.ч.э. на основе InSb. Для охлаждения ф.ч.э. фоторезисторов используется дроссельный микрохолодильник. Основные параметры приборов приведены в табл. 2.4.д2. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис. 2.4д2.

Таблица 2.4д2. Основные параметры фоторезисторов на основе антимонида индия.

Тип прибора	Размеры фоточувствительного элемента, мм (кол-во элементов)	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Uп , В	Rт, кОм	τ, мкс	S_u, (373 К, 400, 1) В/Вт	$Ф_п$, (373К, 400,1), Вт*Гц$^{-1/2}$*см$^{-1}$	D*, (373К, 400,1), Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$*см	Габаритные размеры, мм [масса, г]	№ рис.
ФС-25ДА	8 x 0,35	3,6...5,5 [4,8...5,2]	8	1,5...15	15	(5-6)*10^3	2*10^{-10}	5*10^9	∅22 x 75 [120]	2-704д
ФР-159	1,5 x 1,5	1,8...5,6 [5,3...5,5]	2...6	1...10	12	2*10^3	2*10^{-10}	-	∅22 x 70 [100]	2-704д
ФР-165	0,1 x 0,1 (50 элементов)	1,8...5,4 [4,5...5,2]	-	-	-	1,5*10^4	-	5,5*10^9	∅50 x 125[?]	2-705д
ФР-218	0,15 x 0,15	1,8...5,6 [5...5,4]	0,5...1,5	2...20	-	10^5	2*10^{-11} ($f_м$ =1 кГц)	-	∅20 x78 [70]	2-704д
ФРО-139	0,39 x 0,08	3,7...5,0 [4,6...4,8]	1	3...10	50	1,5-10^4 ($fм$ = 1200)	5*10^{-10} (fм= 1200 Гц)	-	∅11 x 11 [7]	2-706д

Окончание таблицы 2.4д2. Основные параметры фоторезисторов на основе антимонида индия.

Тип прибора	Размеры фоточувствительного элемента, мм (кол-во элементов)	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Uп , В	Rт, кОм	τ, мкс	S_u, (373 К, 400, 1) В/Вт	$Ф_п$, (373К, 400,1), $Вт*Гц^{-1/2}*см^{-1}$	D*, (373К, 400,1), $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$	Габаритные размеры, мм [масса, г]	№ рис.
ФРО-144	1,7 x 0,4 (2 элемента)	1,8...5,4 [5,2...5,3]	1...3,5	1...5	12	$5\text{-}10^3$	$3,5 * 10^{-10}$	-	∅19 x 78 [120]	2-704д
ФРО-41-204	1,5 x 1,5	1,8...5,4 [4,5...5,2]	1...6	2...20	20	$2\text{-}10^3$	$2*10^{-11}$ ($f_м$ =1...5 кГц)	-	∅108 x 85 [?]	-
ФРО-41-111	0,15 x 0,15 (10 элементов)	1,8...5,4 [4,5...5,2]	-	-	-	$2*10^4$	$2,5*10^{-10}$	-	∅20 x 76 [?]	2-704д

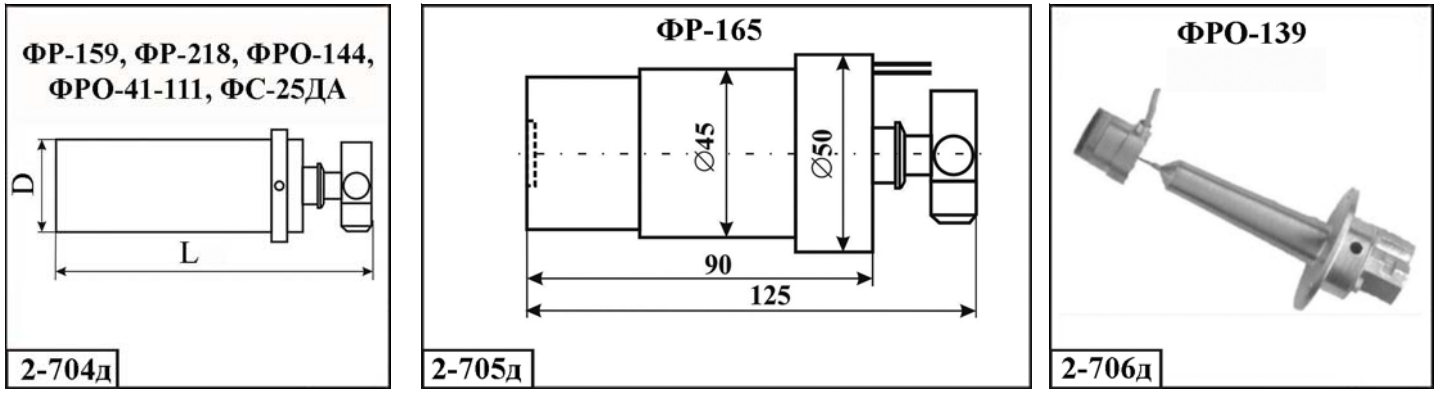


Рис 2.4д2. Внешний вид и габаритные размеры охлаждаемых фоторезисторов на основе антимонида индия.

2.4д.3. Охлаждаемые фотодиоды ФД-121, ФД-227, ФДО-115, ФДО-116, ФД-283 [Δλ=3,2...5,2 мкм]

Фотоприемники указанных типов реализованы с использованием ф.ч.э. на основе InSb. Для охлаждения ф.ч.э. фотодиодов используется дроссельный микрохолодильник. Основные параметры приборов приведены в табл. 2.4д3. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис. 2.4д3.

Таблица 2.4д3. Основные параметры охлаждаемых фотодиодов на основе антимонида индия.

Тип прибора	Размеры фоточувствительного элемента, мм (кол-во элементов)	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	Uп , В	Rд, кОм	τ, мкс	S_u, (373 К, 400, 1) В/Вт	$Ф_п$, (373К, 400,1), Вт*Гц$^{-1/2}$*см$^{-1}$	D*, (373К, 400,1), Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$*см	Габаритные размеры, мм [масса, г]	№ рис.
ФД-121	0,1x1,1 (2 элемента)	3,8...5,6	0...14 мВ	-	1	0,12 А/Вт	$2 * 10^{-10}$ ($f_м$ = 1800 Гц)	-	∅36 x 54 [16]	2-708д
ФД-227	1 x 1	3,2...5,2		-	-	0,15 А/Вт	$1,1 * 10^{-10}$ ($f_м$= 1200 Гц)	-	∅19,5 x 73 [50]	2-707д
ФДО-115	1,5 x 1,5	3,5...5,4 [4,6...4,8]	0...3	-	-	-	-	$5,5*10^9$ ($f_м$ = 1000 Гц)	∅20 x 62 [40]	2-707д
ФДО-116	0,9 мм^2	3,5...5,4 [4,6...4,8]	0...3	-	-	-	-	-	∅20 x 62 [40]	2-707д
ФД-283	1 x 1	3,7...5,2 [4,4...4,7]	14:0 мВ		1	0,1 А/Вт	$2 * 10^{-10}$ ($f_м$ = 1800 Гц)	-	∅70 x 78 [40]	-

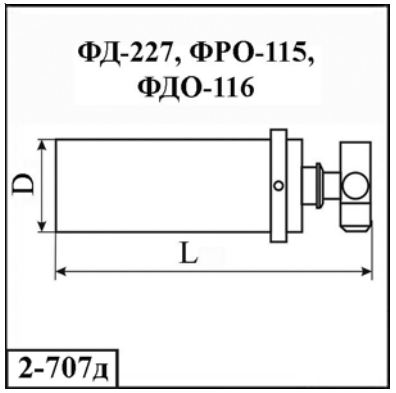




Рис 2.4д3. Внешний вид и габаритные размеры охлаждаемых фотодиодов на основе антимонида индия.

2.4д.4. Охлаждаемые фотодиоды ФДО-131, ФРО-149, ФРО-152П, ФРО-155, Ю-700Ф [$\Delta\lambda$=8...14 мкм]

Фотоприемники указанных типов реализованы с использованием ф.ч.э. на основе сплава "кадмий-ртуть-теллур" (КРТ). Для охлаждения ф.ч.э. используется дроссельный микрохолодильник. Основные параметры приборов приведены в табл. 2.4.д4.

Таблица 2.4д4. Основные параметры фотоприемников на основе КРТ.

Тип прибора	Размеры ф.ч.э., мм (кол-во элементов)	$\Delta\lambda$, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	S_u, В/Вт	$\Phi_п$, (573К, 400,1), Вт*Гц$^{-1/2}$*см$^{-1}$	D*, (573К, 400,1), Вт-1*Гц$^{1/2}$*см
ФРО-149	0,1 x 0,1 (2 элемента)	8...14	7×10^3	-	$D_{\lambda макс} = 3 \times 10^{10}$ ($f_м$- 800 Гц)
Ю-700Ф	0,15 x 0,15 (10 элементов)	8...14	-	-	$D_{\lambda макс} = (2...4) \times 10^{10}$ ($f_м$- 1200 Гц)
ФДО-131	6×10^{-2} мм^2	8...14	-	2×10^{-18} (λ=10,6 мкм, 1 Гц)	-
ФРО-152П	0,3 x 0,3 (2 элемента)	8...14	-	-	$D_{\lambda макс} = 1,5 \times 10^{10}$ ($f_м$- 1200 Гц)
ФРО-155	0,05 x 0,05 (10 элементов)	8...14	6×10^3 ($f_м$ = 1200 Гц)	-	2×10^{10}

2.4д.5. Двухспектральные фотоприемники ФС-9Э47, ФМ-112 (ФПН 28Н) [Δλ=0,4...2,5 и Δλ=3,6...5,5 мкм]

Фотоприемники имеют, т.н. раздельную конструкцию. Они снабжены двумя фоточувствительными элементами: неохлаждаемым на основе Si или PbS, и охлаждаемым на основе InSb или PbS. Для охлаждения фоточувствительных элементов используется дроссельный микрохолодильник.

Основные параметры приборов приведены в табл. 2.4д5. Внешний вид и габаритные размеры ФС-9Э47 показаны на рис. 2.4.д4.

Таблица 2.4д5. Основные параметры двухспектральных фотоприемников.

Тип прибора	Материал ф.ч.э.	Размеры ф.ч.э., мм (кол-во элементов)	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	τ, мс, не более	S_u, В/Вт	$\Phi_{ш}$, (573К, 1200,1), Вт*Гц$^{-1/2}$*см$^{-1}$	D*, (573К, 400,1), Вт-1*Гц$^{1/2}$*см	Температура охлаждения ф.ч.э	Габарит-ные размеры, мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФС- 9Э47	PbS (ФР)	0,85 x 0,85	0,4...2,5 [2,0]	0,3…0,5	1,2 * 10^4 (2850 К,	-	1,4 * 10^{-9}	20 °С	-	2-709д
	InSb (ФР)	0,85 x 0,80	3,6...5,5 [4,7]	-	-	-	3,3 x 10^9	80°К	∅20 x 84 [10]	-
ФМ-112 (ФНП 28Н)	Si (ФД)	3,5 мм^2	0,4...1,1	0,01	-	2,7 * 10^{-11} Лм/Гц$^{1/2}$; (2850 К, 1000, 1)	-	20 °С	-	-
	PbS (ФР)	0,1 x 0,1 (6 эл.)	1...3	0,3…0,4	-	3 10^{-9}	-	80°К	-	-

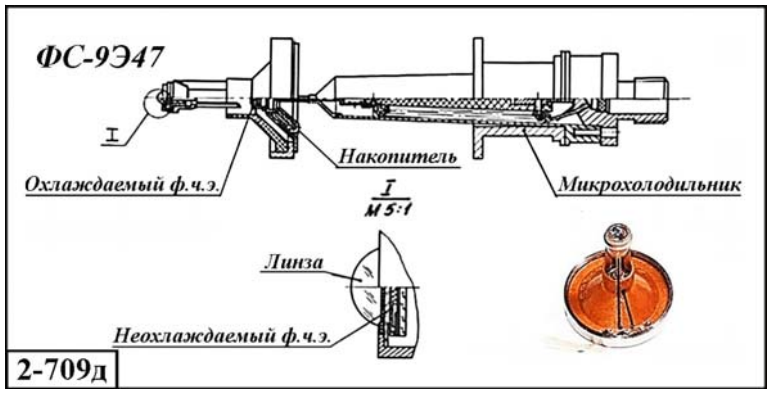


Рис 2.4д4. Внешний вид и габаритные размеры фотоприемника ФС-9Э47.

2.4д.6. Охлаждаемые фоторезисторы “Сигнал-АТ”, “Сокол М”, “Система” [Δλ=2...7,5мкм]

Фоторезисторы указанных типов реализованы с использованием пленочных ф.ч.э. на основе PbTe.. Для охлаждения фоточувствительных элементов фотоприемников используется дроссельный микрохолодильник. Основные параметры приборов приведены в табл. 2.4д6. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис. 2.4д5.

На рис. 2.4.д6. приведены типовые спектральные характеристики фоторезисторов на основе PbS, PbSe и PbTe.

Таблица 2.4д6. Основные параметры фоторезисторы “Сигнал-АТ”, “Сокол М”, “Система”

Тип прибора	Размеры ф.ч.э., мм	Температура ф.ч.э., ^{o}К	Δλ, мкм	λмакс, мкм	$Ф_{п}$, Вт*Гц$^{-1/2}$	Габаритные размеры, мм, не более	№ рис.
"Сигнал-АТ"	0,5 х 1,7 (2 элемента)	90	2…7,5	4…5	(1,0…10) * 10^{-10}	∅28 (посадочный) х 73	2-709д1
"Сокол М"	1 х 1					∅24 (посадочный) х 57	2-709д2
"Система"	1 х 3 (2 элемента)					∅30 (посадочный) х 76	-

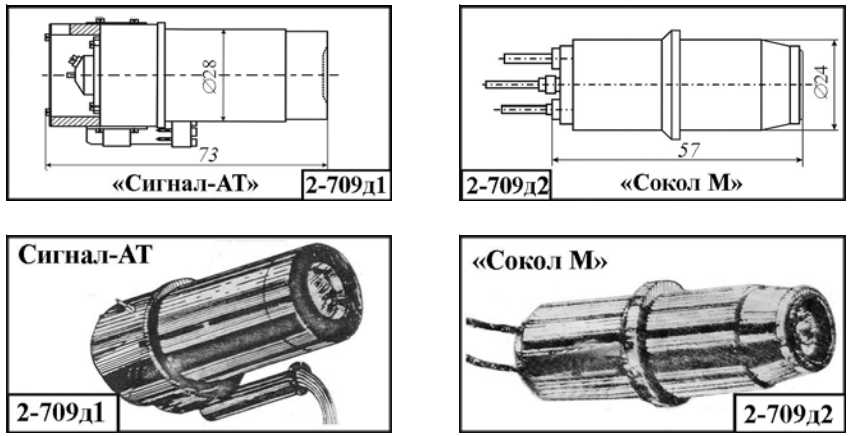


Рис 2.4д5. Внешний вид и габаритные размеры фотоприемников на основе теллуристорого свинца.

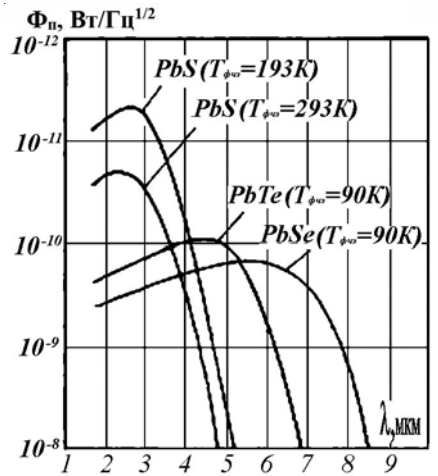


Рис. 2.4.д6. Типовые спектральные характеристики фоторезисторов на основе PbS, PbSe и PbTe.

2.4д.7 Фотоприемные устройства ФУЛ-115, ФУЛ-121, ФУЛ-164, ФУЛ-131, ФУЛ 132, ФУЛ 134, ФУЛ 133, ФУЛ 133-01, ФУЛ-141, ФУЛ -142, ФУО-118, ФУО-143, ФУО-117 [Δλ=0,4...2,5 и Δλ=3,6...5,5 мкм]

Основные параметры фотоприемных устройств приведены в табл. 2.4д7. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис.2.4д7.

Таблица 2.4д7. Основные параметры фотоприемных устройств.

Тип прибора	Размеры ф.ч.э., мм (кол-во элементов)	Материал ф.ч.э. [$T_{ф\,чэ}$, °К]	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	S_u, В/Вт	Полоса пропускания	Динамический диапазон, о.е. [дБ]	$Ф_п$, (373К, 800,1), $Вт*Гц^{-1/2}*см^{-1}$	D*, (573К, 400,1), $Вт-1*Гц^{1/2}*см$	Габаритные размеры (без выводов) , мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФУЛ-115	0,08 x 0,08 (200 элементов)	PbS [195]	1...3,6 [2,3...3,0]	-	15 … 600 Гц	[50]	-	$5 x 10^9$	430 x 295 x 200 [15 кг]	2-710д
ФУЛ-121	2 элемента. (круг ∅ 0,5 мм в кольце с $D_{вн}$ = 0,9 мм и $D_{нар}$ = 1,5 мм)	PbSe [300]	-	-	-	-	-	$4 x 10^8$ ($f_м$ = 4 кГц)	∅17 x 14 [15]	-
ФУЛ-164	0,14 x 0,125 (48 элементов. линейка)	PbSe [80]	1,5...4,5 [3,8...4,2]	$1 x 10^5$	-	-	-	$2 x 10^9$	-	-
ФУЛ-131	2 элемента. (круг ∅ 0,5 мм в кольце с $D_{вн}$ = 0,9 мм и $D_{нар}$ = 1,5 мм)	InSb [80]	3.4...5.5	$5 x 10^5$ В/Вт (373 К, 4 кГц, 1)	2...12 кГц.	-	-	$9 x 10^9$ ($f_м$ = 4 кГц)	∅80 x 60	2-711д
ФУЛ 132 ФУЛ 134	0,15 x 0,15 (64 элемента)	InSb [80]	4.8...5.8	-	0,05...115 кГц	10^4	$1,3 x 10^{-10}$	-	∅195x 118	2-712д
ФУЛ 133 ФУЛ 133-01	0,15 x 0,15 (64 элемента)	InSb [80]	4.8...5.8	-	0,05...115 кГц	10^{10}	$1,3 x 10^{-10}$	-	∅195x 118	2-712д
ФУЛ-141	0,05 x 0,05 (50 элемента)	КРТ [80]	8…14	10^7 В/Вт (500 К, 1200)	-	-	-	$1,4 x 10^{10}$	-	-
ФУЛ -142	0,05 x 0,05 (64 элемента)	КРТ [80]	8…14	10^7 В/Вт (500 К, 1200, 1)	-	-	-	$2 x 10^{10}$	-	-

Окончание таблицы 2.4д7. Основные параметры фотоприемных устройств.

Тип прибора	Размеры ф.ч.э., мм (кол-во элементов)	Материал ф.ч.э. [$T_{ф\,чэ}$,°К]	Δλ, мкм [$\lambda_{макс}$, мкм]	S_u, В/Вт	Полоса пропускания	Динамический диапазон, о.е. [дБ]	$Ф_п$, (373К, 800,1), Вт*Гц$^{-1/2}$*см$^{-1}$	D*, (573К, 400,1), Вт-1*Гц$^{1/2}$*см	Габаритные размеры (без выводов) , мм, [масса, г] не более	№ рис.
ФУО-118	0,3 x 0,3	КРТ [80]	8…14	-	-	-	-	1 x 10^{10} (373К, 800,1)	-	-
ФУО-143	0,3 x 0,3 (2 элемента)	КРТ [80]	8…14	-	-	-	-	1,4 x 10^{10} (373К, 800,1)	-	-
ФУО-117	0,3 x 0,3	КРТ [80]	8…14 [9...13]	-	-	10^5	-	8 x 10^9 (373К, 800,1)	∅68 x 78	2-713д

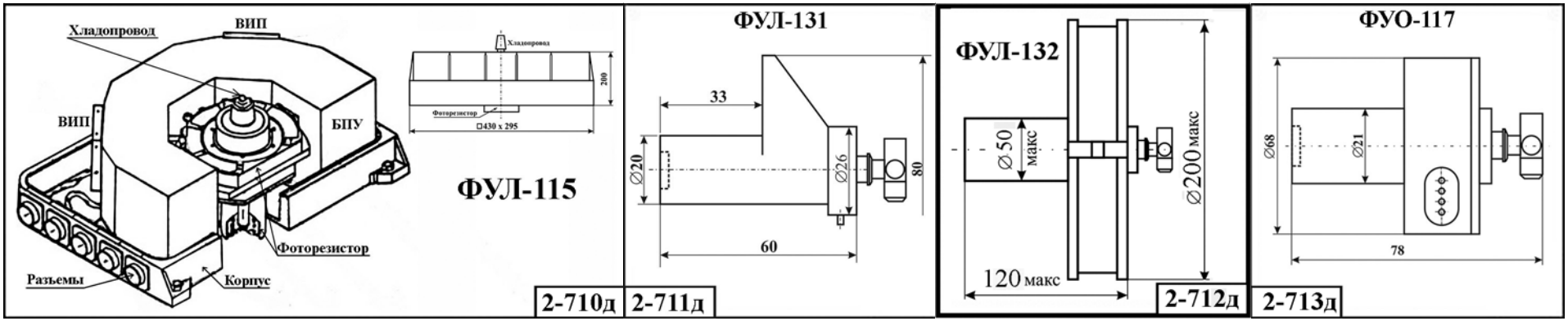


Рис 2.4д7. Внешний вид и габаритные размеры фотоприемных устройств.

Использованные источники информации:

1. Геннадий Григорьевич Ишанин, Владимир Петрович Челибанов, Приемники оптического излучения, Учебник, Под редакцией профессора. В. В. КОРОТАЕВА Издательство "ЛАНЬ", Санкт Петербург, Москва, Краснодар, 2014. -304 стр.

2. Фотоприемники и фотоприемные устройства на основе поликристаллических и эпитаксиальных слоев халькогенидов свинца В. Г. Буткевич, В. Д. Бочков, Е. Р. Глобус. Государственное Унитарное Предприятие "НПО "ОРИОН", Москва, Россия/ Прикладная физика, 2001, № 6, с. 66-112

3. Полупроводниковые фотоприемники и фотоприемные устройства для приборов ИК-техники военного и гражданского назначения. ООО "Спецстройсервис". www.depotmind.com

4. Мирошников Б. Н. Методы управления фотоэлектрическими параметрами на основе PbS для импульсных оптико-электронных систем. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. "Национальный исследовательский университет "МЭИ". Москва 2016 г.

и др. источники открытой информации.

Глава 2.5. Фотоприемники длинноволнового ИК-излучения, дипазон от 0,3 до 300 мкм

Глава 2.5. Тепловые приемники излучения

Принцип действия тепловых приемников (ТП) излучения (ТП или ТПИ) основан на использовании термического эффекта. Падающее на чувствительный элемент оптическое излучение приводит к повышению его температуры и появлению термо-ЭДС или к изменению параметра чувствительного элемента, (сопротивления, емкости и др.), что фиксируется измерительной схемой, в которую включается чувствительный элемент.

Тепловые приемники излучения используются, в основном, для детектирования инфракрасного излучения средней и дальней области спектра, т. е. в диапазоне длин волн от 1,5 до 20 мкм и более. Подавляющее большинство тепловых приемников работает при комнатной температуре чувствительного элемента, т.е. не требует специального охлаждения. Спектральная чувствительность тепловых приемников излучения постоянна в широком спектральном интервале

Среди различных классов серийно выпускаемых тепловых приемников излучения наибольшее применение имеют: болометры,термоэлементы и пироэлектрические приемники излучения, а также тепловые приемные устройства (ТПУ), реализованные с ипользованием указанных приемников.

Тепловые приемники излучения применяют в радиометрах для дистанционного измерения температуры в черной и цветной металлургии, в коксохимической промышленности, при варке и прокате стекла, в текстильном производстве, в электро- и теплоэнергетике, в системах контроля перегрева букс железнодорожных вагонов.

Их используют при измерении мощности лазерного излучения, температуры плазмы и газовых струй ракет и авиадвигателей, для обнаружения утечки в теплоизоляции, в специальной спектрометрии, охранно-пожарной сигнализации и для зондирования температуры земной атмосферы и тд..

