Бараночников М. Л.

МИКРО-МАГНИТОЭЛЕКТРОНИКА

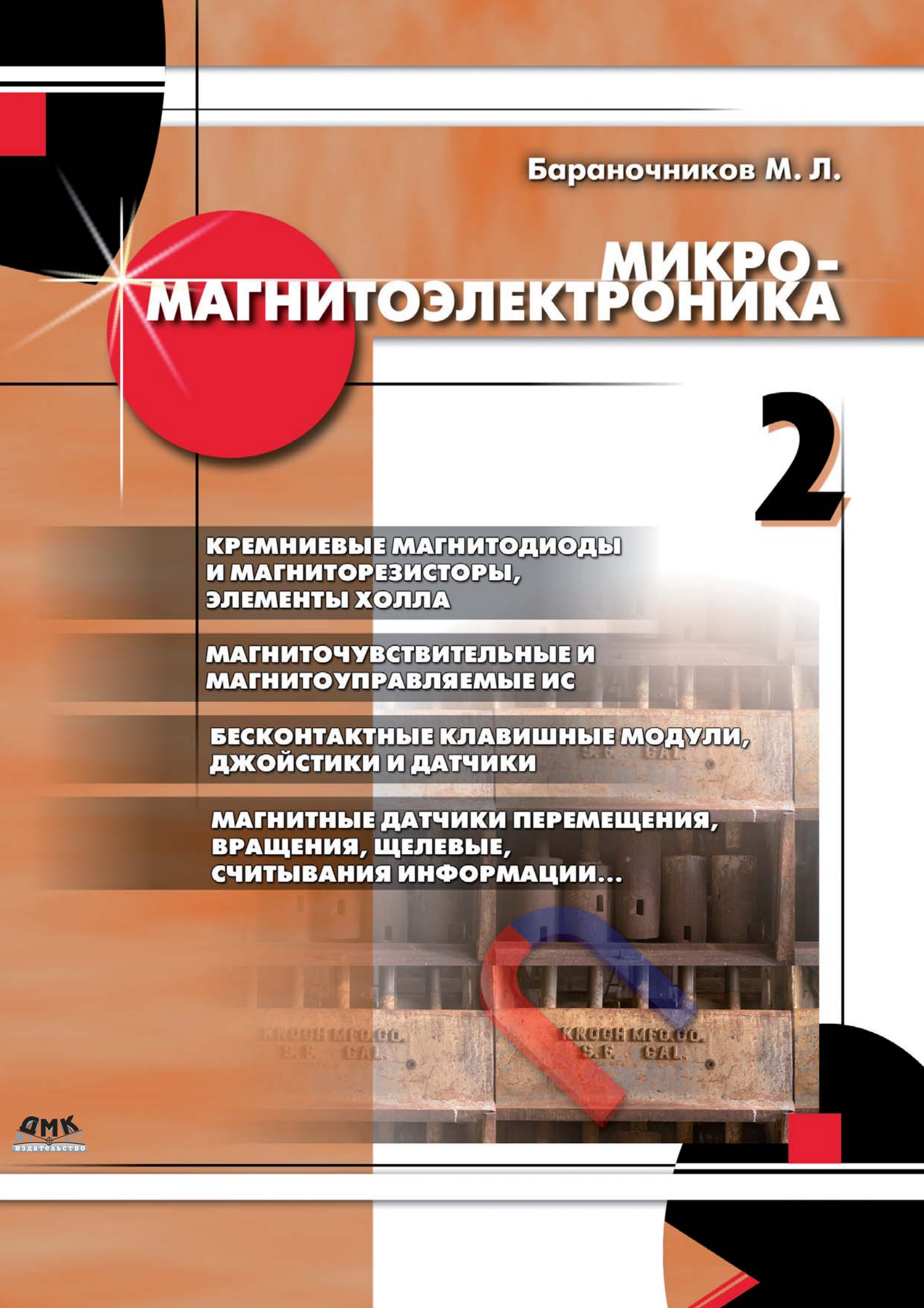
2

КРЕМНИЕВЫЕ МАГНИТОДИОДЫ И МАГНИТОРЕЗИСТОРЫ, ЭЛЕМЕНТЫ ХОЛЛА

МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ И МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ ИС

БЕСКОНТАКТНЫЕ КЛАВИШНЫЕ МОДУЛИ, ДЖОЙСТИКИ И ДАТЧИКИ

МАГНИТНЫЕ ДАТЧИКИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ, ВРАЩЕНИЯ, ЩЕЛЕВЫЕ, СЧИТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ...