Различными предприятиями и НИИ отечественной промышленности выпускалась достаточно широкая номенклатура тепловых приемников излучения. Ниже приводятся характеристики ТП, получивших наибольшую известность.

Глава 2.5.1. Болометры

Действие болометра основано на изменении его комплексного сопротивления при повышении температуры чувствительного элемента, происходящего из-за поглощения им оптического излучения.Применяются в системах бесконтактного дистанционного измерения температуры, радиометрах и лабораторных спектрометрических приборах, работающих в диапазоне длин воли от 2 до 1000 мкм. Выпускаются, как правило, в герметичном металлическом корпусе.

В зависимости от материала чувствительного элемента болометры бывают металлические (никелевые, висмутовые, золотые, платиновые), полупроводниковые (германиевые, кремниевые, оксидные на основе никеля, кобальта и марганца), диэлектрические: Г-германий, О - оксиды, К - кремний); третья буква - материал подложки (Ц - целлулоидная пленка, С - стекло, М - слюда «Мусковит», Обозначения в маркировке болометров: Б - болометр; вторая буква - материал чувствительного слоя (В - висмут, Н - никель, Г -К - кварц, Г - газонаполненный). Материалом чувствительного слоя болометров типа БКМ является смесь окислов кобальта и марганца).

Постоянная времени полупроводниковых болометров составляет единицы миллисекунд, а металлических болометров - десятки миллисекунд.

2.5.1. 1. Болометры металлические БМК-3, БМЦ-3, БМИ-1, БМИ-2, БМ6-К1, БМ6-Ф1, БМ6-Ц1, БМ6-К2, БМ6-Ф2, БМ6-Ц2, БМ7, НБГ-1, НБГ-2, БН-1, ФМ-А, ФМ-Б, ФМ-В, ФМ6 [$\Delta\lambda$=0,3...1000 мкм]

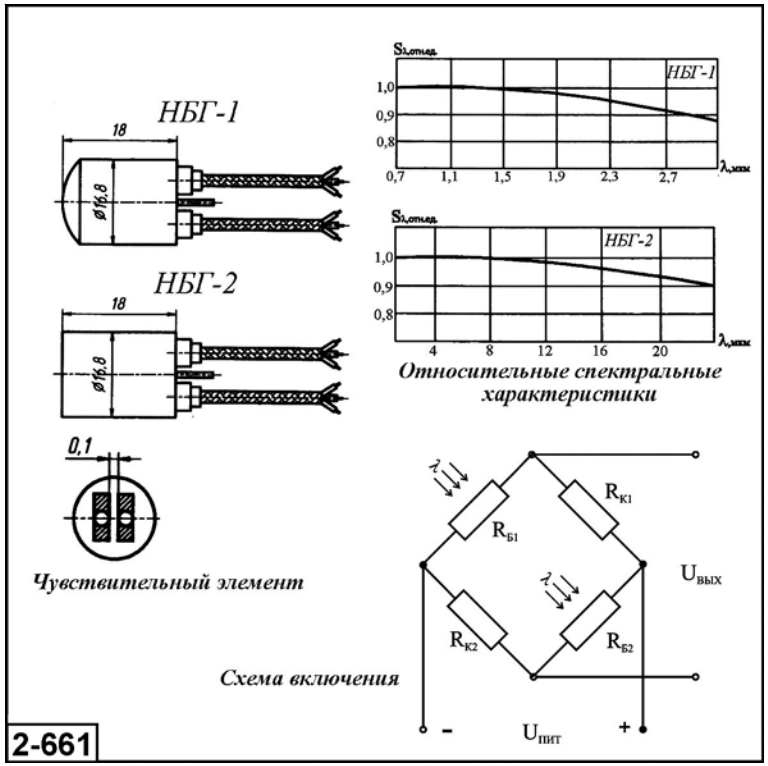
Основные параметры металлических болометров приведены в табл. 2.5.1. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приборов приведены на рис. 2.5.1.

Таблица 2.5.1. Основные параметры металлических болометров при температуре 20±5^{0}С

Тип болометра	Размеры чувствительного элемента, мм, (число элементов)	Область спектральной чувствительности, мкм	Материал входного окна	Сопротивление чувствительного и компенсирующего элементов, Ом	Интегральная вольтовая чувствительность, В/Вт	Постоянная времени, с	Порог чувствительности в единичной полосе, Вт*Гц$^{-1/2}$	Обнаружительная способность, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$*см	Габаритные размеры корпуса, мм, не более [масса, г, не более]	№ рис.
Никелевый газонаполненный НБГ-1	1,8 x 1,2 (2)	0,7…3	Кварц	6…8	1,5 (373^{o}К, 9 Гц) 0,5 (373^{o}К, 80 Гц) [Iр=30 мА]	5*10^{-2}	5*10^{-10} (373^{o}К, 9 Гц) 1*10^{-9} (373^{o}К, 80 Гц)	1*10^8	∅16,8 x 18 [26]	2-661
Никелевый газонаполненный НБГ-2		0,7…25	KRS-5							2-661
Болометр никелевый БН-1	1 x 0,3	0,17…25	KBr	150…200	200 (373^{o}К, 0 Гц)	0,1	2,5*10^{-9}	2*10^8	∅24x 105	-
Висмутовый вакуумный ФМ-А	0,3 x 3,3	0,2…38	KBr	300	25 (373^{o}К, 9 Гц) [Iр=2 мА]	2*10^{-2}	6,4*10^{-11}	1,5*10^9	∅20 x 120 [50]	2-662
Висмутовый вакуумный ФМ-Б	0,3 x 3,3	0,2…38	KBr	390	10 (373^{o}К, 9 Гц) [Iр=5 мА]	5*10^{-3}	1,6*10^{-10}	6,5*10^8	∅20 x 120 [50]	2-662
Висмутовый вакуумный ФМ-В	2 x 10	50…1000	кварц	150	1,0 (373^{o}К, 9 Гц) [Iр=7 мА]	3,5*10^{-2}	1*10^{-9}	3,8*10^8	∅20 x 120 [50]	2-662
Висмутовый вакуумный ФМ6	2 x 10	50…1000	кварц	150	1,0 (373^{o}К, 9 Гц)	3,5*10^{-2}	1*10^{-9}	4,5*10^8	н/д	2-662
	3 x 0,3	0,2…38	KBr	300	0,25 (373^{o}К, 250 Гц)	3,5*10^{-2}	1*10^{-8}	1*10^7	н/д	2-662

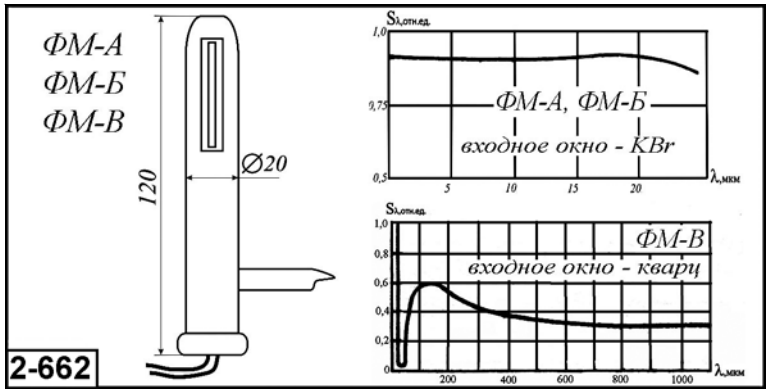
Окончание таблицы 2.5.1. Основные параметры металлических болометров при температуре 20±5^{0}C

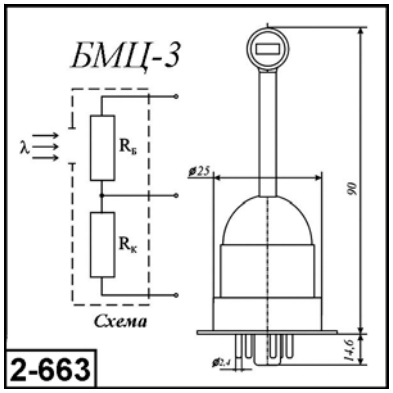
Тип болометра	Размеры чувствительного элемента, мм, (число элементов)	Область спектральной чувствительности, мкм	Материал входного окна	Сопротивление чувствительного и компенсирующего элементов, Ом	Интегральная вольтовая чувствительность, В/Вт	Постоянная времени, с	Порог чувствительности в единичной полосе, Вт*Гц$^{-1/2}$	Обнаружительная способность, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$*см	Габаритные размеры корпуса, мм, не более [масса, г, не более]	№ рис.
Вакуумный БМК-3	1,9 x 0,4	0,3...25	KBr	120...300	11 (373^{o}K, 9 Гц)	$2{,}2*10^{-2}$	$(0{,}4...2)*10^{-10}$	$1*10^9$	∅28 x 94 [50]	2-664
Вакуумный БМЦ-3	1,9 x 0,6	0,3...50	CeI	100...200	11 (373^{o}K, 9 Гц)	$2{,}2*10^{-2}$	$(0{,}4...2)*10^{-10}$	$1*10^9$	∅28 x 90 [50]	2-663
БМИ-1	1,9 x 0,4	0,3...25	KBr	120...300	-	$1*10^{-2}$	$2*10^{-10}$ ($F_м$=9 Гц)	-	н/д	-
БМИ-2	1,9 x 0,4	0,3...25	KBr	140...250	-	$(2...3)*10^{-2}$	$1{,}5*10^{-8}$ (Fм=9 Гц)	-	н/д	-
БМ6-К1	1,9 x 0,4	0,3...25	KBr	90...400	-	$(1…2)*10^{-2}$	$(0{,}5…1)*10^{-10}$ (Fм=9 Гц)	-	∅44 x 110	-
БМ6-Ф1	1,9 x 0,4	0,2...8	Ge	90...400	-	$(1…2)*10^{-2}$	$(0{,}5…1)*10^{-10}$ (Fм=9 Гц)	-	∅44 x 110	-
БМ6-Ц1	1,9 x 0,6	0,3...50	CeI	90...400	-	$(1…2)*10^{-2}$	$(0{,}5…1)*10^{-10}$ (Fм=9 Гц)	-	∅44 x 110	-
БМ6-К2	1,9 x 0,4	0,3...25	KBr	90...400	-	$(1…2)*10^{-2}$	$(1{,}1...2)*10^{-10}$ (Fм=9 Гц)	-	∅44 x 110	-
БМ6-Ф2	1,9 x 0,4	0,2...8	Ge	90...400	-	$(1…2)*10^{-2}$	$(1{,}1...2)*10^{-10}$ (Fм=9 Гц)	-	∅44 x 110	-
БМ6-Ц2	1,9 x 0,6	0,3...50	CeI	90...400	-	$(1…2)*10^{-2}$	$(1{,}1...2)*10^{-10}$ (Fм=9 Гц)	-	∅44 x 110	-
БМ7 кл. 1	1,4 x 0,2 или 1,8 x 0,4	0,13...50	CeI	100...500	-	$(2...3)*10^{-2}$	$<5*10^{-11}$ (Fм=9 Гц)	-	115 x 70 x 30	-
БМ7 кл. 2							$<1*10^{-10}$ (Fм=9 Гц)			-
БМ7 кл. 3							$<2*10^{-10}$ (Fм=9 Гц)			-



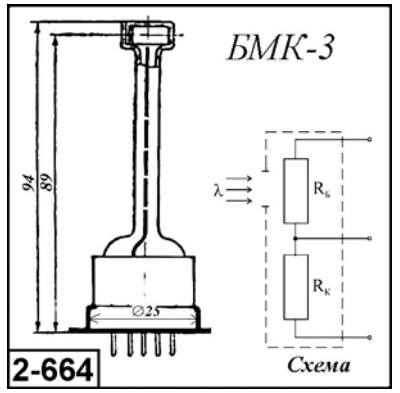
а)

б)





в)



г)

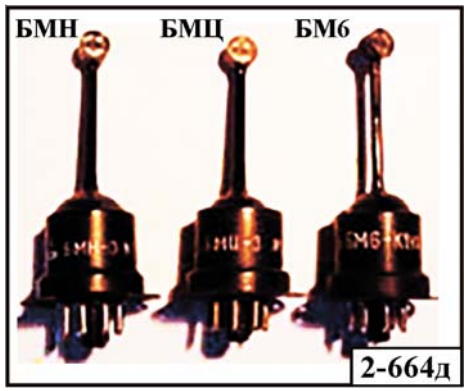


Рис. 2.5.1. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика металлических болометров:
а - НБГ-1 и НБГ-2; б - ФМ-А(Б,В); в - БКМ-3; г - БМЦ-3.

2.5.1.2. Болометры полупроводиковые БКМ-1, БКМ-2, БКМ-4, БКМ-5а, БКМ-5б, БП1-2, БП1-4, БП-5А, БП-5Б, БГС-2 [Δλ=1...30 мкм]

Основные параметры полупроводниковых болометров приведены в табл. 2.5.2. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приборов приведены на рис. 2.5.2.

Таблица 2.5.2. Основные параметры полупроводниковых болометров при температуре 20±5^{0}С

Тип болометра	Размеры чувствительного элемента, мм, (число элементов)	Область спектральной чувствительности, мкм	Угол обзора, град [материал входного окна]	Сопротивление чувствительного и компенсирующего элементов, Ом	Интегральная вольтовая чувствительность, В/Вт	Постоянная времени, с	Порог чувствительности в единичной полосе, Вт*Гц$^{-1/2}$	Обнаружительная способность, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$*см	Диапазон рабочих температур, ^{o}С	Габаритные размеры корпуса, мм, не более [масса, г, не более]	№ рис.
Оксидный кобальто-марганцевый БКМ-1	2,5 x 0,4 (2)	2…15	[KBr]	(2…3)*10^6	200…300 (373^{o}К, 10 Гц) [I_P=0,2 мА]	(0,9…1,5)*10^{-4}	(8,6…12)*10^{-10} (10 Гц)	-	20±5	∅25x120 [30]	2-665
Оксидный кобальто-марганцевый БКМ-2	2,5 x 1 (2)	2…15	[KBr]	(0,7…2,5)*10^6	70…350 (373^{o}К, 10 Гц) [I_P=0,2 мА]	(2…3)*10^{-3}	(7,5…20)*10^{-10} (10 Гц)	1*10^8 (373^{o}К, 10 Гц)	20±5	∅25x104 [30]	2-666
Оксидный кобальто-марганцевый БКМ-4	2,2 x 1 (2)	2…15	[KBr]	(0,6…2,2)*10^6	35…350 (373^{o}К, 10 Гц) [I_P=0,15 мА]	(4…7)*10^{-3}	(8…43)*10^{-10} (10 Гц)	8*10^7 (373^{o}К, 10 Гц)	20±5	∅16x22 [20]	2-667
Оксидный кобальто-марганцевый БКМ-5а	1 x 1 (2)	1…20	[KBr]	1*10^6	75 (573^{o}К, 10 Гц) [U_P=±100В]	4*10^{-3}	5*10^{-9} (10 Гц)	-	-10…+50	∅16x13,5 [20]	2-668
Оксидный кобальто-марганцевый БКМ-5б	1 x 1 (2)				50 (573^{o}К, 10 Гц) [U_P=±100В]						2-668
Оксидный кобальто-марганцевый БП1-2 (терморезисторный)	1,54 мм^2 (2)	1…20	5 [Ge линза]	2,5*10^6	80 (573^{o}К, 20 Гц) [U_P=±100В]	5*10^{-3}	-	1*10^8 (373^{o}К, 20 Гц)	+1…+50	∅17,6x28,5	2-669
Оксидный кобальто-марганцевый БП1-4 (терморезисторный)	1,13 мм^2 (2)	1…20	64 [Ge линза]	1,5*10^7	150 (573^{o}К, 20 Гц) [U_P=±100В]	1*10^{-2}	-	1*10^7 (373^{o}К, 20 Гц)	-60…+40	∅36 x 41	-

Окончание таблицы 2.5.2. Основные параметры полупроводниковых болометров при температуре 20±5^{0}С

Тип болометра	Размеры чувствительного элемента, мм, (число элементов)	Область спектральной чувствительности, мкм	Угол обзора, град [материал входного окна]	Сопротивление чувствительного и компенсирующего элементов, Ом	Интегральная вольтовая чувствительность, В/Вт	Постоянная времени, с	Порог чувствительности в единичной полосе, Вт*Гц$^{-1/2}$	Обнаружительная способность, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$*см	Диапазон рабочих температур, ^{o}С	Габаритные размеры корпуса, мм, не более [масса, г, не более]	№ рис.
Оксидный кобальто-марганцевый БП-5А (терморезисторный)	1 x 1	2…15	110 [Ge]	1,5*10^5	10 (573^{o}К, 20 Гц) [U_P=±5В]	-	4*10^{-9} (10 Гц)	-	-10…+55	∅9,5 x 5,5	2-670
Оксидный кобальто-марганцевый БП-5Б (терморезисторный)	1 x 1 (2)										
Болометр германиевый БГС-2	2,5 x 0,5	1…30	[KRS-5]	(1,7…2)*10^6	500…3000 [I_P=20 мкА]	2*10^{-2}	(2…8)*10^{-10}	-	20±5	-	-

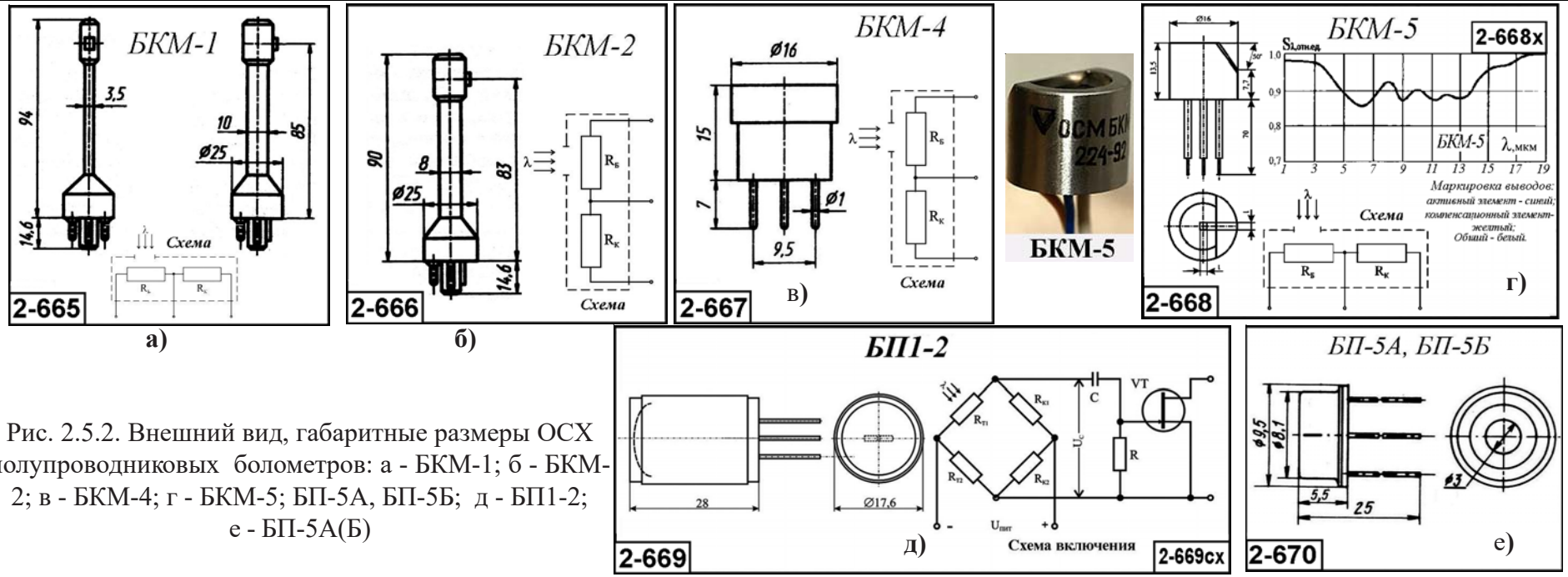


Рис. 2.5.2. Внешний вид, габаритные размеры ОСХ полупроводниковых болометров: а - БКМ-1; б - БКМ-2; в - БКМ-4; г - БКМ-5; БП-5А, БП-5Б; д - БП1-2; е - БП-5А(Б)

Глава 2.5.2. Термоэлектрические приемники излучения

Принцип работы термоэлектрических приемников излучения или термоэлементов основан на использовании термоэлектрического эффекта, (т.н. эффекта Зеебека), который заключается в появлении электродвижущей силы (термо-ЭДС) в цепи, состоящей из двух разнородных по составу проводников при условии, что между двумя их спаями имеется разность температур, т.е. контактные разности потенциалов на каждом спае различны.

В качестве материалов для металлических термоэлементов используют сурьмяно-висмутовые спаи, серебро, железо, теллур, константан, хромель и различные сплавы этих веществ, а для полупроводниковых - сурьму, кремний, теллур, селен.

Обычно сопротивление термоэлемента очень мало (не выше десятков омов), что обуславливает необходимость применения трансформаторного входа в качестве согласующего звена между ПИ и усилителем, а это усложняет конструкцию прибора. К недостаткам термоэлементов следует также отнести их большую инерционность (постоянная времени составляет десятки и сотни миллисекунд.

Для работы термоэлементов не требуется источника питания.

2.5.2.1 Термоэлементы ТД-505 и ТЭМ-5 [Δλ=0,2...14 мкм]

Основные параметры термоэлементов ТД-505 и ТЭМ-5 приведены в табл. 2.5.3. Внешний вид, габаритные размеры приведены на рис. 2.5.3.

Таблица 2.5.3. Основные параметры термоэлементов ТД-505 и ТЭМ-5 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/ Норма параметра	
	ТД-505	ТЭМ-5
Область спектральной чувствительности, мкм	8…14	0,2…4
Размеры чувствительного элемента, мм	∅0,7	∅5
Материал чувствительного элемента	гетероструктура на основе узкозонных п/п	структура на основе твердых растворов халькогенидов висмута и сурьмы
Материал входного окна	BaF_2	без окна
Сопротивление элемента, Ом	-	1500
Интегральная вольтовая чувствительность, В/Вт	60…80	-
Чувствительность, мВ*м^2/кВт , не менее	-	10
Постоянная времени, с	0,1	1
Габаритные размеры, мм	∅9,2 x 6,1	∅22 x 5
№ рисунка	2-671	2-672

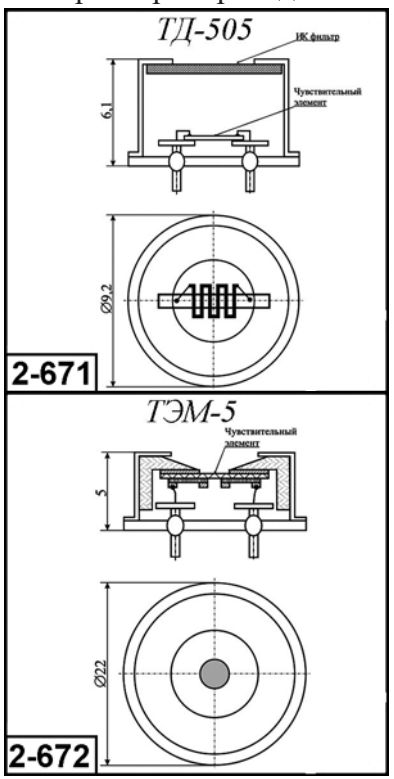


Рис.2.5.3. Внешний вид и габаритные размеры термоэлементов ТД-505 и ТЭМ-5

2.5.2.2 Компенсированные термоэлементы ТК-1х1,5 и ТК-3х1,5 [Δλ=0,5...50 мкм]

Компенсированные термоэлементы ТК-1х1,5 и ТК-3х1,5 представляют собой конструкцию, содержащую по два одинаковых термоэлемента (спая), включенных навстречу друг другу. При этом один из термоэлементов помещен в непрозрачный экран. Оба спая помещены в стеклянный вакуумированный баллон, защищенный металлическим корпусом. На торцевой стороне корпуса против чувствительной площадки активного спая сделано отверстие (окно), закрытое материалом, прозрачным для излучения - оптической керамикой KRS-5.

Точность работы компенсированных термоэлементов слабо зависит от температуры окружающей среды.

Основные параметры термоэлементов ТК-3х1,5 и ТК-1х1,5 приведены в табл. 2.5.4. Внешний вид, габаритные размеры приведены на рис. 2.5.4. Схема включения компенсированного термоэлемента приведена на рис.2.5.5.

Таблица 2.5.4. Основные параметры термоэлементов ТК-1х1,5 и ТК-3х1,5 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора	
	ТК-1х1,5	ТК-3х1,5
Размеры чувствительного элемента, мм	1 х 1,5	3 х 1,5
Область спектральной чувствительности, мкм	0,5 - 50	
Материал входного окна	Оптическая керамика KRS-5 толщ. 2 мм	
Сопротивление элемента, Ом	4 - 20	4 - 20
Интегральная вольтовая чувствительность, В/Вт	1 - 4	3 - 10
Постоянная времени, с	0,25	0,07
Пороговый поток, Вт	$1*10^{-10}$	$1*10^{-10}$
Габаритные размеры, мм	∅25 х 131	∅50 х 152
№ рисунка	2-673	2-674

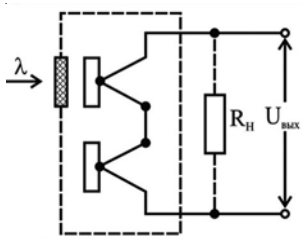
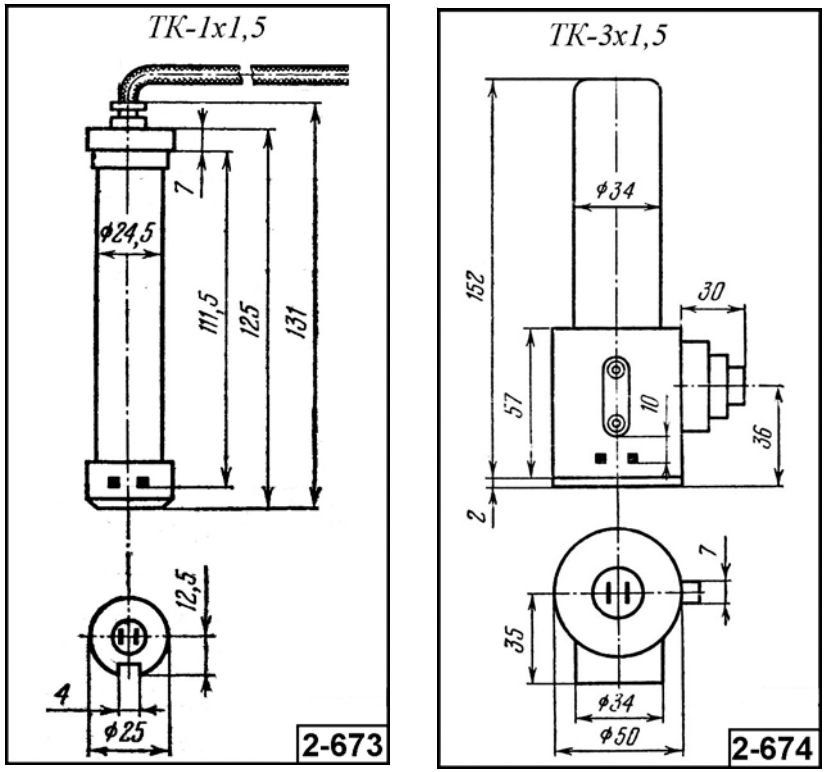


Рис.2.5.5. Схема включения компенсированного термоэлемента.



а) б)

Рис.2.5.4. Внешний вид и габаритные размеры термоэлементов ТК-1х1,5 (а) и ТК-3х1,5 (б).

2.5.2.3 Радиационные термоэлементы РТН-1, РТН-2, РТН-3, РТН-10, РТН-11, РТН-12, РТН-20, РТН-24, РТН-30, РТН-30Г [Δλ=0,17...25 мкм]

Радиационные тонкопленочные термоэлементы РТН-1, РТН-2, РТН-3, РТН-10, РТН-11, РТН-12, РТН-20, РТН-30 предназначены для регистрации излучения в диапазоне от 0,4 до 25 мкм.

Чувствительными элементами приборов являются тонкопленочные висмут-сурьмовые термопары, которые размещены в герметичных стеклянных корпусах.

Приборы предназначены для использования в качестве измерительных преобразователей потока излучения в электрический сигнал в рабочем спектральном диапазоне, в условиях работы в сухих отапливаемых помещений.

Основные параметры термоэлементов приведены в табл. 2.5.5. Внешний вид приведен на рис.2.5.5д.

Таблица 2.5.5. Основные параметры радиационных термоэлементов РТН-1, РТН-2, РТН-3, РТН-10, РТН-11, РТН-12, РТН-20, РТН-30 и РТН-30Г при температуре 20±5^{0}С

Тип термоэлемента	Размеры приемной площадки, мм (число термспаев)	Спектральный диапазон чувствительности, мкм	Сопротивление элемента Ом, не более	Вольтовая чувствительность. В/Вт (573^{0}К, 9 Гц)	Порог чувствительности в единичной полосе, Вт/Гц$^{1/2}$	Обнаружительная способность, Вт*Гц$^{1/2}$*См	Постоянная времени, с	Диапазон регистрируемых мощностей, Вт	Максимально допустимая энергетическая освещенность, Вт/мм^2	Габаритные размеры, мм, не более
РТН-1	3 x 1,5 (1)	0,17 - 5,5 0,25 - 2,5 1,8 - 25	20	0,5….1	$5*10^{-10}$	$0,4*10^9$	0,1	$5*10^{-10}$ - $1,35*10^{-3}$	$0,3*10^{-3}$	∅24 x 105
РТН-2	12 x 1,5 (4)		100	0,5….1	$8*10^{-10}$	$0,5*10^9$	0,2	$8*10^{-10}$ - $5,4*10^{-3}$	$0,3*10^{-3}$	∅32 x 110
РТН-3	4,5 x 1,5 (3)		100	0,5….1	$8*10^{-10}$	$0,46*10^9$	0,2	$8*10^{-10}$ - $4,5*10^{-3}$	$0,3*10^{-3}$	∅32 x 110
РТН-10	1,5 x 3 (1)	0,4…6* или 1,8…15**	20	0,5….2	$5*10^{-10}$	-	0,2	$5*10^{-10}$ - $1,35*10^{-3}$	$0,3*10^{-3}$	-
РТН-11	3 x 3 (6)		300	2….8	$3,5*10^{-10}$	-	0,15	$3,5*10^{-10}$ - $2,7*10^{-3}$	$0,3*10^{-3}$	-
РТН-12	1,5 x 12 (25)		1500	6….20	$2,5*10^{-10}$	-	0,15	$2,5*10^{-10}$ - $5,4*10^{-3}$	$0,3*10^{-3}$	-
РТН-20	1,5 x 12 (4)		100	0,5….2	$6*10^{-10}$	-	0,2	$8*10^{-10}$ - $5,4*10^{-3}$	$0,3*10^{-3}$	-
РТН-30	3 x 3 (6)		300	2….8	$5*10^{-10}$	-	0,2	$5*10^{-10}$ - $2,7*10^{-3}$	$0,3*10^{-3}$	-

Примечание: * Для приборов с интексом "С* , с сапфировым входным окном.
** Для приборов с индексом "Г", с германиевым входным окном.

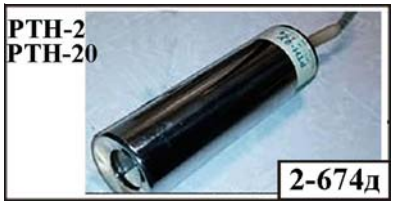


Рис.2.5.5д. Внешний вид термоэлементов

2.5.2.3д. Радиационные термоэлементы РТН-31С и РТН-31Г [Δλ=0,2...15 мкм]

Термоэлементы РТН-3I предназначены для использования в качестве измерительных преобразователей непрерывного потока излучения в электрический сигнал в диапазоне энергетической освещенности от I до 200 Вт/м2 диапазоне длин волн от 0,2 до 15 мкм. Термоэлементы РТН-3I выпускаются в 2-х модификациях: РТН-3IС и РТН-31Г, отличающихся материалом входного окна.

Термоэлемент является вакуумным прибором. Внутри стеклянной колбы на ножке жестко монтируется плата с рабочим приемным элементом, расположенным параллельно входному окну. Приемный элемент представляет собой термобатарею, составленную из последовательно соединенных высокочувствительных термопар. Перед рабочим приемным элементом установлена диафрагма. Колба прибора помещена в защитный металлический хромированный корпус и укреплена в нем с помощью поролоновых амортизаторов. Выводы термоэлемента выполнены из мягкого провода с цветовой маркировкой и заканчиваются контактными лепестками.

.Параметры термоэлементов РТН-31С и РТН-31Г приведены в табл. 2.5.5д. и 2.5.5д.(1).

Таблица 2.5.5д. Основные параметры термоэлементов при температуре (20 ±1)°С.

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра	
	РТН-3IС	РТН-3IГ
Спектральный диапазон, мкм	0,2…5,5	2…15
Диапазон энергетической освещенности, Вт/м^2	1…100	2…200
Интегральный коэффициент преобразования постоянного потока излучения [при температуре (20 ±1)°С и энергетической освещенности (60±10) Вт/м^2], В/Вт, не менее	5	3
Предел допускаемой основной погрешности преобразования [при температуре (20 ±1)°С и энергетической освещенности (60±10) Вт/м^2], %, не более	2,5	
Спектральный коэффициент преобразования, В/Вт, не менее	5,0 (λ = 1 мкм)	3,0 (λ = 4,75 мкм)
Температурный коэффициент преобразования в диапазоне температур окружающей среды от 10 до 35 °С, %/ град.	минус (0,6±0,2)	
Сопротивление термоэлемента, Ом, не более	600	
Постоянная времени, с, не более	0,15	
Диапазон рабочих температур, °С	10…35	
Линейные размеры входной диафрагмы, мм	(3±0,1) х (3±0,1)	
Погрешность измерения размеров входной диафрагмы, %, не более	0,2	
Материал входного окна	лейкосапфир	германий
Габаритные размеры корпуса, мм	∅19,2 х 67,5	
Масса, г, не более	50	

Таблица 2.5.5д (1). Относительное значение спектрального коэффициента преобразования термоэлементов РТН-31С и РТН-31Г

Термоэлемент РТН-3IС		Термоэлемент РТН-3IГ	
Длина волны, мкм	Относительное значение спектрального коэффициента преобразования, о.е.	Длина волны, мкм	Относительное значение спектрального коэффициента преобразования, о.е.
1	1	4,75	1
от 0,2 до 1,0	0,9	от 2 до 4,75	0,9
от 1 до 3,5	0,8	от 4,75 до 10,0	0,85
от 3,5 до 5,0	0,7	от 10 до 15	0,8
от 5,0 до 5,5	0,65		

2.5.2.4д1. Радиационные полупроводниковые термоэлементы ПРТЭ-2, ПРТЭ-3, ПРТЭ-4, ПРТЭ-6 [Δλ=0,3...45 мкм]

Радиационные полупроводниковые термоэлементы ПРТЭ-2, ПРТЭ-3, ПРТЭ-4 и ПРТЭ-6 предназначаются для регистрации и измерения мощности излучения в диапазоне длин воли, определяемом материалом входного окна, от 0,3 до 50 мкм, от 0,3 до 25.мкм, от 0,25 до 2,5 мкм соответственно. Различаются размерами чувтвительного элемента. (ПРТЭ-2 - 0,5 х 2 мм; ПРТЭ-3 - 0,25 х 2 мм).

Основные параметры термоэлемента ПРТЭ-6 приведены в табл. 2.5.5д2..Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.5.4д.

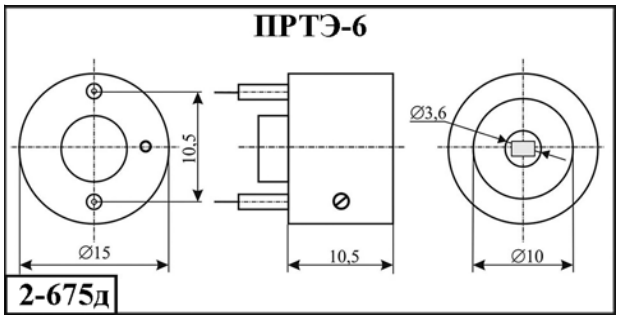
Входные окна термоэлементов, выполненные из кристаллов CsJ и KBr, гигроскопичны, поэтому необходимо поддерживать в рабочем помещении и помещениях хранения нормальные климатические условия по ГОСТ 15150-69: температуру окружающей среды от 10 до 35° С, относительную влажность воздуха от 45 до 80% атмосферное давление от 84 до 10^7 кПа.

Термоэлементы предназначены для использования в комнатных условиях.

Таблица 2.5.5д2. Основные параметры термоэлемента ПРТЭ-6 при температуре 20±5^{0}С.

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Размеры чувствительной площадки, мм	2,2 х 1,5
Спектральный диапазон, мкм	0,3…45*
Вольтовая чувствительность, В/Вт	0,75
Темновое сопротивление, Ом	6
Эквивалентная мощность шума, Вт/Гц$^{-1/2}$	$5 * 10^{-10}$
Максимальная мощность падающего излучения, Вт, не более	$3 * 10^{-3}$
Диапазон рабочих температур, ^{o}С	20 ± 5
Габаритные размеры (без выводов), мм	∅15 х 10,5
Материал входного окна	Ge, CsJ, KBr
№ рисунка	2-675д и 2-675д1

Примечание: *) Спектральный диапазон зависит от материала входного окна:
Ge - 0,8 до 20 мкм
CsJ, - 0,3 до 45 мкм
KBr - от 0,3 до 25.мкм



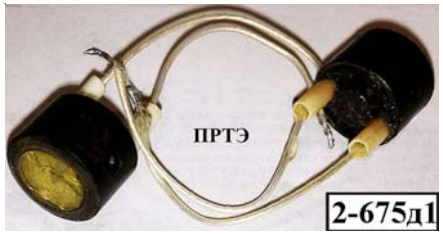


Рис. .2.5.4д. Внешний вид и габаритные размеры радиационного полупроводникового термоэлемента ПРТЭ-6.

2.5.2.4 Термоэлектрические приемники излучения ТПИ-1-5, ТПИ-2-5, ТПИ-5, ТПИ-8, ТПИ-10, ТПИ-14 [Δλ=0,5...11 мкм]

Термоэлектрические приемники излучения ТПИ-1-5, ТПИ-2-5, ТПИ-5, ТПИ-8, ТПИ-10, ТПИ-14 являются калориметрическими измерителями мощности и энергии непрерывного и импульсного излучения в спектральном диапазоне 0,5—11 мкм.

В приборах применены плоские коллекторы и хромель-копелевые термобатареи.. В основу работы приборов положен метод замещения. Обмотки замещения уложены в специальные пазы коллекторов. Материал коллекторов — графит РГ-ВК или сплав Д16; для повышения коэффициента поглощения на приемные поверхности нанесены концентрические канавки треугольного профиля. Приборы обладают малой зависимостью чувствительности от отклонения (до 30°) пучка излучения от нормали, малой зависимостью от уровня измеряемой энергии и хорошей зонной характеристикой.

Приборы ТПИ-1-5. ТПИ-2-5 предназначены для измерения энергии однократных импульсов излучения ОКГ, работающих в режиме свободной генерации, а также других источников одиночных импульсов; ТПИ (модификаций 5; 8; 10; 14) — для измерения мощности излучения ОКГ, работающих в непрерывном режиме, а также непрерывных слабо меняющихся потоков других источников излучения.

Основные параметры приемников излучения ТПИ-1-5, ТПИ-2-5, ТПИ-5, ТПИ-8, ТПИ-10, ТПИ-14 приведены в табл.2.5.6.

Таблица 2.5.6. Основные параметры приемников излучения ТПИ-1-5, ТПИ-2-5, ТПИ-5, ТПИ-8, ТПИ-10, ТПИ-14 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения.	Тип прибора/Норма параметра					
	ТПИ-1-5	ТПИ-2-5	ТПИ-5	ТПИ-8	ТПИ-10	ТПИ-14
Область спектральной чувствительности, мкм	0,5…11					
Диаметр приемной площадки, мм	30	–	50	50	200	60
Количество термопар	30	–	–	–	–	–
Диаметр пучка, мм	4 - 25	6 - 45	5 - 45	30 - 45	50 - 190	40 - 55
Пределы измерений мощности или энергии	до $1*10^5$ Вт/см^2	0,5 - 30 Дж	1 - 50 Вт	50 - 500 Вт	50 - 500 Вт	100 - 1500 Вт
Пределы длительности импульса, с	10^{-5} - 10^{-1}	10^{-6} - 10^{-1}	–	–	–	10^{-6} - 10^{-1}
Интегральная вольтовая чувствительность, мкВ/Вт	250 мкВ/Дж	130	100	15	25	35
Постоянная времени, с	–	–	70	50	100	70
Максимальная плотность мощности, Вт/см2	$1*10^3$	$5*10^4$	50	50	50	75
Основная относительная погрешность, %	15	15	12	15	15	15
Габаритные размеры, мм, не более	60 x 290 x 60	∅85 x 72	105 x 105 x 335	140 x 140 x 125	240 x 240 x 140	160 x 160 x 140
Масса, кг, не более	2,7	1	5	5	15	15

Глава 2.5.3. Пироэлектрические приемники излучения

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.

В отличие от болометра пироэлектрические приемники излучения обладают более высоким быстродействием.

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

2.5.3.1. Пироэлектрические приемники излучения БП2-1, БП2-3А, БП2-3Б, БП2-3В, БП2-3Г, БП2-3Д, ЛПП-1 [Δλ=1...20 мкм]

Прироэлектрические приемники излучения БП2-1, БП2-3А, БП2-3Б, БП2-3В, БП2-3Г, БП2-3Д, ЛПП-1 предназначены для преобразоввания энергии теплового излучения в диапазоне от 1 до 20 мкм в электрический сигнал. Выпускаются в металлическом корпусе без окна или с входным окном из германия.

Основные параметры приемников излучения приведены в табл. 2.5.7. Внешний вид, габаритные размеры и относительные спектральные характеристики приведены на рис. 2.5.7.

Таблица 2.5.7. Основные параметры пироэлектрических приемников излучения при температуре 20±5^{0}С

Тип болометра	Размеры чувствительного элемента, мм, (число элементов)	Область спектральной чувствительности, мкм [материал входного окна]	Интегральная вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	Емкость чувствительного элемента, пф, не более	Постоянная времени, с	Порог чувствительности в единичной полосе, $Вт*Гц^{-1/2}$, не более	Обнаружительная способность, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	Диапазон рабочих температур, ^oC	Габаритные размеры корпуса, мм, не более	Масса, г, не более	№ рис.
Пироэлектрический приемник излучения БП2-1	∅1	1,8…15 [Ge]	50 ($573^oК$, 20 Гц)	300	-	-	$4,5*10^6$ ($573^oК$, 10 Гц)	-60…+60	∅10,7х5	2	2-674
Пироэлектрический приемник излучения БП2-3А	∅1	1…20 [без окна]	10 ($573^oК$, 20 Гц)	60	$6*10^{-4}$	$6*10^{-8}$	$1,5*10^6$ (10 Гц)	-60…+60	∅10х5	2	2-675

Окончание таблицы 2.5.7. Основные параметры пироэлектрических приемников излучения при температуре 20±5^{0}С

Тип болометра	Размеры чувствительного элемента, мм, (число элементов)	Область спектральной чувствительности, мкм [материал входного окна]	Интегральная вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	Емкость чувствительного элемента, пф, не более	Постоянная времени, с	Порог чувствительности в единичной полосе, Вт*Гц$^{-1/2}$, не более	Обнаружительная способность, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$*см, не менее	Диапазон рабочих температур, ^{o}С	Габаритные размеры корпуса, мм, не более	Масса, г, не более	№ рис.
Пироэлектрический приемник излучения БП2-3Б	0,33 х 3	1…20 [без окна]	10 (573^{o}К, 20 Гц)	60	6*10^{-4}	6,6*10^{-8}	1,5*10^6 (10 Гц)	-60…+60	∅10х 5	2	2-675
Пироэлектрический приемник излучения БП2-3В	1 х 1 (2) зазор - 0,5 мм		8,5...10 (573^{o}К, 20 Гц)			6,6*10^{-8}					2-676
Пироэлектрический приемник излучения БП2-3Г	∅1	1…20	1 мкА/Вт (573^{o}К, 20 Гц)	50	-	-	-	-60…+85	∅10х 5	2	2-675
Пироэлектрический приемник излучения БП2-3Д	∅1	1…20	1,7 мкА/Вт (573^{o}К, 20 Гц)	-	-	-	-	-60…+85	∅10х 5	2	2-675
Пироэлектрический приемник излучения ЛПП-1	2 мм^2	0,4…20	10 (573^{o}К, 1кГц); 1,0 (573^{o}К, 10 кГц)	-	-	1*10^{-7} (1кГц); 2*10^{-7} (10 кГц);	1,4*10^6 (1кГц); 7*10^5 (10 кГц)	-0…+40	н/д	н/д	-

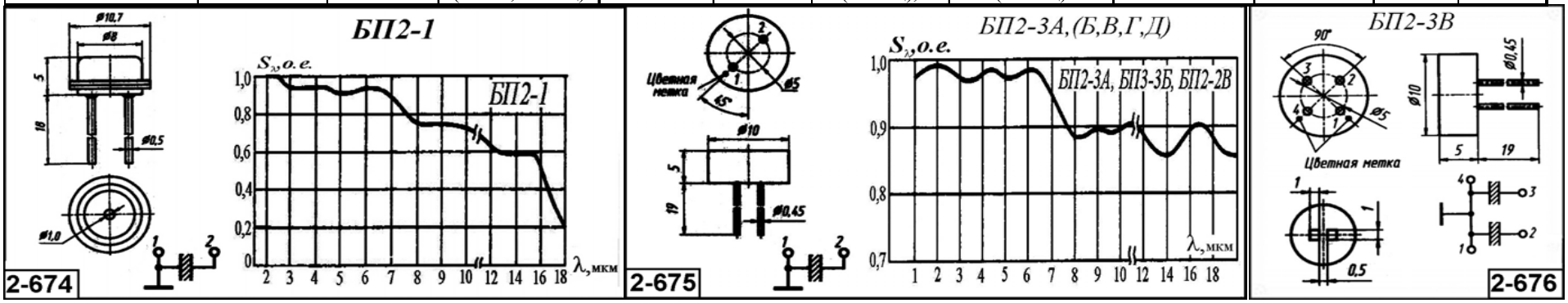


Рис. 2.5.7. Внешний вид, габаритные размеры и относительная спектральная характеристика приемников излучения БП2-1 и БП2-3.

2.5.3.1д. Модуль пироэлектрический ПМ-1, ПМ-2, ПМ-3, ПМ-4, ПМ-5, ПМ-6 [Δλ=1...25 мкм]

Пироэлектрические модули ПМ-4 предназначен для детектирования энергии модулирования инфракрасного излучения в диапазоне длин волн от 2 до 25 мкм. Модуль ПМ-4 являлся самым распространенным пироэлектрическим приемником ИК-излучения. Пиромодули могут быть использованы при частотах модуляции излучения от 0,1 Гц.

Основные параметры модуля приведены в табл. 2.5.7д, внешний вид и габаритные размеры показаны на рис. 2.5.7д.

На рис. 2.5.7д (1) приведена принципиальная электрическая схема входного каскада аппаратуры с применением модуля ПМ4.

Области применениея: бесконтактные измерители температуры и пожарные извещатели.