ДМК издательство

УДК 621.3.049.77
ББК 32.844.1
Б12

Бараночников М.Л.
Б12 Микромагнитоэлектроника. Т. 2. Изд. 2-е, доп. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 888 с., табл. 730, рис. 1500.

ISBN 978-5-94074-757-4

Посвящается новому направлению техники – микромагнитоэлектронике. Приводятся основные параметры и характеристики наиболее известных и типичных изделий микромагнитоэлектроники, выпускаемых отечественными и зарубежными производителями. В том числе преобразователей магнитного поля, магниточувствительных и магнитоуправляемых ИС, датчиков положения, скорости вращения, угла поворота и угла наклона, датчиков тока и напряжения и др.

Приводятся рисунки их внешнего вида, функциональные схемы и таблицы назначения выводов. Приводятся характеристики некоторых типов постоянных магнитов, используемых в составе изделий микромагнитоэлектроники.

Всего в книге приведены основные характеристики более 3000 типономиналов изделий микромагнитоэлектроники.

Рекомендуется для инженерно-технических работников, специализирующихся в областях создания и эксплуатации современного оборудования и приборов, а также для студентов технических ВУЗов и подготовленных радиолюбителей.

УДК 621.3.049.77
ББК 32.844.1

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютной точности и правильности приводимых сведений. В связис этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средсвами без письменного разрешения владельца авторских прав.

ISBN 978-5-94074-757-4

© Бараночников М. Л., 2014
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие ко второму изданию тома 2 3
Предисловие ко второму тому 4

Глава 9. Элементы Холла 16
9.1. Элементы Холла отечественного производства 16
9.1.1. Основные параметры элементов Холла отечественного производства 17
9.1.2. Полевые элементы Холла 22
9.2. Элементы Холла зарубежного производства 26
9.2.1. Основные параметры элементов Холла,
выпускаемых ведущими зарубежными фирмами 27
9.3. Внешний вид и габаритные размеры элементов Холла 50
9.4д. Элементы Холла для специальных применений 68
9.4.1д. Элементы Холла серий AXIS-3, HHP-XX, LHP-XX, MULTI-7 68
9.4.2д. Малогабаритные комбинированные магнитометрические и термо-зонды 73

Глава 10. Магниторезисторы 74
10.1. «Монолитные» магниторезисторы 74
10.1.1. Магниторезисторы серий MR и CM 74
10.1.2. Магниторезисторы серий FP17xx и FP30xx 76
10.1.3. Дифференциальные магниторезисторы серий FP1xxx, FP4xxx 78
10.1.4. Дифференциальные магниторезисторы серий FP 100xx, FP 200xx, FP 201xx 81
10.2. Тонкопленочные магниторезисторы 85
10.2.1. Магниторезисторы типа Ав-х и MPxx 85
10.2.2. Магниторезисторные мосты серии KMZ10 86
10.2.3. Магниторезисторы KMZ41 и HMC1501 91
10.2.4. Магниторезисторы серии GMR 93
10.2.5. Магниторезисторы серии EZMP и NV 94
10.2.6. Магниторезисторные мосты серий AA, AB, AC 97
10.2.7. Магниторезисторы серии DM 101
10.2.8. Магниторезисторные мосты серий ZMY, ZMZ 103
10.2.9. Магниторезисторы типа MW010 104
10.2.10д. Бескорпусные магниторезисторы X3G-OH047/8, X3T-OH047/8 105
10.3д. Магниторезисторы и устройства на их основе 108
10.3.1д. Дифференциальные магниторезисторы серии MS-00XX 108
10.3.2д. Дифференциальные магниторезисторы серии CY-DMR-XX 110
10.3.3д. Магниторезисторы серии TMR MMLHXXX 112
10.3.4д. Линейные датчики магнитного поля KMY, KMZ, ZMY, ZMZ 115
10.3.5д. Микродатчики серии SpinTJ 119
10.3.6д. Датчики угла поворота серий KMT, KMA, ZMT 124
10.3.7д. Датчики угла поворота серии KMT36H 127
10.3.8д. Универсальный магнитный датчик KMR360 128
10.3.9д. Универсальный программируемый магнитный датчик KMA36 130
10.3.10д. Программируемый магнитный датчик угла поворота KMA200 131
10.3.11д. Двухканальный программируемый магнитный датчик
угла поворота KMA220 132
10.3.12д. Магнитные датчики угла поворота серии KMZ 134
10.3.12.1д. Магнитные датчики KMZ43T и KMZ49 135
10.3.12.2д. Магнитные датчики KMZ50, KMZ51, KMZ52 136

10.3.12.3д. Датчик угла поворота со встроенным усилителем KMZ60 137
10.3.13д. Магнитные датчики длины серии MLS 139
10.3.14д. Магнитные датчики тока серии AAV003 и ZMC на основе магниторезисторов 142
10.3.15д. Магнитные датчики тока серии CDS4000 на основе магниторезисторов 146
10.4д. Гибридные магнитоуправляемые схемы на основе магниторезисторов 149
10.4.1. Магнитоуправляемые схемы серий ASxx и MMS10xx на основе магниторезисторов 149
10.4.2. Магнитоуправляемые схемы на основе магниторезисторов 153
фирм NEC Corporation и Honeywell. 153

Глава 11. Кремниевые магнитодиоды и магнитотранзисторы 163
11.1. Магнитодиоды серии КД301 163
11.2. Магнитодиоды серии КД303 164
11.3. Магнитодиоды серии КД304А-1–КД304Ж-1 166
11.4. Магнитодиоды серии КД304А1-1–КД304Ж1-1 168
11.5. Магнитотранзистор типа М2АПК0522 169

Глава 12. Магниточувствительные ИС зарубежного производства 170
12.1. Магниточувствительные ИС типа A3507, A3508 170
12.2. Магниточувствительные ИС типа A3515, A3516, A3517, A3518 172
12.3. Магниточувствительные ИС типа AD22151 175
12.4. Магниточувствительные ИС типа CS-503 177
12.5. Магниточувствительные ИС типа HAL400, HAL401 178
12.6. Программируемые магниточувствительные ИС типа HAL800 180
12.7. Программируемые магниточувствительные ИС типа MLX90215 181
12.8. Программируемые магниточувствительные ИС типа MLX90237 183
12.9. Магниточувствительные ИС серии SS19, SS49 184
12.10. Магниточувствительные ИС серии SS94 185
12.11. Магниточувствительные ИС серии SS490 187
12.12. Магниточувствительные ИС серии OHN3150 189
12.13. Магниточувствительные ИС типа UGN3503 189
12.14. Магниточувствительные ИС серии UP1101ХП30 190
12.15. Магниточувствительные ИС типа iC-NMK 191
12.16. Основные параметры магниточувствительных ИС, выпускаемых ведущими зарубежными производителями 195
12.17. Внешний вид и габаритные размеры магниточувствительных ИС 201

Глава 12д. Новые магниточувствительные интегральные схемы 205
12.1д. Гибридные магниточувствительные интегральные схемы 205
12.2д. Монолитные магниточувствительные интегральные схемы 207
12.2.1д. Непрограммируемые магниточувствительные интегральные схемы 207
12.2.2д. Программируемые магниточувствительные интегральные схемы 216

Глава 13. Магнитоуправляемые интегральные схемы 233
13.1. Магнитоуправляемые ИС типа A3046, A3056, A3058 233
13.2. Магнитоуправляемые ИС типа A3054 234
13.3. Магнитоуправляемые ИС типа A312x 235
13.4. Магнитоуправляемые ИС типа A3134 236
13.5. Магнитоуправляемые ИС типа A314x 238