Таблица 2.5.7д. Основные параметры модуля ПМ-4 при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица изменения	Тип прибора/Норма параметра				
	ПМ-1	ПМ-2	ПМ-3	ПМ-4	ПМ-6
Диапазон спектральной чувствительности, мкм	1…14	1…14	2…20	2 …25	1…14
Размер приемной площадки, мм	∅1,5			1,5 x 1,5 (или ∅1,5)	∅1,1
Пороговый поток в единичной полосе частот, Вт/Гц $^{1/2}$, не более	3x10^{-9} (20 Гц), 6x10^{-9} (250 Гц)	1x10^{-5} (20 Гц)	3x10^{-9} (20 Гц)	1,5x10^{-9} (20 Гц)	4*10^{-9} (20 Гц)
Вольтовая чувствительность , В/Вт, не менее	100 (20 Гц)		100 (20 Гц) 300 (2 Гц)	100 (20 Гц) 1000 (2 Гц)	100 (20 Гц)
Рекомендуемая частота модуляции, Гц	1 …50	1 …50	1 …50	1 …100	1 …50
Напряжение питания, В, не более	10				
Габаритные размеры, мм [масса, г], не более	∅ 9 x 10 [3]				

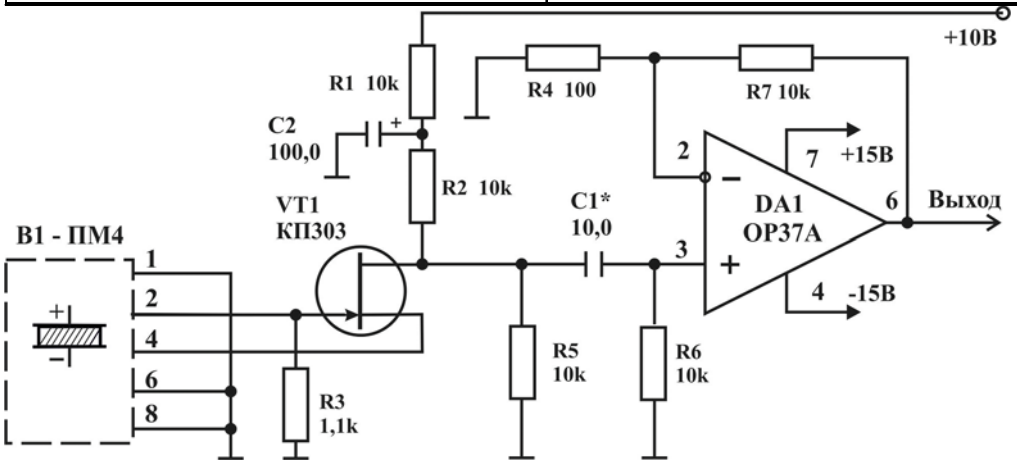
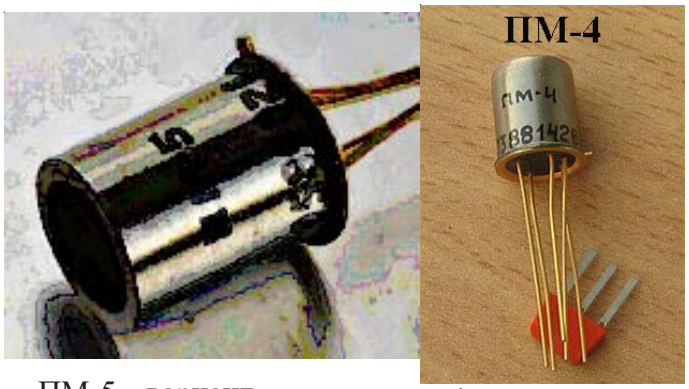


Рис. 2.5.7д.(1). Принципиальная электрическая схема входного каскада аппаратуры с применением модуля ПМ4



ПМ-5 - вариант ПМ-4 без входного окна

а)

б)

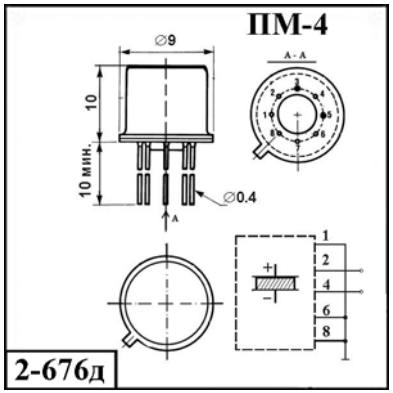


Рис.2.5.7д. Внешний вид (а) и габаритные размеры (б) пироэлектрического модуля ПМ-4.

Глава 2.5.4. Тепловые приемные устройства (ТПУ)

Тепловые приемные устройства (ТПУ) - приборы, чувствительные к длинноволновому ИК- излучению и состоящие из чувствительного элемента (болометра, терморезистора, пироэлектрического приемника излучения или термоэлемента), и схемы предварительного согласования, 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 и ФПУ.

2.5.4.1. Пироэлектрические приемные устройства ПП-02, ПП-03, ПП-04, ПП-04 ТК, ПП-06, ПП-07, ПП-04 2К, ПП-04 4К, ИНПФ [$\Delta\lambda$=2...300 мкм]

Пироэлектрические приемные устройства ПП-04, ПП-04 ТК, ПП-07, ИНПФ предназначены для регистрации излучения в диапазоне от 4 до 300 мкм. Состав приемных устройств: чувствительный элемент, изготовленный из танталата лития ($LiTaO_3$), и согласующий каскад на полевом транзисторе КП202, рамещенные в едином металлостеклянном корпусе с окном, прозрачным в рабочем диапазоне спектра.

Основные параметры приемных устройств приведены в табл. 2.5.8. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.5.8.

Таблица 2.5.8. Основные параметры приемных устройств при температуре 20±5^{0}С

Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора/ Норма параметра					
	ПП-02	ПП-03	ПП-04	ПП-04 ТК	ПП-07	ИНПФ
Рабочий спектральный диапазон, мкм	2…20	2…20	4…300	7...14	7...14	2,5 - 20
Угол зрения, град	-	-	100	100	100	100
Размеры одиночной приемной площадки, мм (кол-во чувст. эл.)	∅2,6	2 x 0,9	∅1,5	2 x 1 (2)	2 x 1 (2)	1 x 2 (2)
Расстояние между приемными площадками, мм	-	-		1	1	1
Напряжение питания, В	-	-	2…15	2…15	2…15	2…15
Интегральная вольтовая чувствительность (373^{0}К), В/Вт, не менее	800 (2 Гц); 80 (20 Гц)		500 (10 Гц)	1500 (2 Гц)	1500 (2 Гц)	3800 (1 Гц)
Пороговая чувствительность, (373^{0}К,2 Гц), Вт*Гц$^{-1/2}$, не более	3 * 10^{-9}	3 * 10^{-9}	5 * 10^{-10}	5 * 10^{-10}	5 * 10^{-10}	7,5x10^{-10}
Диапазон рабочих температур	-	-	-60…+60	-60…+60	-60…+60	-40…+85
Габаритные размеры (без выводов) , не более	-	-	∅9,2 x 4,6	∅9,2 x 4,6	∅9,2 x 4,6	∅9,2 x 4,6
№ рисунка	-	-	2-677	2-678		

Приемники ПП-04 ТК, ПП-07 и ИНПФ обладают повышенной помехоустойчивостью в условиях быстрого изменения температуры окружающей среды, что достигается за счет компенсации помехи с рабочей площадки сигналом со второй компенсационной, дифференциально включенной по отношению к рабочей. К ИК-излучению от объекта компенсационная площадка затемнена.

Приемники выпускаются с различным размером чувствительной площадки, варианты: ∅1 мм, ∅1,5 мм, (2 х1,5) мм^2, (3 х 2) мм^2. Диапазон спектральной чувствительности определяется пропусканием входного окна, варианты: кварц, лейкосапфир, кремний, германий и др.

Области применения: В ИК-спектроскопии, для бесконтактного измерения температуры объектов, для измерения энергии излучения лаз, системах автоматического пожаротушения и системах охраны.

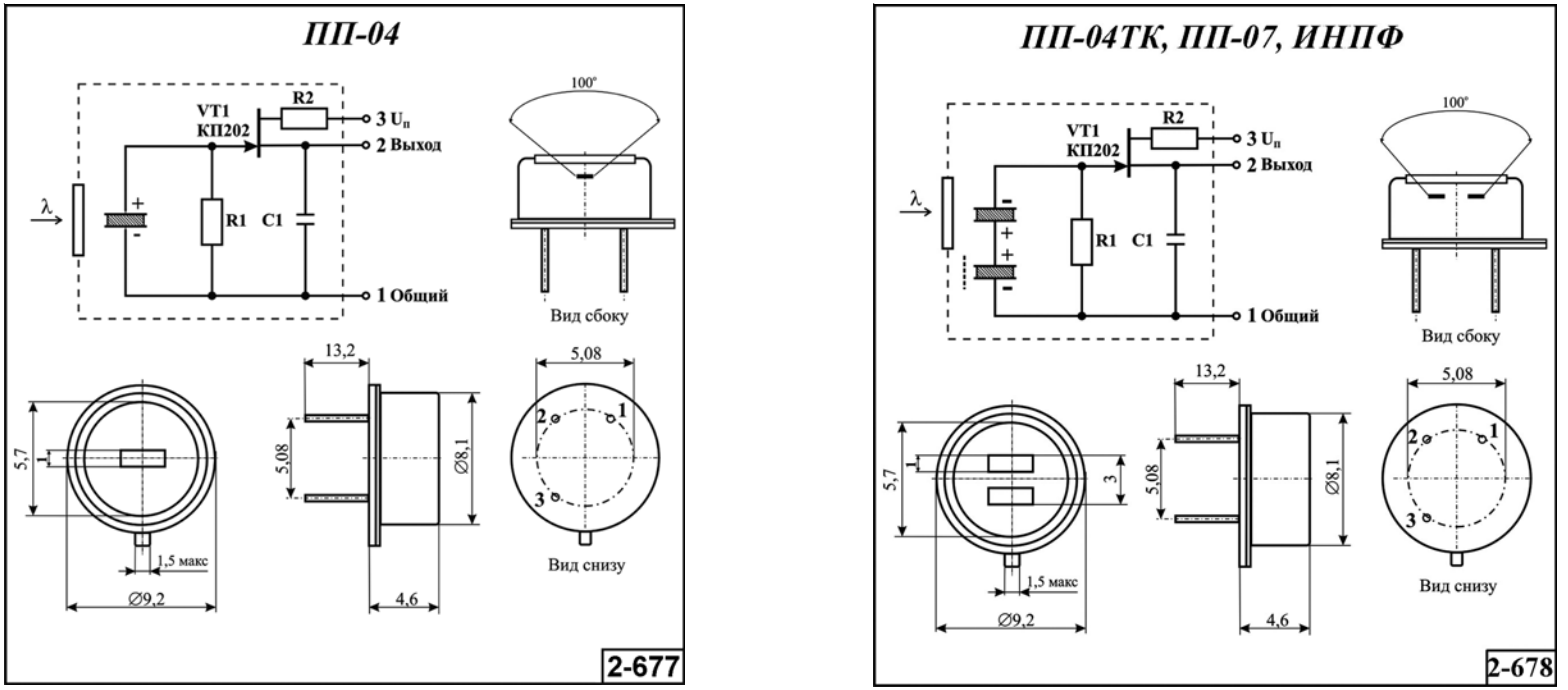


Рис 2.5.8. Внешний вид и габаритные размеры приемных устройств ПП-04, ПП-04 ТК, ПП-07, ИНПФ.

Кроме указанных типов приборов, выпускались следующие их модификации:

Пироприемник ПП-04 2К

Двухканальный двухцветный пироэлектрический приемник ПП-04 2К . Используется в газоанализаторах.

Пироприемник ПП-04 4К

Пироэлектрический приемник излучения ПП-04 4К. Четырехканальный, четырехцветный приемник излучения. Используется в газоанализаторах

Пироприемник ПП-06

Пироприемник со встроенным операционным усилителем с полевыми входами. Пироприемник с чувствительным элементом на основе LiTaO3, со встроенным операционным усилителем с полевыми входами. Основные характеристики, как у пироприемника ПП-04.

2.5.4.2. Иммерсионные терморезисторные болометры БП-2, БП-2А, БП-2М, БП-2АМ, БП-2М-Э, БП-2МС [Δλ=2...15 мкм]

Иммерсионные терморезисторные болометры БП-2, БП-2А, БП-2М, БП-2М-Э, БП-2АМ, БП-2МС предназначены для регистрации ИК-излучения в диапазоне 2…15 мкм. Терморезисторные болометры серии БП-2-ХХ представляют собой тепловое приемное устройство (ТПУ).

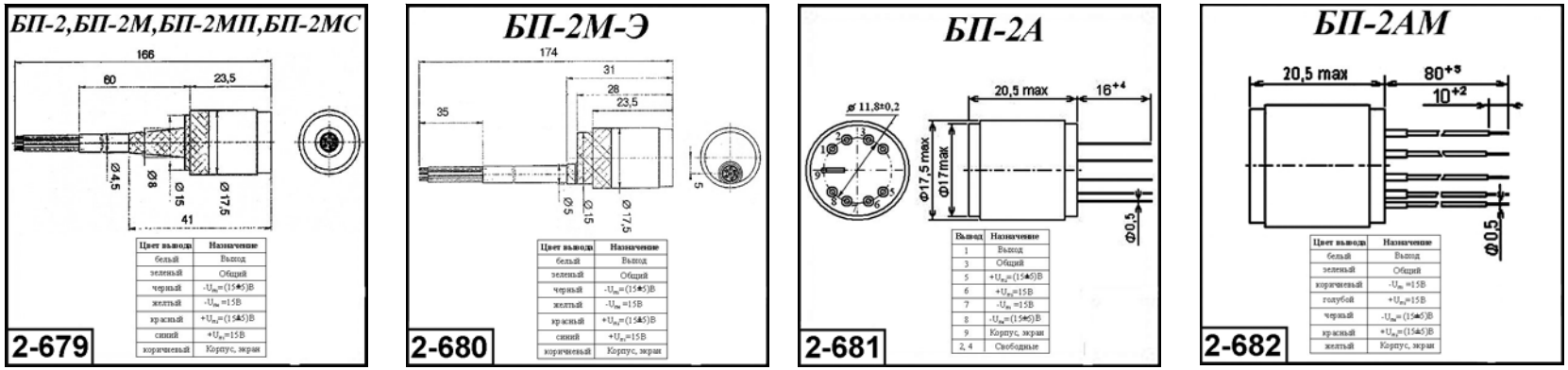
Состав приемных устройств: чувствительный элемент - сдвоенный терморезистор и дифференциальный усилитель на основе ОУ (типа 544УД или AD706), размещенные в едином металлостеклянном корпусе. В качестве входного окна используется иммерсионная германиевая линза.

Сфера применения: ·радиометры, приборы для измерения температур в промышленности, аппаратура газового анализа, датчик горизонта на космических аппаратах, системы детектирования перегрева букс железнодорожных вагонов, бесконтактное измерение температуры различных объектов.

Основные параметры тепловых приемных устройств серии БП-2-ХХ приведены в табл. 2.5.7. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.5.9. На рис. 2.5.10 - приведена типовая структурная схема устройства, а на рис. 2.5.11 - угловая характеристика ТПУ.

Таблица 2.5.9. Основные параметры тепловых приемных устройств серии БП-2-ХХ при температуре 20±5°С

Тип прибора	Размеры чувствительного элемента, мм (число элементов)	Область спектральной чувствительности, мкм (материал входного окна)	Угол поля зрения, град	Напряжение питания встроенного предусилителя, В, (ток потребления, мА)	Напряжение питания измерительного моста, В	Вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	Обнаружительная способность, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	Постоянная времени, с, не более	Диапазон рабочих температур, °С	Габаритные размеры, мм, не более [масса,г, не более]	№ рис.
БП-2	0,12 x 0,12	2...15* (Ge линза)	3	±(15±0,5) $I_П$=6 мА)	±15	$2,5*10^3$	$4*10^8$	$2,3*10^{-3}$	-10…+55	∅17,5 x 23,5 [30 г]	2-679
БП-2А	0,12 x 0,12	2...15* (Ge линза)	3	±(15±0,5) $I_П$=6 мА)	±15	$4*10^3$	$7*10^8$	$1,5*10^{-3}$	-10…+60	∅17,5 x 20,5 [30 г]	2-681
БП-2АМ	0,12 x 0,12	2...15* (Ge линза)	3	±(15±0,5) $I_П$=6 мА)	±15	$4*10^3$	$7*10^8$	$1,5*10^{-3}$	-10…+60	∅17,5 x 20,5 [35 г]	2-682
БП-2М-Э	0,12 x 0,12	2...15* (Ge линза)	3	±(15±0,5) $I_П$=6 мА)	±15	$4*10^3$	$7*10^8$	$1,5*10^{-3}$	-10…+60	∅17,5 x 28 [40 г]	2-680
БП-2М	0,12 x 0,12	2...15* (Ge линза)	3	±(15±0,5)		$4*10^3$	$7*10^8$	$2,3*10^{-3}$	-10…+55	∅17,5 x 23,5 [30 г]	2-679
БП-2МП				±(6…18)	±(7,5±0,5)	$4*10^3$	$8,0*10^8$	$2,3*10^{-3}$	-10…+55		
БП-2МС				±(15±0,5)		$7*10^3$	$8*10^8$	$1,2*10^{-3}$	-10…+55		



а) б) в) г)

Рис. 2.5.9. Основные параметры тепловых приемных устройств серии БП-2-ХХ при температуре 20±50С

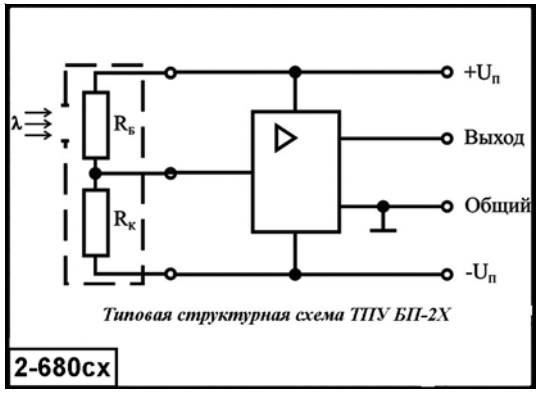


Рис. 2.5.10. Типовая структурная стема ТПУ БП-2-ХХ.





Рис. 2.5.11д. Внешний вид ТПУ БП-2-ХХ.

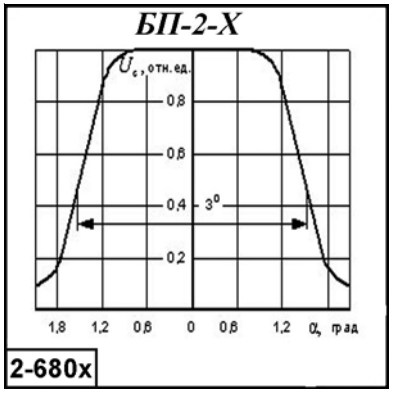


Рис. 2.5.11. Угловая характеристика ТПУ БП-2-ХХ.

2.5.4.3 Пироэлектрические приемники БП2-2, БП2-6, БП-7, БП-8, БП-9, БП-9М, БП-10 [$\Delta\lambda$=0,5...20 мкм]

Пироэлектрические приемники БП2-2, БП2-6, БП-7, БП-8, БП-9, БП-9М, БП-10 предназначены для регистрации излучения в диапазоне от 0,5 до 50 мкм. Представляют собой тепловые приемные устройства (ТПУ), содержащие один или несколько чувствительных элементов реализованные на основе титаната-цирконата бария или титаната-цирконата свинца, и предварительный усилитель сигнала на основе полевых транзисторов или операционных усилителей. Все элементы ТПУ располагаются в едином защитном корпусе.

Краткая характеристика ТПУ данной серии.

БП-7 - четырехэлементные (2 х 2) приемники выполнены в виде отдельных модулей, конструкция которых позволяет формировать большие приемные поверхности заданного размера и конфигурации. Встроенные предусилители обеспечивают согласование с аппаратурой и повышают ее помехоустойчивость.

ТПУ БП-7 предназначены для измерения энергетических и пространственно-временных характеристик импульсно-периодического излучения и могут применяться для регистрации, обнаружения и управления параметрами мощного лазерного излучения ИК-диапазона в спектральном диапазоне от 0,5 до 50 мкм.

БП-8 - десяти элементные линейные приемники также выполнены в виде отдельных модулей, конструкция которых позволяет формировать большие приемные поверхности заданного размера и конфигурации. Встроенные предусилители обеспечивают согласование с аппаратурой и повышают ее помехоустойчивость.

ТПУ БП-8 предназначены для измерения энергетических и пространственно-временных характеристик импульсно-периодического излучения и могут применяться для регистрации, обнаружения и управления параметрами мощного лазерного излучения ИК-диапазона в спектральном диапазоне от 0,5 до 50 мкм

БП-9 и БП-9М одноэлементные приемники с встроенным 2-х каскадным предварительным усилителем позволяет реализовать различные варианты включения и в широких пределах варьировать частотный диапазон и величину коэффициента преобразования излучения. Приемники обладают высокой пороговой чувствительностью и рассчитаны на работу в широком диапазоне рабочих температур.

ТПУ БП-9 и БП-9М могут использоваться для решения самых разнообразных задач, связанных с измерением ИК-излучения среднего и дальнего диапазонов (0,5…20 мкм).

БП-10 - имеет чувствительный элемент поперечного типа без поглощающего покрытия с малой герметической емкостью и встроенным усилителем тока, обеспечивающим быстродействие приемника 10^{-8} с. Конструктивное исполнение предусматривает также работу приемника без усилителя с постоянной времени на согласованной нагрузке, 50 Ом - 10^{-10} с.

ТПУ БП-10 предназначен для измерения мощности и воспроизведения формы импульсов излучения среднего и дальнего ИК-диапазона (0,5…20 мкм).

Приемники указанной серии могут изготавливаться в различных исполнениях: с различными размерами чувствительного элемента и материала входного окна. В качестве материала входного окна могут быть использованы: германий, сапфир, кремний, селенид цинка, кварц и т.д.

Основные параметры ТПУ серии БП-7 - БП10 приведены в табл. 2.5.10.. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.5.12. На рис. 2.5.13 - приведены электрические схемы БП-2, (БП-22) БП-6, БП-9 и БП-10.

Таблица 2.5.10. Основные параметры тепловых приемных устройств серии БП-2 - БП10 при температуре 20±5^{0}С

Тип прибора	Размеры чувствительного элемента, мм (число элементов); [тип мат. ЧЭ]	Область спектральной чувствительности, мкм (материал входного окна) [угол поля зрения]	Uнапряжение питания, В	Выходное сопротивление, Ом, не более	Вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	Обнаружительная способность, см*Гц$^{1/2}$*Вт$^{-1}$, не менее	Порог чувствительности в единичной полосе, Вт*Гц$^{-1/2}$, не более	Постоянная времени, с, не более	Диапазон рабочих температур, ^{o}С	Габаритные размеры, мм, не более [масса,г, не более]	№ рис.
БП2-2	∅1 [ТЦБ]	1,8…20 (Ge)	15±1	1*10^4	300 В/Вт (573^{o}К, 20 Гц);	5*10^8 (573^{o}К, 20 Гц);	-	1,5*10^{-2}	-10…+55	∅9,9 x 15,5 [5 г]	2-683
БП2-6	∅0,3 [ТЦБ]	1,8…20 (Ge линза) [3 град]	15±1	1*10^4	750 В/Вт (573^{o}К, 10 Гц)	5*10^7 (573^{o}К, 20 Гц);	-	1*10^{-2}	-60…+60	∅17 x 34 [10 г]	2-684
БП-7	4 x 4 (2 x 2 эл) зазор - 0,4 мм [ТЦС]	0,5…20 или 0,5...50 [без окна]	±(15±0,5)	-	250 В/Вт (573^{o}К, 20 Гц); 0,4 мкА/Вт	-	10^{-8} Дж	(0,1...1)*10^{-3}	-1…+55	14 x 14 x 27	2-685
БП-8	4 x 4 (10 x 1 эл) зазор - 0,4 мм [ТЦС]	0,5…20 или 0,5...50 [без окна]	±(15±0,5)	-	250 В/Вт (573^{o}К, 20 Гц); 0,4 мкА/Вт	-	10^{-8} Дж	(0,1...1)*10^{-3}	-1…+55	44 x 30 x 5	2-686
БП-9	∅3 [ТЦС]	0,5…20 (ZnSe)	±(15±0,5)	-	900 В/Вт (573^{o}К, 20 Гц); 0,55 мкА/Вт	-	5 x 10^{-8} Вт/Гц$^{1/2}$; 10^{-8} Дж	2*10^{-2}	-45…+55	∅14,5 x 19,5 x 10	2-687
БП-9М	∅3 [ТЦС]	0,5…20 (ZnSe)	±(15±0,5)	-	100 В/Вт (573^{o}К, 20 Гц);	-	5 x 10^{-8} Вт/Гц$^{1/2}$; 10^{-8} Дж	0,12	-45…+55	∅14,5 x 19,5 x 10	2-687
БП-10	4 x 4 [ТЦС]	0,5…20 (ZnSe)	6±1	-	5*10^{-4} В/Вт; 0,024 мкА/Вт	-	-	1*10^{-10}	-45…+55	∅14,5 x 19,5 x 10	2-687

Примечание: ТЦБ - элемент из титаната-цирконата бария. ТЦС - элемент из титаната-цирконата свинца.