13.6. Программируемая МУМ типа A3150 239
13.7. Магнитоуправляемые ИС типа A3161 241
13.8. Магнитоуправляемые ИС типа A318x 242
13.9. Магнитоуправляемые ИС типа A3195 243
13.10. Магнитоуправляемые ИС типа A3197 244
13.11. Магнитоуправляемые ИС типа A3209, A3210 245
13.12. Магнитоуправляемые ИС типа A3240 246
13.13. Магнитоуправляемые ИС типа A3260 247
13.14. Магнитоуправляемые ИС типа A3280, A3281, A3283 248
13.15. Магнитоуправляемые ИС типа A3361, A3362 250
13.16. Магнитоуправляемые ИС типа A3421, A3422 251
13.17. Магнитоуправляемые ИС типа AD22150 253
13.18. Магнитоуправляемые ИС серии AN48800A 254
13.19. Магнитоуправляемые ИС типа HAL114 257
13.20. Магнитоуправляемые ИС типа HAL115 258
13.21. Магнитоуправляемые ИС типа HAL300 259
13.22. Магнитоуправляемые ИС типа HAL320 260
13.23. Магнитоуправляемые ИС серии HAL50x 261
13.24. Магнитоуправляемые ИС серии HAL52x 264
13.25. Магнитоуправляемые ИС серий HAL55x, HAL56x 265
13.26. Магнитоуправляемые ИС серий HAL57x, HAL58x 266
13.27. Магнитоуправляемые ИС серии HAL62x, HAL63x 267
13.28. Магнитоуправляемые ИС серии HAL70x 269
13.29. Магнитоуправляемые ИС типа HAL1000 270
13.30. Магнитоуправляемые ИС типа HI3xx 272
13.31. Магнитоуправляемые ИС типа HI4xx 273
13.32. Программируемая МУМ типа MLX10108 275
13.33. Программируемая МУМ типа MLX90201 276
13.34. Магнитоуправляемые ИС типа MLX90217 277
13.35. Магнитоуправляемые ИС типа MLX90222 278
13.36. Магнитоуправляемые ИС типа MLX90223 279
13.37. Магнитоуправляемые ИС типа MLX90224 281
13.38. Магнитоуправляемые ИС типа OH360 282
13.39. Магнитоуправляемые ИС серий OHN30xx, OHN31xx 284
13.40. Магнитоуправляемые ИС серии SS3 285
13.41. Магнитоуправляемые ИС серии SS5 286
13.42. Магнитоуправляемые ИС серии SS8 288
13.43. Магнитоуправляемые ИС серии SS1x 289
13.44. Магнитоуправляемые ИС типа 2SS52M 290
13.45. Магнитоуправляемые ИС серии SS100 291
13.46. Магнитоуправляемые ИС серии SS400 293
13.47. Магнитоуправляемые ИС типа SS520, SS526DT 294
13.48. Магнитоуправляемые ИС типа TLE4905G, TLE4935G, TLE4935-2G, TLE4945-2G 296
13.49. Магнитоуправляемые ИС типа TLE4905L, TLE4935L, TLE4945L, TLE4935-2L, TLE4945-2L 297
13.50. Магнитоуправляемые ИС типа TLE4921-3U 299
13.51. Магнитоуправляемые ИС типа TLE4923 302
13.52. Магнитоуправляемые ИС типа TLE4941, TLE4942 303
13.53. Магнитоуправляемые ИС типа UGN3059, UGN3060 305