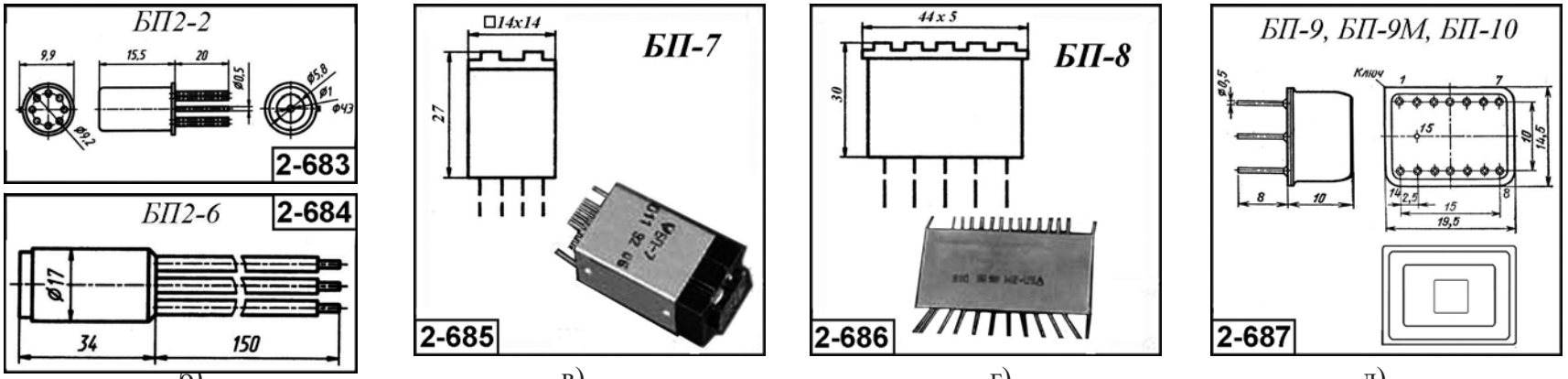


Рис. 2.5.12. Внешний вид и габаритные размеры ТПУ: а - БП2-2; б - БП2-6; в - БП-7; г - БП-8; д - БП9 и БП-10.

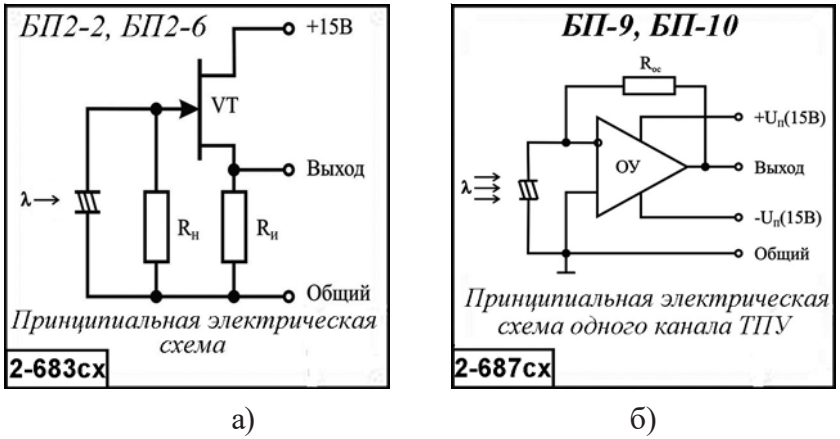


Рис. 2.5.13. Электрические схемы ТПУ: а - БП2-2 (БП-22) и БП2-6; б - БП-9 и БП-10.

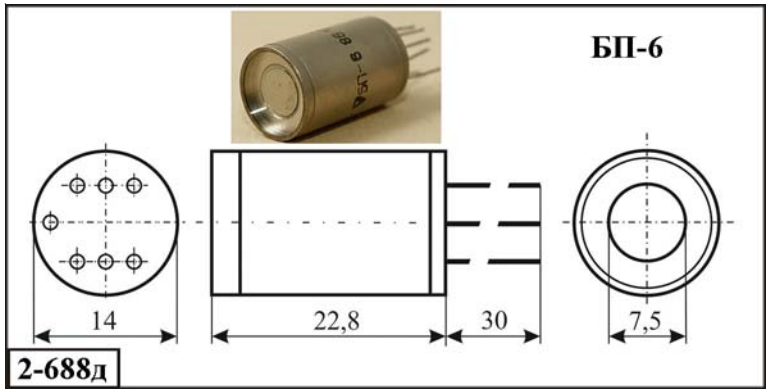


Рис. 2.5.13д. Внешний вид и габаритные размеры ТПУ БП-6.

2.5.4.4 Тепловые приемные устройства МГ-30А, (Б,В), МГ-32, МГ-32А, МГ-33, МГ-33-01, МГ-33-02, МГ-33-03 [$\Delta\lambda$=2...20 мкм]

Приемные устройства МГ-30А(Б,В), МГ-32, МГ-33, МГ-33-01, МГ-33-02, МГ-33-03 предназначены для регистрации излучения в диапазоне от 2 до 20 мкм. Приемные устройства представляют собой тепловые приемные устройства (ТПУ), содержащие чувствительный элемент реализованный на основе титаната-цирконата бария и предварительный усилитель сигнала. ТПУ размещаются в герметичных стандартных металлостеклянных корпусах с входным окном из просветленнного германия или кремния.

Основные параметры тепловых приемных устройств серии МГ-30-ХХ приведены в табл. 2.5.11. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.5.14. На рис. 2.5.15 - приведены относительнвые спектральные характеристики ТПУ..

Таблица 2.5.11. Основные параметры тепловых приемных устройств МГ-30, МГ-32, МГ-33, МГ-33-01, МГ-33-02, МГ-33-03

Параметр, единица измерения	Тип прибора / Норма параметра								
	МГ-30А	МГ-30Б	МГ-30В	МГ-32	МГ-32А	МГ-33	МГ-33-01	МГ-33-02	МГ-33-03
Размер чувствительной площадки, мм	1 x 1			1 x 1	1 x 1	1 x 1	1 x 1	1 x 1	1 x 1
Область спектральной чувствительности, мкм (материал входного окна)	2 - 20 (Ge)			8 - 14 (Ge просв)	8 - 14 (Ge просв)	2 - 20 (Ge)	4.28±0.5 (Si фильтр)	3.36±0.5 (Si фильтр)	3.85±0.5 (Si фильтр)
Угол зрения, град, не более	90					60			
Вольтовая чувствительность (573,125,1), В/Вт, не менее	$1*10^3$ (573,250,1)			$(4 - 12)*10^3$	$(4 - 12)*10^3$	$1*10^5$	$1*10^5$	$1*10^5$	$9*10^4$
Порог в единичной полосе частот, Вт*Гц$^{1/2}$, не более	$2\cdot10^{-9}$	$5\cdot10^{-9}$	$7\cdot10^{-9}$	$7\cdot10^{-9}$	$5\cdot10^{-10}$	$1,5\cdot10^{-9}$	–	–	–
Обнаружительная способность, Вт$^{-1}$*Гц$^{1/2}$*см, не менее	–			–	–	–	$2*10^8$	$1,6*10^8$	$1,6*10^8$
Постоянная времени, с	$(3 - 5)*10^{-4}$								
Полоса пропускания, Гц, не менее	50 - 500 Гц			50 - 500 Гц	50 - 500 Гц	200	200	150	150
Максимальное выходное напряжение, В, не менее	–			–	–	3,0	3,0	3,0	3,0
Выходное сопротивление, Ом, не более	50			50	50	–	–	–	–
Напряжение питания, В	±12 (или 4,75 - 5,5)			±12	±12	±(1,5 - 5)	±(1,5 - 5)	±(1,5 - 5)	±(1,5 - 5)
Потребляемая мощность, Вт, не более	0,15			0,15	0,15	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025
Диапазон рабочих температур, °С	-45 …+ 55			-45 …+ 55	-60 …+ 55	-40…+ 55	-40…+ 55	-40…+ 55	-40…+ 55
Габаритные размеры корпуса, мм, не более	14,5 x 19,5x5			14,5 x 19,5x5	14,5 x 19,5x5	∅9,6 x 6,6	∅9,6 x 6,6	∅9,6 x 6,6	∅9,6 x 6,6
Масса, г, не более	4,5			4,5	4,5	2,2	2,2	2,2	2,2
№ рисунка	2-688			2-689			2-690		

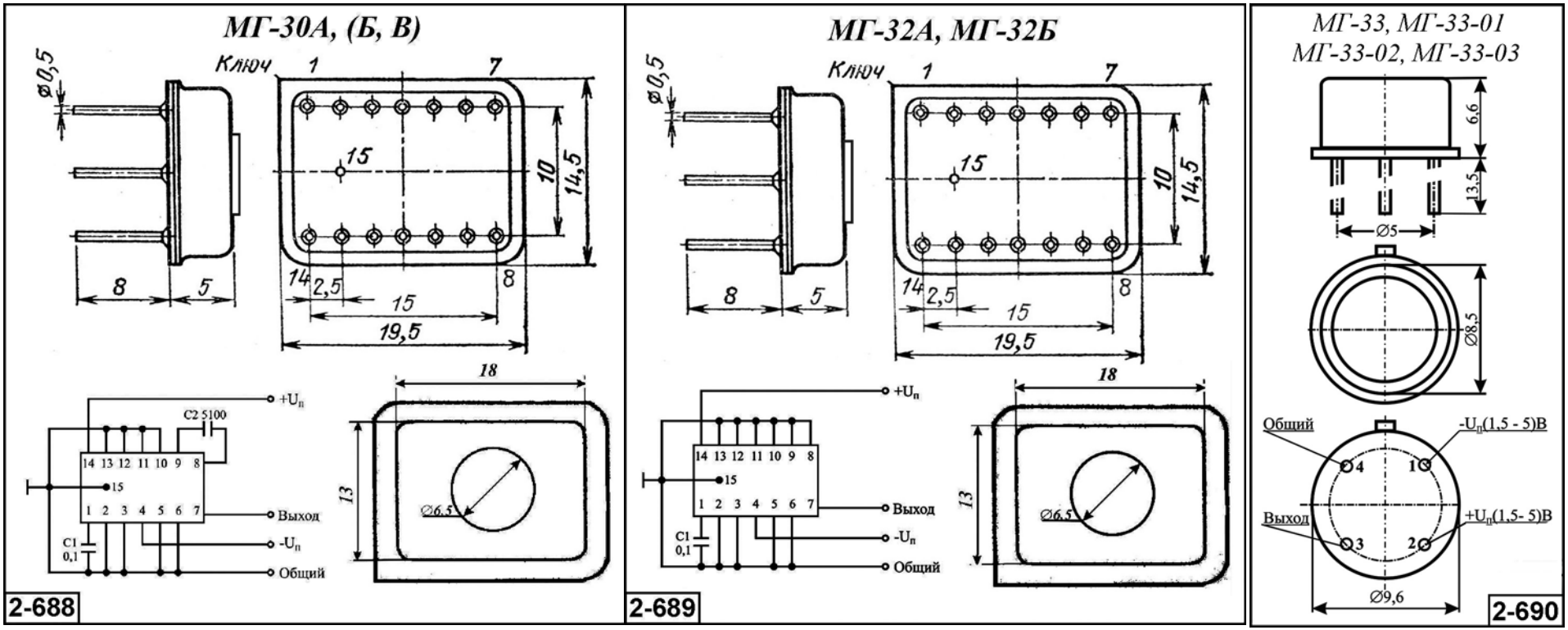
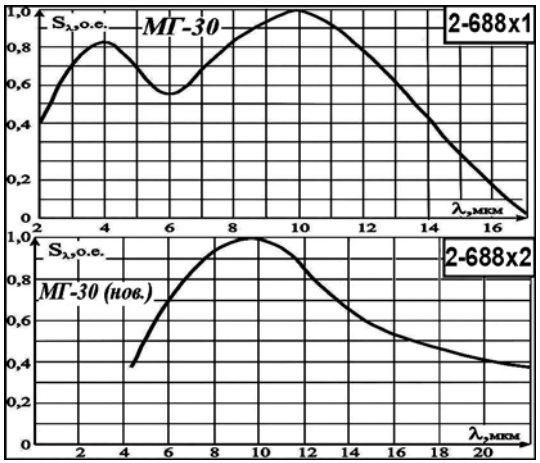
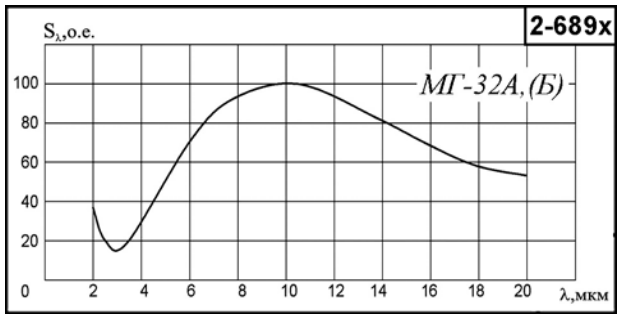


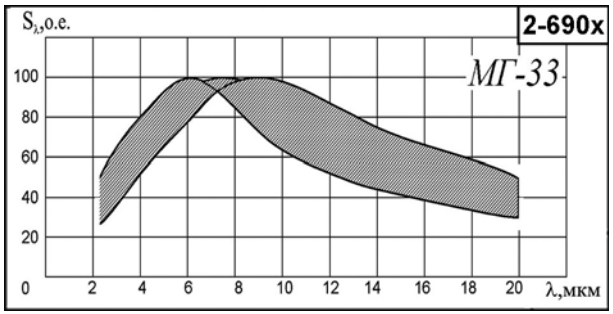
Рис. 2.5.14. Внешний вид и габаритные размеры ТПУ: МГ-30, МГ-32 и МГ-33.



а)



б)



в)

Рис. 2.5.15. Относительные спектральные характеристики ТПУ: а - МГ-30; б - МГ-32; в - МГ-33.

2.5.4.5. Тепловые приемные устройства ФПУ-74, ФПУ-74-01, ФПУ-76-01, ФПУ-76-02, ФПУ-76-03 [Δλ=3,3...20 мкм]

Приемные устройства ФПУ-74, ФПУ-74-01, ФПУ-76-01, ФПУ-76-02, ФПУ-76-03 предназначены для регистрации излучения в диапазоне от 2 до 20 мкм.

Приемные устройства представляют собой тепловые приемные устройства (ТПУ), содержащие чувствительный элемент реализованный на основе титаната-цирконата бария и предварительный усилитель сигнала. ТПУ размещаются в герметичных стандартных металлостеклянных корпусах типа КТ-3 и КТ-2-23. В крышке корпуса имеется германиевое окно с просветляющим покрытием, обеспечивающее максимум пропускания в рабочем диапазоне длин волн.

Приемные устройства ФПУ-76-01, ФПУ-76-02, ФПУ-76-03 являются двухканальными двухспектральными приемниками излучения.

Основные параметры тепловых приемных устройств серии ФПУ-74 - ФПУ-76 приведены в табл. 2.5.12. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 2.5.16 и 2.5.17.

Таблица 2.5.12. Основные параметры тепловых приемных устройств ФПУ-74, ФПУ-74-01, ФПУ-76-01, ФПУ-76-02, ФПУ-76-03.

Параметр, единица измерения	Тип прибора							
	ФПУ-74	ФПУ-74-01	ФПУ-76-01		ФПУ-76-02		ФПУ-76-03	
			канал А	канал Б	канал А	канал Б	канал А	канал Б
Размер чувствительной площадки, мм	1 x 1	1 x 1	1 x 1	1 x 1	1 x 1	1 x 1	1 x 1	1 x 1
Область спектральной чувствительности, мкм	8 - 20	14,2 - 16,2	4,25±0,5	3,85±0,5	3,36±0,5	3,63±0,5	3,31±0,5	3,63±0,5
Вольтовая чувствительность (573К,125,1), В/Вт, не менее	$4*10^4$	$4*10^4$	$9*10^4$		$9*10^4$		$9*10^4$	
Порог в единичной полосе частот, $Вт*Гц^{1/2}$, не более	$5\cdot10^{-10}$	$5\cdot10^{-10}$	–		–		–	
Обнаружительная способность, $Вт^{-1}*Гц^{1/2}*см$, не менее	–	–	$1,6*10^8$		$1,6*10^8$		$1,6*10^8$	
Полоса пропускания, Гц, не менее	200	200	120		120		120	
Максимальное выходное напряжение, В, не менее	3,0	3,0	3,0		3,0		3,0	
Выходное сопротивление, Ом, не более	50	50	50		50		50	
Напряжение питания, В	±(1,5 - 5)		±(3 - 5)		±(3 - 5)		±(3 - 5)	
Потребляемая мощность, Вт, не более	0,05	0,05	0,0025		0,0025		0,0025	
Диапазон рабочих температур, °С	-50 …+ 50	-50 …+ 50	-45…+ 55		-40…+ 55		-40…+ 55	
Габаритные размеры корпуса, мм, не более	∅9,6 x 6,6	∅9,6 x 6,6	∅9,6 x 6,6		∅9,6 x 6,6		∅9,6 x 6,6	
Масса, г, не более	2,0		2,2		2,2		2,2	
№ рисунка	2-691		2-692					

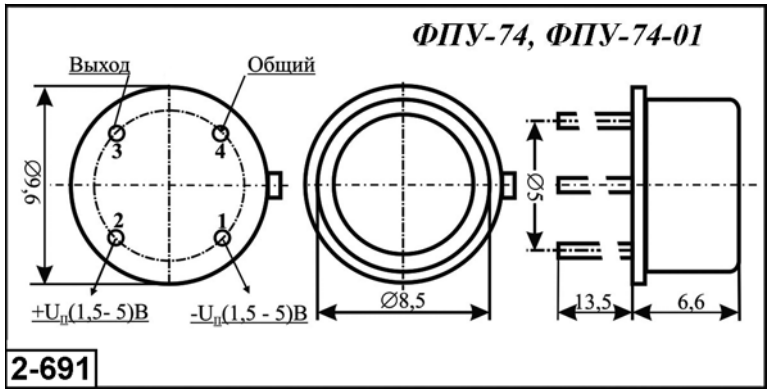


Рис. 2.5.16. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-74.

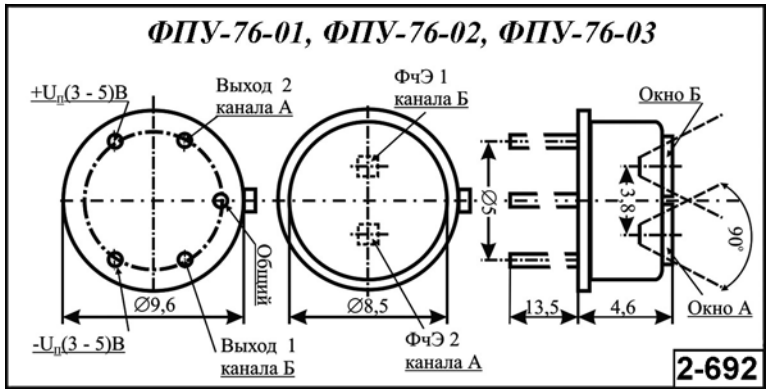


Рис. 2.5.17. Внешний вид и габаритные размеры ФПУ-76.

2.5.4.5д. Пироэлектрический приемник БП-22 [Δλ=0,5..20 мкм]

Чувствительный элемент приемника представляет собой плоский слой (40-100 мкм) керамики титаната бария. Для увеличения коэффициента поглощения излучения на облучаемую поверхность нанесен слой золотой черни, поглощающий излучение в заданном спектральном интервале. Основные параметры приемника приведены в табл.2.5.12д., внешний вид показан на рис.2.5.17д. Электрическая схема прибора аналогична, приведенной на рис.2.5.13.

Таблица 2.5.12д. Основные параметры приемника БП-22

Наименование параметра. Единица измерения	Норма параметра
Рабочий спектральный диапазон, мкм	0,5…20*
Угол зрения, град	80
Площадь приемной площадки, мм^2	1,0
Напряжение питания, В	15
Интегральная вольтовая чувствительность (373^{0}К), В/Вт, не менее	100 (10 Гц)
Пороговая чувствительность, (373^{0}К,2 Гц), Вт*Гц$^{-1/2}$, не более	5 * 10^{-9}
Постоянная времени при использовании золотой черни, с	(1…20)*10^{-6}
Постоянная времени при собственном поглощении, с	(0,1…1,0)*10^{-7}
Динамический диапазон, Вт/мм^2	10^{-1}…10^{-8}
Габаритные размеры (без выводов) , не более	∅9,2 x 15,5

Примечание: *) определяется материалом входного окна.

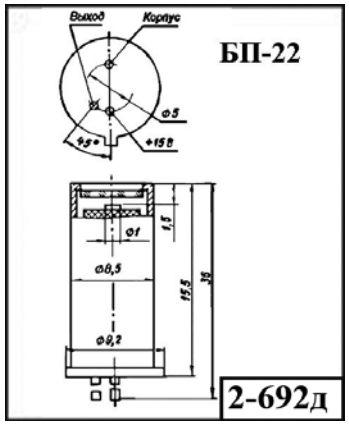


Рис. 2.5.17. Внешний вид и габаритные размеры . пироэлектрического приемника БП-22

2.5.4.6 Матричные пироэлектрические приемники излучения МПЭПИ-25, МПЭПИ-100 [Δλ=0,4...25 мкм]

Матричные пироэлектрические приемники излучения МПЭПИ-25 и МПЭПИ-100 предназначены для исследования энергетических и временных характеристик по профилю пучков лазеров в импульсном и непрерывном режимах в диапазоне длин волн ог 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 тепловых приемных устройств серии МПЭПИ-25 и МПЭПИ-100 приведены в табл. 2.5.13.Основные типы конструкций матриц пироприемников на рис. 2.5.18. На рис. 2.5.19 - приведена типовая электрическая схема одного канала матрицы.

Таблица 2.5.13. Основные параметры матричных пироэлектрических приемников излучения МЭПИ-25 и МПЭПИ при температуре 20±5^{0}С

Тип приемника	Площадь чувствительного элемента, мм^2	Суммарная площадь чувствительного элемента, мм^2	Число элементов	Коэффициент преобразования, В/Дж	Постоянная времени, с	Коэффициент связи,%	Коэффициент заполнения, %	Пороговый поток, Дж*Гц$^{-1/2}$
МПЭПИ-25	10 x 10	50 x 50	25	10	$1*10^{-8}$	3	65	$5*10^{-6}$
МПЭПИ-100	10 x 10	100 x 100	100	8	$1*10^{-8}$	3	65	$6*10^{-6}$

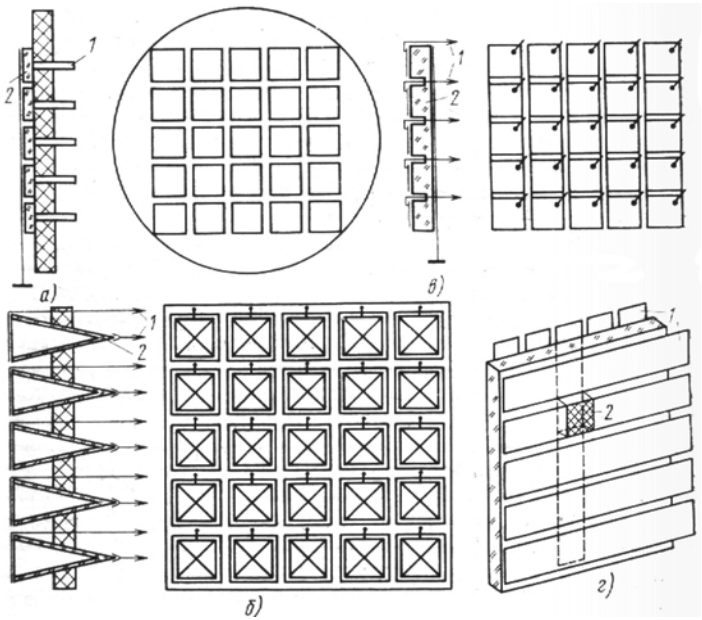


Рис.2.5.18. Основные типы конструкций матриц пироприемников:
а - набор плоских, одиночных приемников; б - набор клинообразных, одиночных примников типа АЧТ; в - набор линеек приемников; г - кросс-матрица; 1 - электроды; 2 - приемный элемент.

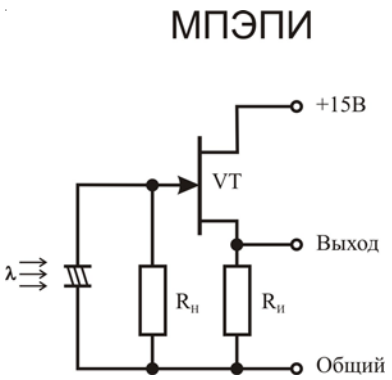


Рис. 2.5.19. Типовая электрическая схема одного канала матрицы

2.5.4.7 Матричные термоэлектрические приемники излучения КТМ-10/25, КТМ-16/25, КТМ-50/19, КТМ-100/25, КТМЛ -20/30 [Δλ=4...300 мкм]

Многоэлементные мозаичные приемники КТМ-10/25, КТМ-16/25, КТМ-50/19, КТМ-100/25, КТМЛ -20/30 предназначены для исследования пространственного и спектрального распределений излучения импульсных ОКГ.

Каждая ячейка мозаики содержит приемную площадку с термопарой или батареей термопар/ При достаточно большой площади используются термобатареи из хромеля и копеля:

Холодные концы монтируются на медном цилиндре, который установлен на массивном металлическом корпусе. При размерах приемной площадки менее 3 х 3 мм используется одна термопара. Ветви термопары крепятся на медных полуцилиндрических штырьках, расположенных в диэлектрической плате. Штырьки необходимо размещать на площади, меньшей приемной площадки, во избежание их засветки измеряемым излучением. Кольцевые и секторные приемные площадки предназначены для исследования энергетической расходимости пучков излучения. Линейное расположение чувствительных элементов используется при исследовании спектрального состава излучения.

При ширине приемной площадки менее 1 мм элементы монтируются на специальной печатной плате. Разброс чувствительности мозаичных элементов не превышает 25%.

В КМТ-100/25 и КМТ-50/19 для выравнивания чувствительности применяются тепловые шунты; разброс чувствительности не превышает 4%. Приемники характеризуются коэффициентом заполнения, равным отношению общей площади мозаики к суммарной площади приемных площадок без учета зазоров между ними. При близком расположении соседних приемных площадок наблюдается теплообмен, влияющий на работу ячеек.

Основные параметры мозаичных приемников приведены в табл. 2.5.14.

Таблица 2.5.14. Основные параметры матричных термоэлектрических приемников излучения КТМ-10/25, КТМ-16/25, КТМ-50/19, КТМ-100/25, КТМЛ -20/30 при температуре 20±5^{0}С

Тип термоэлемента	Площадь чувствительного элемента, мм^2	Суммарная площадь чувствительного элемента, мм^2	Число элементов	Коэффициент преобразования, В/Дж	Постоянная времени, с	Коэффициент связи,%	Коэффициент заполнения ,%
КТМ-10/25	1 х 1	10 х 10	25	0,9	0,9	3	30
КТМ-16/25	2 х 2	16 х 16	25	0,4	0,7	3	40
КТМ-50/19	65	∅50	19	0,1	4,3	3	90
КТМ-100/25	17 х 17	100 х 100	25	0,046	5	3	70
КТМЛ -20/30	8 х 0,5	8 х 22	30	0,8	0,8	3	70

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1	1690	70 (71)
2	1691	70 (71)
3	1690-Б	70 (71)
4	1690-В	70 (71)
5	1200ЦЛ1	329 (330)
6	1200ЦЛ1-1	328 (нет)
6	1200ЦЛ2	328 (нет)
		331 (332)
7	1200ЦЛ-4Б	328 (нет)
		332 (333)
8	1200ЦЛ-4В	328 (нет)
		332 (333)
9	1200ЦЛ-4Г	328 (нет)
		332 (333)
10	1200ЦЛ-5	328 (нет)
		334 (334)
11	1200ЦЛ6	328 (нет)
		335 (335)
12	1200ЦЛ-7	328 (нет)
		336 (336)
13	1200ЦЛ-7-1	328 (нет)
		336 (336)
14	1200ЦМ-1	373
		375 (374)
15	1200ЦМ-1А	373
16	1200ЦМ2	373
17	1200ЦМ-2А	373
18	1200ЦМ-2Б	373
		377 (376)
19	1200ЦМ-7	373
20	1200ЦМ-7А	373
		378 (377)
21	1200ЦМ-7Б	373
		378 (377)
22	1200ЦМ-8	373
		(380)
23	1386НК01Н4	201 (нет)
24	1ШП921	237 (237)
25	2ОТТ-10-1.1-1.3	445
26	2ОТТ-102-1.6-4.6	445
27	2ОТТ-132-1.6-8.6	445
28	2ОТТ-21-1.4-1.4	445
29	2ОТТ-24-1.3-1.45	445
30	2ОТТ-46-1.6-2.1	445
31	2ОТТ-65-1.3-1.1	445
32	2ОТТ-9-1.1-1.6	445
33	2ДФ103А5	70 (71)
34	2ОФ137А	133 (133)
35	2ОФ137Б	133 (133)
36	2ОФ137В	133 (133)
37	2ОФ137Г	133 (133)
38	3ОТТ-26-1.1-1.35	445
39	3ОТТ-46-1.3-1.35	445
40	3ОТТ-94-1.3-0.9	445
41	4ДФ106А-5	246 (247)
42	6ОТТ-163-2.0-2.6	445
43	9Э-111А	210 (212)
44	9Э-111Б	210 (212)
45	9Э-111В	210 (212)
46	AMP24-05	477 (478)
47	AMP24-10	477 (478)
48	AMP24-20	477 (478)
49	AMP36-05	477 (478)
50	AMP36-10	477 (478)
51	AMP48-03-NS	477 (478)
52	AMP48-03-WS	477 (478)
53	AMP48-05-NS	477 (478)
54	AMP48-05-WS	477 (478)
55	APDS	132 (132)
56	CPTA 140-17	65 (65)
57	CPTA 140-40	65 (65)
58	CPTA 143-30	65 (65)
59	CPTA 149-35	65 (65)
60	CPTA 149b-26	65 (65)
61	CPTA 150-50	65 (65)
62	CPTA 151-30	65 (65)
63	CPTA PC1	66 (66)
64	CPTA PC9	66 (66)
65	CPTA PC21	66 (66)
66	ILMS5360	180 (190)
67	ILMS5380	180 (190)
68	ILOP1836SS	180 (190)
69	ILOP1838	180 (190)
70	ILOP1838SS	180 (190)
71	ISD011	415 (414)
72	ISD017	415 (414)
73	ISD029	415 (414)
74	ISD048	415 (414)
75	ISD049	415 (414)
76	ISD075	415 (414)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
77	IWPH01-02	110 (111)
78	MPL1024B	341 (340)
		370 (369)
79	MPL1024S	341 (340)
		370 (369)
80	MPL2048B	370 (369)
		370 (369)
81	MPL4096H	343 (342)
		370 (369)
82	MPL4096S	370 (369)
83	MPL6144H	343 (342)
		370 (369)
84	MPL8192H	343 (342)
		370 (369)
85	MPL12288H	343 (342)
		370 (369)
86	MPM 500 IL-11	417
87	MPM 752 IL-8	417
88	MPM 756 IL-11	417
89	MPM 768x128 TDI	417
90	MRD-2A	271 (270)
91	MRD-8A	271 (270)
92	MRD-34A	271 (270)
93	OMRD-01	318 (319)
94	OMRD-02A	320 (320)
95	OMRD-02B	320 (320)
96	OMRD-03	322 (321)
97	OMRD-04	323 (323)
91	PD-125s-ip-A	291 (290)
92	PD-125m-ip-A	291 (290)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
93	PD-125s-ip-B	291 (290)
94	PD-125m-ip-B	291 (290)
95	PD-125s-ip-C	291 (290)
96	PD-125m-ip-C	291 (290)
97	PD-125-ir-A	292 (293)
98	PD-125-ir-B	292 (293)
99	PD-155s-ip-A	291 (290)
100	PD-155m-ip-A	291 (290)
101	PD-155s-ip-B	291 (290)
102	PD-155m-ip-B	291 (290)
103	PD-155s-ip-C	291 (290)
104	PD-155m-ip-C	291 (290)
105	PD-155-ir-A	292 (293)
106	PD-155-ir-B	292 (293)
107	PD-250m-ip-A	291 (290)
108	PD-250s-ip-B	291 (290)
109	PD-250m-ip-B	291 (290)
110	PD-250s-ip-C	291 (290)
111	PD-250m-ip-C	291 (290)
112	PD-250-ir-A	292 (293)
113	PD-250-ir-B	292 (293)
114	PD-622s-ip-A	291 (290)
115	PD-622m-ip-A	291 (290)
116	PD-622s-ip-B	291 (290)
117	PD-622m-ip-B	291 (290)
118	PD-622s-ip-C	291 (290)
119	PD-622m-ip-C	291 (290)
120	PD-622-ir-A	292 (293)
121	PD-622-ir-B	292 (293)
123	PD-1310-wp-A	286 (285)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
124	PD-1310-wp-B	286 (285)
125	PD-1310-wp-C	286 (285)
126	PD-1355s-ip-A	286 (285)
127	PD-1355m-ip-A,	286 (285)
128	PD-1355s-ip-B	286 (285)
129	PD-1355m-ip-B	286 (285)
130	PD-1355s-ip-C	286 (285)
131	PD-1355m-ip-C	286 (285)
132	PD-1375s-ip-A	286 (285)
133	PD-1375m-ip-A	286 (285)
134	PD-1375s-ip-B,	286 (285)
135	PD-1375m-ip-B	286 (285)
136	PD-1375s-ip-C	286 (285)
137	PD-1375m-ip-C	286 (285)
138	PD-1550-wp-A	286 (285)
139	PD-1550-wp-B	286 (285)
140	PD-1550-wp-C	286 (285)
141	PD34/42 Sr	472 (473)
142	PD34/42 Su	472 (473)
143	PD34/42 TO8TEC	472 (473)
144	PDM34	479 (480)
145	PDM34TEC	481 (482)
146	PDM38	479 (480)
147	PDM38TEC	481 (482)
148	PDM42	479 (480)
149	PDM42TEC	481 (482)
150	PDM47	479 (480)
151	PDM47TEC	481 (482)
152	PDM55	479 (480)
153	PDM55TEC	481 (482)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
154	PR43	441
155	PROM-155-3.x-S	301 (300)
156	PROM-155-3.x-M5	301 (300)
157	PROM-155-3.x-M6	301 (300)
158	PROM-155-5.x-S	301 (300)
159	PROM-155-5.x-M5	301 (300)
160	PROM-155-5.x-M6	301 (300)
161	PROM-155-cl-S	303 (302)
162	PROM-155-cl-M5	303 (302)
163	PROM-155-cl-M6	303 (302)
164	PROM-155-hp-S	305 (304)
165	PROM-155-hp-M5	305 (304)
166	PROM-155-hp-M6	305 (304)
167	PROM-34m	297 (296)
168	PROM-34m-2	297 (296)
169	PROM-34m-8	297 (296)
170	PROM-34s	297 (296)
171	PROM-34s-2	297 (296)
172	PROM-34s-8	297 (296)
173	PROM-50.2-M6	299 (298)
174	PROM-50.34-S	299 (298)
175	PROM-50.8-M5	299 (298)
176	PROM-622-3-S*	313 (312)
177	PROM-622-3-M5	313 (312)
178	PROM-622-3-M6	313 (312)
179	PROM-622-5-S*	313 (312)
180	PROM-622-5-M5	313 (312)
181	PROM-622-5-M6	313 (312)
182	PROM-622-3-cl-S*	315 (314)
183	PROM-622-3-cl-M5	315 (314)
184	PROM-622-3-cl-M6	315 (314)
185	PROM-622-5-cl-S*	315 (314)
186	PROM-622-5-cl-M5	315 (314)
187	PROM-622-5-cl-M6	315 (314)
188	PROM-622-hp-S	317 (316)
189	PROM-622-hp-M5	317 (316)
190	PROM-622-hp-M6	317 (316)
191	PSD949	231 (232)
192	А-1228	340 (341)
193	А-1232	343 (342)
194	А-1233	343 (342)
195	А-1234	343 (342)
196	А-1235	343 (342)
197	АМС-490	508 (508)
198	АМС-491	509 (509)
199	АП-РЛ-402	470 (470)
200	АП-РЛ-407	460 (460)
201	АП-РЛ-413	460 (460)
202	АП-РЛ-417	460 (460)
203	АПУ-РЛ-406	407 (406)
204	АПУ-РЛ-412	407 (406)
205	АПУ-РЛМ-411	498 (498)
206	АРМ-22	223 (нет)
207	АФПУ-01-А	268 (267)
208	Б1200ЦМ10-3	372 (392)
209	Б1200ЦМ9-3	372 (392)
210	БГС-2	541 (нет)
211	БКМ-1	540 (541)
212	БКМ-2	540 (541)
213	БКМ-4	540 (541)
214	БКМ-5а	540 (541)
215	БКМ-5б	540 (541)
216	БМ6-К1	538 (нет)
217	БМ6-К2	538 (нет)
218	БМ6-Ф1	538 (нет)
219	БМ6-Ф2	538 (нет)
220	БМ6-Ц1	538 (нет)
221	БМ6-Ц2	538 (нет)
222	БМ7 кл. 1	538 (нет)
223	БМ7 кл. 2	538 (нет)
224	БМ7 кл. 3	538 (нет)
225	БМИ-1	538 (нет)
226	БМИ-2	538 (нет)
227	БМК-3	538 (539)
228	БМЦ-3	538 (539)
229	БН-1	537 (нет)
230	БП-10	558 (559)
231	БП1-2	540 (541)
232	БП1-4	540 (нет)
233	БП-2	555 (556)
234	БП2-1	550 (551)
235	БП2-2	558 (559)
236	БП-22	563 (563)
237	БП2-3А	550 (551)
238	БП2-3Б	551 (551)
239	БП2-3В	551 (551)
240	БП2-3Г	551 (551)
241	БП2-3Д	551 (551)
242	БП2-6	558 (559)
243	БП-2А	555 (556)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
244	БП-2АМ	555 (556)
245	БП-2М	555 (556)
246	БП-2М-Э	555 (556)
247	БП-2МП	555 (556)
248	БП-2МС	555 (556)
249	БП-5А	541 (541)
250	БП-5Б	541 (541)
251	БП-7	558 (559)
252	БП-8	558 (559)
253	БП-9	558 (559)
254	БП-9М	558 (559)
255	ДПД01А	70 (71)
256	ДПД01А-2	70 (71)
257	ДФД 40	244 (245)
258	ДФД 70	244 (245)
259	ДФД 250/Б	244 (245)
260	ДФД 250ТО/Б	244 (245)
261	ДФД300С	244 (245)
262	ДФД300Б	244 (245)
263	ДФД 500/Б	244 (245)
264	ДФД500Б	244 (245)
265	ДФД500С	244 (245)
266	ДФД 500ТО/Б	244 (245)
267	ДФД1000ТО	244 (245)
268	ДФД1000ТО-К	244 (245)
269	ДФД1000ТС	244 (245)
270	ДФД2000ТС	244 (245)
271	ДФД70М	284 (284)
272	ДФД70-ОМ-01	284 (284)
262	ДФД300М	284 (284)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
273	ДФДШМ40-012	289 (289)
274	ДФДШМ40-016	289 (289)
275	ДФДШМ70-05	288 (288)
276	ДФДШМ70-06	288 (288)
277	ИНПФ	553 (554)
278	К-5	43 (нет)
279	К-10	43 (нет)
280	К-20	43 (нет)
281	К1200ЦЛ1	328 (329)
282	К1200ЦЛ3	328
283	К1200ЦМ-15	373 (381)
284	К849ПП1	236 (235)
285	КА1808ВВ3	149 (149)
286	КБ1130ПП1-3	239 (239)
287	КВО.1732.000	445
288	КВО.1753.000	445
289	КВО.1770.000	445
290	КВО.1789.000	445
291	КВО.1796.000	445
292	КВО.1799.000	445
293	КВО.3103.000	445
294	КВО.7810.000	445
295	КВО.7812.000	445
296	КВО.7813.000	445
297	КВО.7813.000-0,1	445
298	КДФ101А	112 (113)
299	КДФ103А	112 (113)
300	КДФ105А	20 (21)
301	КДФ105А	112 (113)
302	КДФ110А	112 (113)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
303	КДФ111А	112 (113)
304	КДФ111А1	112 (113)
305	КДФ111А2	114 (115)
306	КДФ111А3	114 (115)
307	КДФ111А4	114 (115)
308	КДФ111А5	114 (115)
309	КДФ111Б	112 (113)
310	КДФ111Б1	112 (113)
311	КДФ111Б2	114 (115)
312	КДФ111Б3	114 (115)
313	КДФ111В	112 (113)
314	КДФ111В2	114 (115)
315	КДФ111В3	114 (115)
316	КДФ111Г2	114 (115)
317	КДФ112А	114 (115)
318	КДФ113А1-2	116 (117)
319	КДФ113А1-3	116 (117)
320	КДФ113А2-2	116 (117)
321	КДФ113А2-3	116 (117)
322	КДФ113А3-2	116 (117)
323	КДФ113А3-3	116 (117)
324	КДФ113А4-2	116 (117)
325	КДФ113А4-3	116 (117)
326	КДФ113А5-2	116 (117)
327	КДФ113А5-3	118 (119)
328	КДФ113А6-3	118 (119)
329	КДФ113А7-2	118 (119)
330	КДФ113А8-2	118 (119)
331	КДФ113А9-2	120 (120)
332	КДФ113А9-3	120 (120)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
333	КДФ113А10-2	120 (120)
334	КДФ113А10-3	120 (120)
335	КДФ115А	118 (119)
336	КДФ115-А	118 (119)
337	КДФ115А1	118 (119)
338	КДФ115-А3	118 (119)
339	КДФ115А5	121 (119)
340	КДФ115-А5	118 (119)
341	КДФ115Б	121 (119)
342	КДФ117А1	20 (21)
343	КДФ117А1	121 (122)
344	КДФ117А1-2	121 (122)
345	КДФ117А1-3	121 (122)
346	КДФ117А2	121 (122)
347	КДФ117А2-2	121 (122)
348	КДФ117А2-3	121 (123)
349	КДФ117А3	121 (122)
350	КДФ117А3-2	121 (122)
351	КДФ117А3-3	121 (122)
352	КДФ117А4	121 (122)
353	КДФ117А4-2	121 (122)
354	КДФ117А5	121 (122)
355	КДФ117А5-2	121 (122)
356	КДФ118А	122 (123)
357	КДФ118Б	122 (123)
358	КДФ-6х6-ТО8-1	124 (125)
359	КДФ-6х6-ТО8-2	124 (125)
360	КДФ-6х6-ТО8-3	124 (125)
361	КДФ-6х6-ТО8-4	124 (125)
362	КДФ-6х6-ТО8-5	124 (125)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
363	КДФ-12х12-ТОХ-2	124 (125)
364	КДФМ2-02	128 (129)
365	КДФМ4-02	128 (129)
366	КДФМ4-03	128 (129)
367	КМОП-250	200 (200)
368	КМОП-1000	200 (200)
369	КОФ119А	70 (71)
370	КОФ119Б	70 (71)
371	КОФ120А	72 (71)
372	КОФ120Б	72 (71)
373	КОФ121А	72 (73)
374	КОФ121Б	72 (73)
375	КОФ122А	72 (73)
376	КОФ122Б	72 (73)
377	КОФ125А	72 (73)
378	КОФ129	72 (73)
379	КОФ137А	72 (73)
380	КОФ-224А	139 (140)
381	КОФ-224Б	139 (140)
382	КТМ-10/25	565 (нет)
383	КТМ-16/25	565 (нет)
384	КТМЛ-20/30	565 (нет)
385	КТМ-50/19	565 (нет)
386	КТМ-100/25	565 (нет)
387	КТФ102А	139 (140)
388	КТФ102А Sp	139 (140)
389	КТФ102А1	139 (140)
390	КТФ102А4	139 (140)
391	КТФ102А5	141 (140)
392	КТФ102АМ	139 (140)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
393	КТФ104А Sp	141 (140)
394	КТФ104Б	141 (142)
395	КТФ104В	141 (142)
396	КТФ108А	141 (142)
397	КТФ109А	141 (142)
398	КФДМ	70 (71)
399	КФДМ(гр.А)	70 (71)
400	КФДМ(гр.Б)	70 (71)
401	КЧФ-1-29	231 (232)
402	КЧФ-1-29Р	231 (232)
403	КЧФ-2-18	231 (232)
404	КЧФ-2-9	231 (230)
405	ЛПП-1	551 (нет)
406	ЛФД-2	215 (214)
407	ЛФДГ-150А	215 (214)
408	ЛФДГ-150АП	215 (214)
409	ЛФДГ-150АС	215 (214)
410	ЛФДГ-150Б	215 (214)
411	ЛФДГ-150БП	215 (214)
412	ЛФДГ-150ВП	215 (214)
413	ЛФДГ-150С	215 (214)
414	ЛФДГ-200С	215 (214)
415	ЛФДГ-70А	215 (214)
416	ЛФДГ-70АП	215 (214)
417	ЛФДГ-70Б	215 (214)
418	ЛФДГ-70БП	215 (214)
419	ЛФДГ-70ВП	215 (214)
420	ЛФДГ-70С	215 (214)
421	ЛФДГ-70СТ	215 (214)
422	ЛФДГ-70СТ	280 (280)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
423	ЛФППЗ-2600	356 (356)
424	МГ-30А	560 (561)
425	МГ-30Б	560 (561)
426	МГ-30В	560 (561)
427	МГ-32	560 (561)
428	МГ-32А	560 (561)
429	МГ-33	560 (561)
430	МГ-33-01	560 (561)
431	МГ-33-02	560 (561)
432	МГ-33-03	560 (561)
433	МИФ-15	190 (189)
434	МФППФ1000	72 (73)
435	МПЭПИ-25	564 (564)
436	МПЭПИ-100	564 (564)
437	МФ-14	185 (185)
438	МФ-16А	188 (186)
439	МФ-16Б	188 (186)
440	МФ-16В	188 (186)
441	МФ-6А	184 (183)
442	МФ-6Б	184 (183)
443	МФП-1А	159 (159)
444	МФП-1Б	159 (159)
445	МФП-2	160 (160)
446	МФП-3	161 (161)
447	МФПУ ОМ1	519 (518)
448	МФПУ-2 ОМ	519 (518)
449	МФПУ 7 ОМ	420 (420)
450	МФПУ с БУ и АЦП	421 (422)
451	МФПУ-ГС-01	520 (520)
452	МФПУ-ГС-02	520 (520)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
453	МФПУ-ГС-03	520 (520)
454	НБГ-1	577 (539)
455	НБГ-2	577 (539)
456	ОЕМ101-1	294 (294)
457	ОЕМ101-20	294 (294)
458	ОЕМ101-50	294 (294)
459	ОЕМ101-90	294 (294)
460	ОЕМ101-200	294 (294)
461	ОЕМ 210-20	295 (295)
462	ОЕМ 210-70	295 (295)
463	ОЕМ 210-125	295 (295)
464	ОЕМ 211	295 (295)
465	ОЕМ 302	295 (295)
466	ПМ-1	552 (552)
467	ПМ-2	552 (552)
468	ПМ-3	552 (552)
469	ПМ-4	552 (552)
470	ПМ-5	552 (552)
471	ПМ-6	552 (552)
472	ПП-02	553 (554)
473	ПП-03	553 (554)
474	ПП-04	553 (554)
475	ПП-04 2К	553 (554)
476	ПП-04 4К	553 (554)
477	ПП-04 ТК	553 (554)
478	ПП-06	553 (554)
479	ПП-07	553 (554)
480	ПРОМ-12	324 (324)
481	ПРОМ-364-0,85-2048	272 (272)
482	ПРОМ-364-0,85-34368	272 (272)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
483	ПРОМ-364-0,85-8448	272 (272)
485	ПРОМ-364М-2048	306 (307)
487	ПРОМ-364М-8448	306 (307)
486	ПРОМ-364М-34368	306 (307)
484	ПРОМ-364М-15552	306 (307)
488	ПРОМ-367-2048	310 (309)
490	ПРОМ-367-8448	310 (309)
489	ПРОМ-367-34368	310 (309)
491	ПРОМ-368-15552	310 (309)
492	ПРОМ-368-34368	310 (309)
493	ПРОМ-370	310 (309)
494	ПРОМ-371-1200	310 (309)
495	ПРОМ-371-2500	310 (309)
496	ПРОМ-373	310 (309)
497	ПРОМ-374	310 (309)
498	ПРОМ-375	310 (309)
499	ПРОМ-376	310 (309)
500	ПРОМ-377-2048	310 (309)
501	ПРОМ-377-34368	310 (309)
502	ПРОМ-377-8448	310 (309)
503	ПРТЭ-2	547 (547)
504	ПРТЭ-3	547 (547)
505	ПРТЭ-4	547 (547)
506	ПРТЭ-6	547 (547)
507	РТН-1	545 (нет)
508	РТН-2	545 (нет)
509	РТН-3	545 (нет)
510	РТН-10	545 (нет)
511	РТН-11	545 (нет)
512	РТН-12	545 (нет)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
513	РТН-20	545 (нет)
514	РТН-30	545 (нет)
515	РТН-31Г	546 (нет)
516	РТН-31С	546 (нет)
517	СДФ4-01	128 (129)
518	СДФ4-02	128 (129)
519	СДФ4-03	128 (129)
520	СДФ4-04	128 (129)
521	СДФ4-05	130 (131)
522	СДФ4-07	130 (131)
523	СДФ4-08	130 (131)
524	СДФ4-09	130 (131)
525	СДФ12-02	130 (131)
526	СДФ16-01	130 (131)
527	СФ2-1	46 (47)
528	СФ2-2	46 (47)
529	СФ2-4	46 (47)
530	СФ2-5	46 (47)
531	СФ2-5А	46 (47)
532	СФ2-5М	46 (47)
533	СФ2-6	46 (47)
534	СФ2-6А	46 (47)
535	СФ2-6Б	46 (47)
536	СФ2-8	46 (47)
537	СФ2-9	46 (47)
538	СФ2-12	46 (47)
539	СФ2-16	46 (47)
540	СФ2-18	19 (18)
541	СФ2-19	19 (18)
542	СФ3-1	58 (59)
543	СФ3-2	58 (59)
544	СФ3-2А	58 (59)
545	СФ3-2Б	58 (59)
546	СФ3-3	58 (59)
547	СФ3-4А	58 (59)
548	СФ3-4Б	58 (59)
549	СФ3-5	58 (59)
550	СФ3-7А	58 (59)
551	СФ3-7Б	58 (59)
552	СФ3-8	58 (59)
553	СФ3-9А	58 (59)
554	СФ3-9Б	58 (59)
555	СФ3-10а	58 (59)
556	СФ3-10б	58 (59)
557	СФ3-10в	58 (59)
558	СФ3-11	58 (59)
559	СФ3-12	58 (59)
560	СФ3-16	58 (59)
561	СФ3-М1	60 (61)
562	СФ3-М2	60 (61)
563	СФ4-1	434 (436)
564	СФ4-1А	434 (436)
565	СФ4-1Б	434 (436)
566	СФ4-1В	434 (436)
567	СФ4-1Д	434 (436)
568	СФ4-2А	432 (436)
569	СФ4-2Б	434 (436)
570	СФ4-2В	434 (436)
571	СФ4-2Д	434 (436)
572	СФ4-3А	434 (436)
573	СФ4-3Б	434 (436)
574	СФ4-3В	434 (436)
575	СФ4-3Д	435 (436)
576	СФ4-4	435 (436)
577	СФ-4-10	476 (476)
578	СФ4-11	476 (476)
579	СФД1-3535-02	126 (126)
580	СФД1-3535-03	126 (126)
581	СФД1-3535-04	126 (126)
582	СФД1-3535-05	126 (127)
583	СФД1-3535-06	126 (127)
584	СФП-03А	173 (172)
585	СФП-03Б	174 (174)
586	СФП10-01	176 (175)
587	СФП10-02	176 (175)
588	ТД-505	543 (543)
589	ТК-1х1,5	544 (544)
590	ТК-3х1,5	544 (544)
591	ТПИ-10	548 (нет)
592	ТПИ-14	548 (нет)
593	ТПИ-1-5	548 (нет)
594	ТПИ-2-5	548 (нет)
595	ТПИ-5	548 (нет)
596	ТПИ-8	548 (нет)
597	ТФ5	203 (нет)
598	ТФ-10	203 (нет)
599	ТФ-100	203 (нет)
600	ТФ132-25-10	204 (205)
601	ТФ132-25-8	204 (205)
602	ТФ173-1000	206 (207)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
603	ТФ183-2000	206 (207)
604	ТФ193-2500	206 (207)
605	ТФ253-630	206 (207)
606	ТФ273-1000	206 (207)
607	ТФ353-630	206 (207)
608	ТЭМ-5	543 (543)
609	У-69	74 (76)
610	У-73	74 (76)
611	У-79	74 (76)
612	У-99	74 (76)
613	У-160	74 (76)
614	У163	74 (76)
615	У-180	75 (76)
616	У208А	141 (142)
617	У208Б	141 (142)
618	У208В	141 (142)
619	У-212	75 (76)
620	У-214	75 (76)
621	У-244	75 (76)
622	У-244	260 (261)
623	У-262	75 (76)
624	У-264	75 (76)
625	УДФ-01-01	26 (26)
626	УДФ-04-16	26 (26)
627	УФ-101	40 (42)
628	УФД01	77 (78)
629	УФД02	77 (78)
630	УФД03	77 (78)
631	УФД05	277 (279)
632	УФД05-01	277 (279)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
633	УФД06	77 (78)
634	УФД07	273 (274)
635	УФД07-01	273 (274)
636	УФД11	77 (78)
637	УФД12	77 (78)
638	УФД13М	77 (78)
639	УФД14М	77 (78)
640	УФД15М	77 (78)
641	УФД15М-1	77 (78)
642	УФД16	79 (78)
643	УФД20	79 (90)
644	УФД20-01	79 (90)
645	УФД21	79 (90)
646	УФД22 гр.1	79 (90)
647	УФД22 гр.2	79 (90)
648	УФД23	79 (90)
649	УФД24	79 (90)
650	УФД25М	79 (90)
651	УФД26 гр.А	79 (90)
652	УФД26 гр.Б	79 (90)
653	УФУО02	157 (нет)
654	УФУР01	152 (152)
655	УФУР02	447 (448)
656	УФУР-04	157 (нет)
657	Ф-32С	40 (42)
658	Ф-33С	40 (42)
659	Ф-34С	40 (42)
660	Ф-35С	40 (42)
661	Ф-36С	40 (42)
662	Ф-37С	40 (42)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
663	Ф-38С	40 (42)
664	Ф-39С	40 (42)
665	Ф-40С	40 (42)
666	Ф-41С	40 (42)
667	Ф-42С	40 (42)
668	Ф-44С	40 (42)
669	Ф-45С	40 (42)
670	Ф-50С	40 (42)
671	Ф-52С	40 (42)
672	Ф-54С	40 (42)
673	Ф-55С	40 (42)
674	ФА1	31 (31)
675	ФА2	31 (31)
676	ФА3	31 (31)
677	ФА-3-1	31 (31)
678	ФА-3-2	31 (31)
679	ФД "Веер-1"	231 (230)
680	ФД "Веер-2"	231 (230)
681	ФД "Гранит"	20 (21)
682	ФД “Гранит”	135 (нет)
683	ФД "Квант"	20 (21)
684	ФД “Квант”	135 (нет)
685	ФД "Квант -1"	20 (21)
686	ФД “Альфа 3”	135 (нет)
687	ФД “Порог 2”	135 (нет)
688	ФД “Порог”	135 (нет)
689	ФД "Синева"	27 (нет)
690	ФД “Меркурий”	216 (нет)
691	ФД “Призма-3”	216 (нет)
692	ФД “Призма-5”	216 (нет)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
723	ФД-10КП	83 (82)
724	ФД-10-129-1	83 (84)
725	ФД-11К	83 (84)
726	ФД-17К	83 (84)
727	ФД-18К	83 (84)
728	ФД-19КК гр.Б	83 (84)
729	ФД-19КК гр.А	83 (84)
730	ФД-20КП	83 (84)
731	ФД-20-30К	83 (84)
732	ФД-20-31К (гр.Б)	83 (84)
733	ФД-20-31К (гр.А)	83 (84)
734	ФД-20-32К	83 (84)
735	ФД-20-33К	85 (86)
736	ФД-21КП	85 (86)
737	ФД-22КП	85 (86)
738	ФД-23К	85 (82)
739	ФД-24-01	85 (86)
740	ФД-24К	85 (86)
741	ФД-25К	85 (86)
742	ФД-26К	85 (86)
743	ФД-27К	85 (86)
744	ФД-28КП	85 (86)
745	ФД-36	85 (86)
746	ФД-112	278 (279)
747	ФД-119Л	275 (279)
748	ФД-121	529 (529)
748	ФД-123К	85 (86)
749	ФД-125К	85 (86)
749	ФД-131А	87 (88)
750	ФД-131Б	87 (88)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
750	ФД-131МБ	87 (88)
751	ФД-141К	87 (86)
751	ФД-149	89 (90)
752	ФД-149К	89 (90)
752	ФД-150	89 (90)
753	ФД-150М	89 (90)
753	ФД-161-01А б/к	246 (247)
754	ФД-161-01А м/о	282 (283)
754	ФД-161-01А п/о	246 (247)
755	ФД-161-01А с/в	282 (283)
755	ФД-161-01Б б/к	246 (247)
756	ФД-161-01Б м/о	282 (283)
756	ФД-161-01Б п/о	246 (247)
757	ФД-161-01Б с/в	282 (283)
757	ФД-161А б/к	246 (247)
758	ФД-161А п/о	246 (247)
759	ФД-161А м/о	282 (283)
760	ФД-161А с/в	282 (283)
761	ФД-161Б б/к	246 (247)
762	ФД-161Б м/о	282 (283)
763	ФД-161Б п/о	246 (247)
764	ФД-161Б с/в	282 (283)
765	ФД-200-520	25 (25)
766	ФД-225А	89 (90)
767	ФД-225Б	89 (90)
767	ФД-227	529 (529)
768	ФД-245А	89 (90)
768	ФД-245Б	89 (90)
769	ФД246А	233 (233)
769	ФД246АМ	233 (233)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
770	ФД246Б	233 (233)
771	ФД246БМ	233 (233)
772	ФД-252	259 (261)
773	ФД-252-01	259 (261)
774	ФД-252-01А б/к	258 (261)
775	ФД-252-01А м/о	258 (261)
776	ФД-252-01А п/о	258 (261)
777	ФД-252-01А с/в	258 (261)
778	ФД-252-01Б б/к	259 (261)
779	ФД-252-01Б м/о	259 (261)
780	ФД-252-01Б п/о	259 (261)
781	ФД-252-01Б с/в	259 (261)
782	ФД-252-02А б/к	259 (261)
783	ФД-252-02А п/о	259 (261)
784	ФД-252-02Б б/к	259 (261)
785	ФД-252-02Б п/о	259 (261)
786	ФД-252А б/к	258 (261)
787	ФД-252А п/о	258 (261)
788	ФД-252А с/в	258 (261)
789	ФД-252Б б/к	258 (261)
790	ФД-252Б п/о	258 (261)
791	ФД-252Б с/в	258 (261)
792	ФД-253	91 (92)
793	ФД-254	91 (92)
794	ФД-255	91 (92)
795	ФД-256	91 (92)
796	ФД-263	91 (92)
797	ФД-263-01	91 (92)
798	ФД-265-01А	91 (92)
799	ФД-265-01Б	91 (92)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
800	ФД-265-02А	91 (92)
801	ФД-265-02А черн.	91 (92)
802	ФД-265А	91 (92)
803	ФД-265Б	91 (92)
804	ФД-266	210 (211)
805	ФД-268	458 (459)
806	ФД-269	91 (92)
807	ФД-283	529 (нет)
808	ФД-286	91 (92)
809	ФД-287	210 (212)
810	ФД-288А	20 (21)
811	ФД-288А	93 (94)
812	ФД-288А-1	93 (94)
813	ФД-288Б	93 (94)
814	ФД-288В	93 (94)
815	ФД-290	259 (261)
816	ФД-290-01(гр.А)	259 (261)
817	ФД-290-01(гр.Б)	259 (261)
818	ФД-291	93 (94)
819	ФД-292	93 (94)
820	ФД-292А	93 (94)
821	ФД-293	93 (94)
822	ФД-294	458 (459)
823	ФД-295	95 (96)
824	ФД-296М	95 (96)
825	ФД-297М	95 (96)
826	ФД-299М	95 (96)
827	ФД-301	95 (96)
828	ФД-302	95 (96)
829	ФД-303	95 (96)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
830	ФД-304М	95 (96)
831	ФД-304М гр.А	95 (96)
832	ФД-304М-01	20 (21)
833	ФД-305М	95 (96)
834	ФД-306М	97 (98)
835	ФД-307	20 (21)
836	ФД309	97 (98)
837	ФД310	97 (98)
838	ФД-311Л	264 (265)
839	ФД-312	274 (275)
840	ФД-312Л	277 (279)
841	ФД-313М	97 (98)
842	ФД-315	210 (212)
843	ФД-316	211 (нет)
844	ФД-317Л	264 (265)
845	ФД-318М	97 (98)
846	ФД-319	97 (98)
847	ФД-319-01	99 (98)
848	ФД-320	99 (100)
849	ФД-320-01	99 (100)
850	ФД-321М-01 гр.1	99 (100)
851	ФД-321М-01 гр.2	99 (100)
852	ФД-321М-02 гр.А	99 (100)
853	ФД-321М-02 гр.Б	99 (100)
854	ФД-321М-03	99 (100)
855	ФД-321М-04 Гр.1	101 (102)
856	ФД-321М-04 Гр.2	101 (102)
857	ФД-322Л	277 (279)
858	ФД-323Л	277 (279)
859	ФД-324	101 (102)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
860	ФД-324	259 (261)
861	ФД-325М	101 (нет)
862	ФД-325М-01	101 (нет)
863	ФД-325М-02	101 (нет)
864	ФД326М	101 (нет)
865	ФД-327 Гр. 1	102 (102)
866	ФД-327 Гр. 2	102 (102)
867	ФД-328	103 (104)
868	ФД-330М	102 (нет)
869	ФД-331	103 (104)
870	ФД-332	103 (104)
871	ФД-337 А	103 (104)
872	ФД-337 Гр.2	103 (104)
873	ФД-337Б	103 (104)
874	ФД-337В	103 (104)
875	ФД-342	103 (104)
876	ФД-342-01	105 (104)
877	ФД-342-01(гр.А)	105 (104)
878	ФД 344	105 (105)
879	ФД 344-01	105 (105)
880	ФД 344-02	105 (105)
881	ФД-344М	105 (105)
882	ФД-345А	105 (105)
883	ФД-345Б	105 (105)
884	ФД-349М	107 (107)
885	ФД-351	211 (212)
886	ФД-355	211 (нет)
887	ФД-371М	105 (105)
888	ФД-439	107 (107)
889	ФД-511	458 (459)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
890	**ФД-511-1**	**466 (466)**
891	**ФД0101**	**110 (111)**
892	**ФД0201**	**110 (111)**
893	**ФД0201К**	**110 (111)**
894	**ФД0251К**	**110 (111)**
895	**ФД0301**	**110 (111)**
896	**ФД0301К**	**110 (111)**
897	**ФД0501**	**110 (111)**
898	**ФД100А**	**273 (274)**
899	**ФД100Б**	**273 (274)**
900	**ФД100В**	**273 (274)**
901	**ФД1001-01**	**110 (111)**
902	**ФД1001к-01**	**110 (111)**
903	**ФД1602**	**110 (111)**
904	**ФД1604**	**110 (111)**
905	**ФД1801к-01**	**110 (111)**
906	**ФД2501к-01**	**110 (111)**
907	**ФДГ-70**	**211 (212)**
908	**ФДГ-150**	**211 (212)**
909	**ФДГ-200**	**211 (212)**
910	**ФДГ-300**	**211 (212)**
911	**ФДГ-500**	**211 (212)**
912	**ФДГ-500СТ**	**213 (213)**
913	**ФДГ-1000**	**211 (212)**
914	**ФДГ-1000СТ**	**213 (213)**
915	**ФДГ-1500**	**211 (212)**
916	**ФДГ-3600**	**211 (212)**
917	**ФДГ-3600СТ**	**213 (213)**
918	**ФДГ-5000**	**211 (212)**
919	**ФДГ-5000СТ**	**213 (213)**