13.54. Магнитоуправляемые ИС типа UGN3132, UGN3133 307
13.55. Магнитоуправляемые ИС типа UGN3175, UGN3177 308
13.56. Магнитоуправляемые ИС типа UGN3235 309
13.57. Магнитоуправляемые ИС типа UGN3275 310
13.58. Магнитоуправляемые ИС типа UDN3625, UDN3626 311
13.59. Магнитоуправляемые ИС типа UGQ5140 312
13.60. Магнитоуправляемые ИС типа UGN5275 313
13.61. Магнитоуправляемые ИС типа US79 315
13.62. Магнитоуправляемые ИС типа US1881 316
13.63. Магнитоуправляемые ИС типа US2881 317
13.64. Магнитоуправляемые ИС типа US3881 318
13.65. Магнитоуправляемые ИС типа US5881 319
13.66. Магнитоуправляемые ИС типа UA01ХП29, UA01ХП49, UR1101ХП29, UR1101ХП49 320
13.67. Магнитоуправляемые ИС типа UA01ХП39, UR1101ХП39 321
13.68. Магнитоуправляемые ИС типа VF431PP 322
13.69. Магнитоуправляемые ИС типа К1116КП1, К1116КП2 323
13.70. Магнитоуправляемые ИС типа К1116КП3 324
13.71. Магнитоуправляемые ИС типа К1116КП4 325
13.72. Магнитоуправляемые ИС типа 1116КП6 326
13.72д. Магнитоуправляемые ИС типа 1293КП1Т, 1293КП1АТ, 1293КП2Т, 1293КП1БТ, 1293КП3Т, 1293КП1ВТ 327
13.73. Магнитоуправляемые ИС типа К1116КП7 329
13.74. Магнитоуправляемые ИС типа К1116КП8, 1116КП8ПКБ, К1116КП8ПКБ, 1116КПН4КБ 330
13.75. Магнитоуправляемые ИС типа К1116КП9 331
13.76. Магнитоуправляемые ИС типа К1116КП10 332
13.77. Магнитоуправляемые ИС типа К1116КП11 333
13.78. Магнитоуправляемые ИС типа К1116КП12-2 334
13.79. Магнитоуправляемые ИС типа К1116КП13 335
13.80. Магнитоуправляемые ИС типа К1116КП14 336
13.81. Магнитоуправляемые ИС типа КФ5116КП1, КФ5116КП3 337
13.82. Магнитоуправляемые ИС типа ИМС К1 338
13.83. Магнитоуправляемые ИС оригинальной конструкции серий UGN3035, 5SS и 6SS 339
13.84. Основные параметры магнитоуправляемых ИС, выпускаемых ведущими зарубежными производителями 340
13.85. Основные параметры магнитоуправляемых ИС, выпускавшихся предприятиями СССР 412
13.86. Варианты взаимной функциональной замены МУМ и МЧМС, рекомендуемые фирмами-изготовителями 415
13.87. Варианты замены импортных магнитоуправляемых ИС отечественными МУМ серии К1116КП 418
13.88. Внешний вид и габаритные размеры наиболее известных типов магнитоуправляемых ИС 421

Глава 13д. Новые магнитоуправляемые интегральные схемы 433
13.1д. Гибридные магнитоуправляемые интегральные схемы 433
13.2д. Монолитные магнитоуправляемые интегральные схемы 438
13.2.1д. Магнитоуправляемые интегральные схемы серий А11хх...А32ххх. 438

13.2.2д. Магнитоуправляемые интегральные схемы серий A32xx.., AK87xx, EUxx, EBxx, EMxx. 442
13.2.3д. Магнитоуправляемые интегральные схемы серий EMxx, HALxx, MLXxx, Sxx, SSxx, TLExx. 446
13.2.4д. Магнитоуправляемые интегральные схемы серий TLExx, USxx, VFxx. 449
13.2.5д. Магнитоуправляемые интегральные схемы серий AHxx и CYDxxx 451