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
920	**ФДК-1**	**81 (82)**
921	**ФДК-1в**	**81 (82)**
922	**ФДК-142**	**20 (21)**
923	**ФД-К-142**	**88 (86)**
924	**ФДК-142-01**	**20 (21)**
925	**ФДК-142-01**	**87 (88)**
926	**ФДК-146А,Б**	**87 (86)**
927	**ФДК-148А, (Б)**	**87 (88)**
928	**ФДК-151**	**231 (232)**
929	**ФДК-152**	**231 (232)**
930	**ФДК-152А**	**231 (232)**
931	**ФД-К-155**	**89 (90)**
932	**ФДК-157**	**89 (90)**
933	**ФД-К-227**	**89 (90)**
934	**ФДК-227**	**258 (261)**
935	**ФДК-КИ-2**	**105 (105)**
936	**ФДК-М**	**105 (105)**
937	**ФДЛ-118-01 б/к**	**262 (265)**
938	**ФДЛ-118-01 м/о**	**263 (265)**
939	**ФДЛ-118-01 п/о**	**263 (265)**
940	**ФДЛ-118-01 с/в**	**263 (265)**
941	**ФДЛ-118-02 б/к**	**263 (265)**
942	**ФДЛ-118-02 п/о**	**263 (265)**
943	**ФДЛ-118-03 б/к**	**263 (265)**
944	**ФДЛ-118-03 м/о**	**264 (265)**
945	**ФДЛ-118-03 п/о**	**263 (265)**
946	**ФДЛ-118-03 с/в**	**264 (265)**
947	**ФДЛ-118-04 б/к**	**264 (265)**
948	**ФДЛ-118-04 п/о**	**264 (265)**
949	**ФДЛ-118б/к**	**262 (265)**

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
950	**ФДЛ-118п/о**	**262 (265)**
951	**ФДЛ-118с/в**	**262 (265)**
952	**ФДЛ-119А б/к**	**275 (279)**
953	**ФДЛ-119А м/о**	**275 (279)**
954	**ФДЛ-119А п/о**	**275 (279)**
955	**ФДЛ-119А п/о**	**275 (279)**
956	**ФДЛ-119А с/в**	**275 (279)**
957	**ФДЛ-119Б м/о**	**275 (279)**
958	**ФДЛ-119Б п/о**	**275 (279)**
959	**ФДЛ-119Б с/в**	**275 (279)**
960	ФДЛ-119Б м/о	**276 (279)**
961	ФДЛ-119В б/к	**276 (279)**
962	ФДЛ-119В п/о	**276 (279)**
963	ФДЛ-119В с/в	**276 (279)**
964	ФДЛ-119В м/о	**276 (279)**
965	ФДЛ-119Г п/о (с ТЭО)	**276 (279)**
966	ФДЛ-119Д п/о (с ТЭО)	**276 (279)**
967	ФДЛ-119-01А б/к	**276 (279)**
968	ФДЛ-119-01А п/о	**276 (279)**
969	ФДЛ-119-01А с/в	**276 (279)**
970	ФДЛ-119-01А м/о	**277 (279)**
971	ФДЛ-119-01Б б/к	**277 (279)**
972	ФДЛ-119-01Б п/о	**277 (279)**
973	ФДЛ-119-01Б с/в	**277 (279)**
974	ФДЛ-119-01Б м/о	**277 (279)**
975	**ФДЛ-311**	**264 (265)**
982	**ФДМ-1**	**273 (274)**
983	**ФДМ-14-2к**	**273 (274)**
984	**ФДО-115**	**529 (529)**
985	**ФДО-116**	**529 (529)**

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
986	ФДО-117	458 (459)
987	ФДО-119	458 (459)
988	ФДО-131	530 (нет)
989	ФДО-257	458 (459)
990	ФДПК-1	134 (134)
991	ФДПК-2	134 (134)
992	ФДУ-113С	166 (166)
993	ФДУ-113Т	167 (167)
994	ФДУК-11УТ	22 (22)
995	ФДУК-1УСТ	22 (22)
996	ФДУК 2	108 (109)
997	ФДУК-2УП	22 (22)
998	ФДУК-2УТ	22 (22)
999	ФДУК 4	108 (109)
1000	ФДУК-5СТ	22 (22)
1001	ФДУК-5У	22 (22)
1002	ФДУК-8УС	22 (22)
1003	ФДУК-10УТ	22 (22)
1004	ФДУК 11	108 (109)
1005	ФДУК 11-1	108 (109)
1006	ФДУК 11С	108 (109)
1007	ФДУК 12С	108 (109)
1008	ФДУК 12СТ	108 (109)
1009	ФДУК-100УВ	23 (24)
1010	ФДУК-100УТ	22 (22)
1011	ФДУК 200	108 (109)
1012	ФД-УФ1	23 (24)
1013	ФДФ-04-16	26 (26)
1014	ФМ-112	531 (нет)
1015	ФМ-41	440 (440)
1016	ФМ6	537 (539)
1017	ФМ-611	471 (471)
1018	ФМ-А	537 (539)
1019	ФМ-Б	537 (539)
1020	ФМ-В	537 (539)
1021	ФОН-2	157 (нет)
1022	ФОТМ-128х128	510 (510)
1023	ФОТМ-384х288	510 (510)
1024	ФОТМ-768х576	510 (510)
1025	ФП1-1300	273 (274)
1026	ФП1-850К	260 (261)
1027	ФП-3	260 (261)
1028	ФПА-1	36 (36)
1029	ФПД-А	317 (317)
1030	ФПН 28Н	531 (нет)
1031	ФПД-Б	317 (317)
1032	ФПЗС1Л	337 (нет)
		338 (338)
1033	ФПЗС1Л-1	337 (нет)
1034	ФПЗС-6Л	337 (нет)
		339 (339)
1035	ФПЗС11Л	340 (341)
1036	ФПЗС12Л	340 (341)
1037	ФПЗС13Л	342 (341)
1038	ФПЗС14Л	342 (341)
1039	ФПЗС1М-А	383 (384)
1040	ФПЗС1М-Б	383 (384)
1041	ФПЗС1М-В	383 (384)
1042	ФПЗС3М	383 (386)
1043	ФПЗС3М-1	383 (386)
1044	ФПЗС4М	383 (388)
1045	ФПЗС-4М	383
1046	ФПЗС5М	383 (390)
1047	ФПЗС5М-1	383 (390)
1048	ФПЗС5М-2	383 (390)
1049	ФПЗС6М	383 (392)
1050	ФПЗС6М-1	383
1051	ФПЗС-200М	523 (нет)
1052	ФПКЛД	225 (225)
1053	ФПМ-256	198 (198)
1054	ФПМ-500СТ	228 (228)
1055	ФПМ-1000СТ	228 (228)
1056	ФПМ-70-0,85СТ	271 (270)
1057	ФППЗ 011	415
1058	ФППЗ 017	415
1059	ФППЗ 029	415
1060	ФППЗ 048	415
1061	ФППЗ 049	415
1062	ФППЗ-069	417
1063	ФППЗ 075	415
1064	ФППЗ-1070	417
1065	ФППЗ 1Л	344 (347)
1066	ФППЗ 2Л	344 (347)
1067	ФППЗ 3Л	344
1068	ФППЗ 4К	364 (364)
1069	ФППЗ 6К	364 (364)
1070	ФППЗ 12К	364 (364)
1071	ФППЗ 5Л	344 (348)
1072	ФППЗ 6Л	344 (349)
1073	ФППЗ 7Л	344 (350)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1074	ФПП3 8Л	344 (351)
1071	ФПП3 8ЛБ	345
		352 (353)
1072	ФПП3 10Л	345 (355)
1073	ФПП3 29Л	345
1074	ФПП3 30Л	345 (355)
1075	ФПП3 32Л	356 (356)
1076	ФПП3 37Л	345 (357)
1077	ФПП3 38Л	345, 358
1078	ФПП3 38Л-1	345, 358
1079	ФПП3 39Л	345, 358
1080	ФПП3 2048Л	345. 359
1081	ФПП3 2600Л	345, 360
1082	ФПП3 4700Л	345, 361
1083	ФПП3 12000Л	346, 362
1084	ФПП3 1М	394
1085	ФПП3 2М	394
1086	ФПП3 4М	394
1087	ФПП3 5М	394
1088	ФПП3 11М	394
1089	ФПП3 12М	394
1090	ФПП3 12М1	394
1091	ФПП3 13М	394 (397)
1092	ФПП3 14М	394 (398)
1093	ФПП3-15М	395 (399)
1094	ФПП3 16М	395
1095	ФПП3 17М	395 (400)
1096	ФПП3 18М	395 (401)
1097	ФПП3 20М	395 (402)
1098	ФПП3 21М	395 (403)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1099	ФПП3 22М	395
1100	ФПП3 22М	523 (нет)
1101	ФПП3 23М	395
1102	ФПП3 24М	395
1103	ФПП3 24М	395
1104	ФПП3 25М	395
1105	ФПП3 26М	395 (404)
1106	ФПП3 28М	395 (405)
1107	ФПП3 30М	395, 416
1108	ФПП3 31М	396,416 (406)
1109	ФПП3 32М	396
1110	ФПП3 32МД	416
1111	ФПП3 33М	396
1112	ФПП3 33М-2	407 (407)
1113	ФПП3 33М-3	407 (407)
1114	ФПП3 33МД	416
1115	ФПП3 34М	396
1116	ФПП3 34М	408 (408)
1117	ФПП3 34МД	416
1118	ФПП3 35МД	416
1119	ФПП3 36МД	416
1120	ФПП3 37МД	416
1121	ФПП3 38МД	416
1122	ФПП3 39МД	416
1123	ФПП3 40МД	416
1124	ФПП3 Р31	396
1125	ФПП3 “Кандела”	346
1126	ФПП3 “Каскад”	396
		409 (409)
1127	ФПП3 “Квадро”	396 (411)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1128	ФПП3 “Квадро-Т”	396 (410)
1129	ФПП3 “Лидер-1”	396
1130	ФПП3 “Лидер-1”	412 (412)
1131	ФПП3 “Проект”	396 (413)
1132	ФПУ-1	28 (28)
1133	ФПУ-1М	418 (419)
1134	ФПУ-1Р	418 (419)
1135	ФПУ-2	28 (28)
1136	ФПУ2-153	170 (171)
1137	ФПУ-2М	418 (419)
1138	ФПУ-03М	223 (225)
1139	ФПУ-03МА	223 (225)
1140	ФПУ-03МТД	223 (225)
1141	ФПУ-3	28 (28)
1142	ФПУ4ТО5	168 (168)
1143	ФПУ-007	227 (226)
1144	ФПУ-8	28 (28)
1145	ФПУ-9	28 (28)
1146	ФПУ-14А	193 (191)
1147	ФПУ-14Б	193 (191)
1148	ФПУ-15	223 (нет)
1149	ФПУ-16	223 (225)
1150	ФПУ-17А	268 (267)
1151	ФПУ-17Ц	271 (270)
1152	ФПУ-19	223 (225)
1153	ФПУ-20	224 (222,225)
1154	ФПУ-21	224 (222)
1155	ФПУ-21В	224 (225)
1156	ФПУ-21ВА	224 (225)
1157	ФПУ-21ВТ	224 (225)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1188	ФПУ-Д-01	223 (нет)
1189	ФПУ-Д-02	223 (нет)
1190	ФПУ-Д-03	223 (нет)
1191	ФПУ-Д-04	223 (нет)
1192	ФПУ-Д-05	223 (нет)
1193	ФПУ-Д-06	225 (нет)
1194	ФПУ ДР-93	524 (524)
1195	ФПУ-ДЧ-10	223 (нет)
1196	ФПУ-КИ-2	177 (177)
1197	ФПУ-М	177 (177)
1198	ФПУ ФД	29 (29)
1199	ФПУ “Заход”	147 (147)
1200	ФПУ “Зима”	505 (505)
1201	ФПУ “Новость”	500 (500)
1202	ФПУ “Планета”	494 (495)
1203	ФПУ “Сектор 2В”	154 (154)
1204	ФПУ “Сигма-09/У”	521 (521)
1205	ФПУ “Спектр”	494 (495)
1206	ФПУ “Стяг-Ч”	494 (495)
1207	ФПУ “Тень”	375 (375)
1208	ФПУ “Фотометр”	499 (499)
1209	ФПФ-7А	52 (54)
1210	ФПФ-7Б	52 (54)
1211	ФПФ-7В	52 (54)
1197	ФПФ-7-2	52 (54)
1212	ФПФ-9-2	52 (54)
1213	ФПЯ-1-1	34 (34)
1214	ФПЯ-1-2	34 (34)
1215	ФР "Арык 2”	462 (462)
1216	ФР “Арык”	462 (462)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1217	ФР “Сигнал-АТ”	532 (532)
1218	ФР “Система”	532 (нет)
1219	ФР “Сокол М”	532 (532)
1220	ФР 3-1/20	435 (436)
1221	ФР1-1/13	426 (429)
1222	ФР1-1/13 с фильтром	426 (429)
1223	ФР1-3	426 (427)
1224	ФР1-4	426 (427)
1225	ФР1-П	426 (нет)
1226	ФР1-28-1-1,5х1,15	449 (448)
1227	ФР1-28-1-2х2	449 (448)
1228	ФР1-28-1-3х3	449 (448)
1229	ФР1-34-1-1,5х1,15	449 (448)
1230	ФР1-34-1-2х2	449 (448)
1231	ФР1-34-1-3х3	449 (448)
1232	ФР1-38-1-1,5х1,15	449 (448)
1233	ФР1-38-1-2х2	449 (448)
1234	ФР1-38-1-3х3	449 (448)
1235	ФР-117	52 (54)
1236	ФР-118	53 (54)
1237	ФР-119	53 (54)
1238	ФР-121	53 (54)
1239	ФР-127А	447 (447)
1240	ФР-127Б	447 (447)
1241	ФР-159	527 (528)
1242	ФР-162А	60 (61)
1243	ФР-162Б	60 (61)
1244	ФР-162В	60 (61)
1245	ФР-164	461 (461)
1246	ФР-165	526 (527)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1247	ФР-178	526 (нет)
1248	ФР-183	428 (429)
1249	ФР-183 с фильтром	428 (429)
1250	ФР-188А	435 (436)
1251	ФР-188Б	435 (436)
1252	ФР-188В	435 (436)
1253	ФР-188Г	435 (436)
1254	ФР-188Д	435 (436)
1255	ФР-189М	461 (461)
1256	ФР-193А	428 (429)
1257	ФР-193Б	428 (429)
1258	ФР-193В	428 (429)
1259	ФР-193Г	428 (429)
1260	ФР-193Д	428 (429)
1261	ФР194-01	453 (453)
1262	ФР194-11	453 (453)
1263	ФР194-15	453 (453)
1264	ФР194-17	453 (453)
1265	ФР194-19	453 (453)
1266	ФР194М-03	454 (454)
1267	ФР194М-05	454 (454)
1268	ФР194М-07	454 (454)
1269	ФР194М-09	454 (454)
1270	ФР194М-13	454 (454)
1271	ФР195-01	453 (453)
1272	ФР195-11	453 (453)
1273	ФР195-15	453 (453)
1274	ФР195-17	453 (453)
1275	ФР195-19	453 (453)
1276	ФР195М-03	454 (454)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1277	ФР195М-05	454 (454)
1278	ФР195М-07	454 (454)
1279	ФР195М-09	454 (454)
1280	ФР195М-13	454 (454)
1281	ФР196М-01	455 (454)
1282	ФР196М-03	455 (454)
1283	ФР196М-05	455 (454)
1284	ФР196М-07	455 (454)
1285	ФР197М-01	455 (454)
1286	ФР197М-03	455 (454)
1287	ФР197М-05	455 (454)
1288	ФР197М-07	455 (454)
1289	ФР198М-01	455 (454)
1290	ФР198М-03	455 (454)
1291	ФР198М-05	455 (454)
1292	ФР-199	447 (448)
1293	ФР-202.1	428 (429)
1294	ФР-203	428 (429)
1295	ФР-204М	470 (470)
1296	ФР-218	527 (528)
1297	ФР-219	435 (436)
1298	ФР-219-01	435 (436)
1299	ФР-219-02	435 (436)
1300	ФР-219-03	435 (436)
1301	ФР-220	428 (429)
1302	ФР-220-1	428 (429)
1303	ФР-220-2	428 (429)
1304	ФР-220-3	428 (429)
1305	ФР-220-4	428 (429)
1306	ФР-220-5	428 (429)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1307	ФР-220-6	428 (429)
1308	ФР-221	435 (436)
1309	ФР-221-01	435 (436)
1310	ФР-221-02	435 (436)
1311	ФР-221-03	435 (436)
1312	ФР224	446 (448)
1313	ФР224-01	446 (448)
1314	ФР224-02	446 (448)
1315	ФР224-03	446 (448)
1316	ФР226	428 (429)
1317	ФР226-01	428 (429)
1318	ФР226-02	428 (429)
1319	ФР226-03	430 (нет)
1320	ФР-227М	463 (463)
1321	ФР-228М	463 (463)
1322	ФР2-28-1-1,5х1,15	449 (448)
1323	ФР2-28-1-2х2	449 (448)
1324	ФР2-28-1-3х3	449 (448)
1325	ФР2-34-1-1,5х1,15	449 (448)
1326	ФР2-34-1-2х2	449 (448)
1327	ФР2-34-1-3х3	449 (448)
1328	ФР2-38-1-1,5х1,15	449 (448)
1329	ФР2-38-1-2х2	449 (448)
1330	ФР2-38-1-3х3	449 (448)
1331	ФР3-11А	60 (61)
1332	ФР3-11Б	60 (61)
1333	ФР4-17	435 (436)
1334	ФР-611	435 (436)
1335	ФР-612	49 (51)
1336	ФР-613	60 (61)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1337	ФР622-0,1	431 (431)
1338	ФР622-0,1-Т	446 (447)
1339	ФР622-0,5	431 (431)
1340	ФР622-0,5-Т	446 (447)
1341	ФР622-1	431 (431)
1342	ФР622-1-Т	446 (447)
1343	ФР622-2	431 (431)
1344	ФР622-2-Т	446 (447)
1345	ФР622-3	431 (431)
1346	ФР622-3-Т	446 (447)
1347	ФР623-0,1	431 (431)
1348	ФР623-0,1-Т	446 (447)
1349	ФР623-0,5	431 (431)
1350	ФР623-0,5-Т	446 (447)
1351	ФР623-1	431 (431)
1352	ФР623-1-Т	446 (447)
1353	ФР623-2	431 (431)
1354	ФР623-2-Т	447 (447)
1355	ФР623-3	431 (431)
1356	ФР623-3-Т	447 (447)
1357	ФР624-0,1	431 (431)
1358	ФР624-0,1-Т	447 (447)
1359	ФР624-0,5	431 (431)
1360	ФР624-0,5-Т	447 (447)
1361	ФР624-1	431 (431)
1362	ФР624-1-Т	447 (447)
1363	ФР624-2	431 (431)
1364	ФР624-2-Т	447 (447)
1365	ФР624-3	431 (431)
1366	ФР624-3-Т	447 (447)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1367	ФР-764	60 (61)
1368	ФР-765	49 (51)
1369	ФРЕС	526 (нет)
1370	ФРО-111	369 (469)
1371	ФРО-139	527 (528)
1372	ФРО-144	528 (528)
1373	ФРО-146	456 (457)
1374	ФРО-148	456 (457)
1375	ФРО-149	530 (нет)
1376	ФРО-149	179 (179)
1377	ФРО-152П	530 (нет)
1378	ФРО-155	530 (нет)
1379	ФРО-41	456 (457)
1380	ФРО-41-111	528 (528)
1381	ФРО-41-204	528 (нет)
1382	ФРО-51-02	526 (527)
1383	ФРОЕС-131	441 (441)
1384	ФРО-Х1-142	467 (467)
1385	ФР-СС-138	428 (429)
1386	ФС-1АМн	526 (527)
1387	ФС2-1	49 (нет)
1388	ФС-04АН	526 (527)
1389	ФС-04АТ	526 (нет)
1390	ФС-10АН	430 (429)
1391	ФС-17ДА	456 (457)
1392	ФС-25ДА	527 (528)
1393	ФС-2АН	430 (429)
1394	ФС-6АН	430 (нет)
1395	ФС-8АН	430 (429)
1396	ФС-9346	526 (нет)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1397	ФС-9АН	430 (429)
1398	ФС-9Э47	531 (531)
1399	ФСА-0	426 (427)
1400	ФСА-1	426 (427)
1401	ФСА-1а	426 (427)
1402	ФСА-4	426 (427)
1403	ФСА-6	426 (427)
1404	ФСА-Г1	426 (427)
1405	ФСА-Г2	426 (427)
1406	ФС-Б1	63 (63)
1407	ФС-Б2	63 (63)
1408	ФСВ-12А	430 (430)
1409	ФСВ-16АН	430 (430)
1410	ФСВ-17АН	430 (430)
1411	ФСВ-18АА	447 (448)
1412	ФСВ-19АА	447 (448)
1413	ФСГ-22-3А1	464 (465)
1414	ФСГ-22-3А1	464 (465)
1415	ФСГ-22-3А2	464 (465)
1416	ФСГ-22-3А2	464 (465)
1417	ФСГ-28РТА	468 (468)
1418	ФСД-1	60 (61)
1419	ФС-Д1	62 (нет)
1420	ФСД-1а	60 (61)
1421	ФСД-Г1	60 (61)
1422	ФС-ДГ1	62 (нет)
1423	ФСД-Г2	60 (61)
1424	ФС-ДМ	62 (нет)
1425	ФС-ДО	62 (нет)
1426	ФС-ДТ1	62 (нет)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1427	ФСК-0	46 (50)
1428	ФСК-1	46 (50)
1429	ФС-К1	55 (нет)
1430	ФСК-17	49 (нет)
1431	ФСК-1а	46 (50)
1432	ФСК-1б	48 (50)
1433	ФСК-2	48 (50)
1434	ФС-К2	55 (нет)
1435	ФСК-3	48 (50)
1436	ФСК-4	48 (51)
1437	ФС-К4	55 (нет)
1438	ФСК-4а	48 (50)
1439	ФСК-5	48 (50)
1440	ФС-К5	55 (нет)
1441	ФСК-6	48 (50)
1442	ФС-К6	55 (нет)
1443	ФСК-7а	48 (51)
1444	ФС-К7а	55 (нет)
1445	ФСК-7б	48 (50)
1446	ФС-К7б	55 (нет)
1447	ФСК-Г1	48 (51)
1448	ФС-КГ1	55 (нет)
1449	ФСК-Г2	48 (51)
1450	ФС-КГ2	55 (нет)
1451	ФСК-Г7а	48 (50)
1452	ФСК-Г7б	49 (50)
1453	ФСК-М1	49 (50)
1454	ФСК-М2	49 (50)
1455	ФС-КО	55 (нет)
1456	ФСК-П1а	49 (50)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1457	ФСК-П1б	49 (50)
1458	ФТ-1Г	220 (219)
1459	ФТ-1К гр.А	143 (143)
1460	ФТ-1К гр.Б	143 (143)
1461	ФТ-1К-02	143 (143)
1462	ФТ-2Г	220 (219)
1463	ФТ-2К гр.А	143 (143)
1464	ФТ-2К гр.Б	143 (143)
1465	ФТ-3Г	220 (219)
1466	ФТ-7Б	143 (143)
1467	ФТ-7Б-01	143 (143)
1468	ФТ-8Б	143 (143)
1469	ФТГ-3	220 (219)
1470	ФТГ-4	220 (219)
1471	ФТГ-5	220 (219)
1472	ФТГ-6	220 (219)
1473	ФУК1Л1	365 (366)
1474	ФУК1Л2	365 (366)
1475	ФУК1Л3-1	365 (367)
1476	ФУК1Л3-2	365 (367)
1477	ФУК1Л3-3	365 (367)
1478	ФУК1Л4	365 (367)
1479	ФУК1Л4	368
1480	ФУК20М	253 (253)
1481	ФУК2М	511 (нет)
1482	ФУК4М	511 (нет)
1483	ФУК5М	511 (нет)
1484	ФУК9М	504 (нет)
1485	ФУК10М	511 (нет)
1486	ФУК11М	504 (нет)
1487	ФУК140М	514 (514)
1488	ФУК140М	515 (515)
1489	ФУК143М	514 (514)
1490	ФУК143М	516 (516)
1491	ФУК148М	517 (517)
1492	ФУК149М	514 (514)
1493	ФУК151М	516 (516)
1494	ФУК152М	517 (517)
1495	ФУК154М	514 (514)
1496	ФУЛ113	152 (152)
1497	ФУЛ-115	522 (534)
1498	ФУЛ-116	157 (нет)
1499	ФУЛ-117	157 (нет)
1500	ФУЛ-118	157 (нет)
1501	ФУЛ-119	156 (нет)
1502	ФУЛ-121	532 (нет)
1503	ФУЛ-123	493 (493)
1504	ФУЛ-131	533 (534)
1505	ФУЛ 132	533 (534)
1506	ФУЛ 133	533 (534)
1507	ФУЛ 133-01	533 (534)
1508	ФУЛ 134	533 (534)
1509	ФУЛ-141	533 (нет)
1510	ФУЛ -142	533 (нет)
1511	ФУЛ-164	533 (нет)
1512	ФУЛ-611-11	487 (488)
1513	ФУЛ-611-12	487 (488)
1514	ФУМ-611-4	487 (488)
1515	ФУО-113	157 (нет)
1516	ФУО-114	522 (522)
1517	ФУО-117	534 (534)
1518	ФУО-118	534 (нет)
1519	ФУО-119	151 (нет)
1520	ФУО-119-01	151 (нет)
1521	ФУО-119-02.01	151 (нет)
1522	ФУО-125	146 (147)
1523	ФУО-127	146 (145)
1524	ФУО-127	148 (нет)
1525	ФУО-131	146 (145)
1526	ФУО-131А	146 (145)
1527	ФУО-131Б	146 (145)
1528	ФУО-132	146 (145)
1529	ФУО-134	148 (нет)
1530	ФУО-135	148 (нет)
1531	ФУО-136	157 (нет)
1532	ФУО-136М	157 (нет)
1533	ФУО-138А	146 (145)
1534	ФУО-138Б	146 (145)
1535	ФУО-139	148 (нет)
1536	ФУО-143	534 (нет)
1537	ФУО-146	157 (нет)
1538	ФУО-149	179 (179)
1539	ФУО-148	148 (нет)
1540	ФУО-148-01	148 (нет)
1541	ФУО-155	252 (252)
1542	ФУО-156	157 (нет)
1543	ФУО-157	252 (252)
1544	ФУО-611	483 (нет)
1545	ФУО-611-1	484 (486)
1546	ФУО-611-2	484 (486)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1547	ФУО-611-3	484 (486)
1548	ФУО-611-4	484 (486)
1549	ФУО-611-5	484 (486)
1550	ФУО-611-6	484 (486)
1551	ФУО-611-7	484 (486)
1552	ФУО-611-8	484 (486)
1553	ФУО-611-9	484 (486)
1554	ФУО-612	483 (нет)
1555	ФУО-612-1	484 (486)
1556	ФУО-612-2	484 (486)
1557	ФУО-612-3	484 (486)
1558	ФУО-612-4	484 (486)
1559	ФУО-612-5	484 (486)
1560	ФУО-612-6	484 (486)
1561	ФУО-612-7	484 (486)
1562	ФУО-612-8	484 (486)
1563	ФУО-612-9	484 (486)
1564	ФУО-613	483 (нет)
1565	ФУО-613-1	485 (486)
1566	ФУО-613-2	485 (486)
1567	ФУО-613-3	485 (486)
1568	ФУО-613-4	485 (486)
1569	ФУО-613-5	485 (486)
1570	ФУО-613-6	485 (486)
1571	ФУО-613-7	485 (486)
1572	ФУО-613-8	485 (486)
1573	ФУО-613-9	485 (486)
1574	ФУО-614	483 (нет)
1575	ФУО-614-1	485 (486)
1576	ФУО-614-2	485 (486)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1577	ФУО-614-3	485 (486)
1578	ФУО-614-4	485 (486)
1579	ФУО-614-5	485 (486)
1580	ФУО-614-6	485 (486)
1581	ФУ0-614-7	485 (486)
1582	ФУО-614-8	485 (486)
1583	ФУО-614-9	485 (486)
1584	ФУР 42М	234 (234)
1585	ФУР113	152 (152)
1586	ФУР117Л	238 (238)
1587	ФУР124М	153 (153)
1588	ФУР124М-01	153 (153)
1589	ФУР124М-02	153 (153)
1590	ФУР127	153 (153)
1591	ФУР129Л	495 (496)
1592	ФУР129Л-01	495 (496)
1593	ФУР136М	156, 157
1594	ФУР137Л	30 (нет)
1595	ФУР138Л	497 (497)
1596	ФУР139Л	495 (496)
1597	ФУР-142	495 (496)
1598	ФУР662	489 (нет)
1599	ФУР662А	490 (490)
1600	ФУР662Б	490 (490)
1601	ФУР662В	490 (490)
1602	ФУР663	489 (нет)
1603	ФУР663А	491 (491)
1604	ФУР663Б	491 (491)
1605	ФУР663В	491 (491)
1606	ФУР664	489 (нет)

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1607	ФУР664А	492 (492)
1608	ФУР664Б	492 (492)
1609	ФУР664В	492 (492)
1610	ФЦ202	240 (240)
1611	ФЭ-139	40 (42)
1612	ФЭ722-1А	437 (437)
1613	ФЭ722-1Б	437 (437)
1614	ФЭ722-1В	437 (437)
1615	ФЭ722-1Г	437 (437)
1616	ФЭ722-1Д	437 (437)
1617	ФЭ722-2А	437 (437)
1618	ФЭ722-2Б	437 (437)
1619	ФЭ722-2В	437 (437)
1620	ФЭ722-2Г	437 (437)
1621	ФЭ722-2Д	437 (437)
1622	ФЭ722-Т1А	450 (450)
1623	ФЭ722-Т1Б	450 (450)
1624	ФЭ722-Т1В	450 (450)
1625	ФЭ722-Т1Г	450 (450)
1626	ФЭ722-Т1Д	450 (450)
1627	ФЭ722-Т2А	450 (450)
1628	ФЭ722-Т2Б	450 (450)
1629	ФЭ722-Т2В	450 (450)
1630	ФЭ722-Т2Г	450 (450)
1631	ФЭ722-Т2Д	450 (450)
1632	ФЭ723-1А	438 (437)
1633	ФЭ723-1Б	438 (437)
1634	ФЭ723-1В	438 (437)
1635	ФЭ723-1Г	438 (437)
1636	ФЭ723-1Д	438 (437)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень изделий, сведения о которых размещены во II части Справочника

№ п/п	Тип прибора	Страница: текст (рис.)
1637	ФЭ723-2А	438 (437)
1638	ФЭ723-2Б	438 (437)
1639	ФЭ723-2В	438 (437)
1640	ФЭ723-2Г	438 (437)
1641	ФЭ723-2Д	438 (437)
1642	ФЭ723-Т1А	451 (450)
1643	ФЭ723-Т1Б	451 (450)
1644	ФЭ723-Т1В	451 (450)
1645	ФЭ723-Т1Г	451 (450)
1646	ФЭ723-Т1Д	451 (450)
1647	ФЭ723-Т2А	451 (450)
1648	ФЭ723-Т2Б	451 (450)
1649	ФЭ723-Т2В	451 (450)
1650	ФЭ723-Т2Г	451 (450)
1651	ФЭ723-Т2Д	451 (450)
1652	ФЭ724-1А	439 (437)
1653	ФЭ724-1Б	439 (437)
1654	ФЭ724-1В	439 (437)
1655	ФЭ724-1Г	439 (437)
1656	ФЭ724-1Д	439 (437)
1657	ФЭ724-2А	439 (437)
1658	ФЭ724-2Б	439 (437)
1659	ФЭ724-2В	439 (437)
1660	ФЭ724-2Г	439 (437)
1661	ФЭ724-2Д	439 (437)
1662	ФЭ724-Т1А	452 (450)
1663	ФЭ724-Т1Б	452 (450)
1664	ФЭ724-Т1В	452 (450)
1665	ФЭ724-Т1Г	452 (450)
1666	ФЭ724-Т1Д	452 (450)
1667	ФЭ724-Т2А	452 (450)
1667	ФЭ724-Т2А	452 (450)
1668	ФЭ724-Т2Б	452 (450)
1669	ФЭ724-Т2В	452 (450)
1670	ФЭ724-Т2Г	452 (450)
1671	ФЭ724-Т2Д	452 (450)
1672	ФЭМ2М	512 (512)
1673	ФЭМ6М	512 (512)
1674	ФЭМ10М	512 (512)
1675	ФЭМ17	513 (513)
1676	ФЭМ18	513 (513)
1677	ФЭМ19	513 (513)
1678	ФЭСС-У-2	43 (43)
1679	ФЭСС-У-3	43 (43)
1680	ФЭСС-У-5	43 (43)
1681	ФЭСС-У-10	43 (43)
1682	Ю-700Ф	530 (нет)
1683	ФД-271	91 (92)