Глава 14. Магнитные датчики положения и перемещений 459
14.1. Датчики линейных перемещений типа APS3A2AA 459
14.2. Датчики линейных перемещений типа 103SR3F-5 460
14.3. Датчики линейных перемещений серии HTS20x 461
14.4. Датчики линейных перемещений типа LP-3U-SW6 463
14.5. Датчики линейных перемещений типа LP-15ULH и LP-20H 464
14.6. Датчики линейных перемещений серии LP-15UL 466
14.7. Датчики линейных перемещений серии LPxxUF 467
14.8. Датчики линейных перемещений серии 355xxx 469
14.9. Цифровые датчики приближения серий 290xxx и 303xxx 470
14.10. Цифровые датчики приближения серии 103SR3 472
14.11. Цифровые датчики приближения серии SR 473
14.12. Цифровые датчики приближения серии 41xSR 473
14.13. Цифровые датчики приближения серии 50FY 475
14.14. Цифровые датчики приближения серии MP1005 476
14.15. Цифровые датчики приближения типа 285-144 478
14.16. Цифровые датчики приближения типа 193-5878 479
14.17. Цифровые датчики приближения серий 40FY и 50FY1 480
14.18. Цифровые датчики приближения типа MAD-12, MDD-12 482
14.19. Программируемые цифровые датчики приближения типа ATS535 484
14.20. Цифровые датчики приближения CMA1-M18M 485
14.21. Цифровые датчики приближения CMA2-M18Mxx 486
14.22. Цифровые датчики приближения CMA2-П18M-22 487
14.23. Цифровые датчики приближения CMA1-П35M 488
14.24. Цифровые датчики приближения серии МДП и ДПМ 489
14.25. Миниатюрные цифровые датчики приближения серии SR13 491
14.26. Цифровые датчики приближения серии 200FW 493
14.27. Цифровые датчики приближения серий БКВ и БВКП 494
14.28. Аналоговые датчики положения серии MPS-xxx для цилиндров 495

Глава 14д. Инкрементальные магнитные датчики положения и перемещений 496
14.1д. Прецизионные инкрементальные датчики перемещения Burster 8738-DKxx и 8738-DGxx 497
14.2д. Инкрементальная линейная измерительная система MagLine Micro 498
14.3д. Инкрементальная линейная измерительная система MagLine Macro 501
14.4д. Инкрементальная линейная измерительная система MagLine Roto 502
14.5д. Инкрементные угловые преобразователи перемещений серии ЛИР-МИxxx 505
14.6д. Абсолютные угловые преобразователи перемещений серии MABxxx 507
14.7д. Абсолютные угловые энкодеры RCM22 и RCM35 510
14.8д. Интегральные поворотные энкодеры 511
14.8.1д. Интегральные угловые преобразователи перемещений серии AM256, AM512 ... 512
14.8.2д. Интегральные программируемые угловые преобразователи перемещений серий AM, AS, MLX 514

14.9д. Интегральные инкрементальные датчики линейных перемещений AS53xx и NSE-5310 ... 520
14.10д. Ультрачувствительный цифровой датчик движения XEN-1250 ... 521

Глава 15. Щелевые магнитные датчики ... 523
15.1. Щелевые магнитные датчики, выпускаемые зарубежными фирмами ... 523
15.2. Щелевые магнитные датчики, выпускаемые предприятиями России ... 529

Глава 16. Магнитные датчики скорости вращения ... 533
16.1. Аналоговые датчики скорости вращения зубчатых колес серии FR05 ... 533
16.2. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии FR12 ... 537
16.3. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес типа SR7P, GTO1GA и 1GN101DC ... 538
16.4. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии 1,5x ... 540
16.5. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии KM110BH/1x ... 543
16.6. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии KM110BH/3x ... 545
16.7. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии KMI ... 547
16.8. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии HAD ... 550
16.9. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии MAD и MTD ... 553
16.10. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии MRS-300 и MRS-350 ... 556
16.11. Высокоточные цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии ATS610, ATS611 ... 558
16.12. Высокоточные цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии ATS612JSB ... 561
16.13. Высокоточные цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии ATS632LSA, ATS632LSC ... 563
16.14. Высокоточные цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии ATS640JSB ... 565
16.15. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес типа GTS, CCAS ... 567
16.16. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес типа CMB2-M16M-12 ... 568
16.17. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес ... 571
типа CMB2-M30M-14-3 ... 571
16.18. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес ... 572
типа CMB2-П20M-02-000 ... 572
16.19. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес типа CMB2-Ф18M-12-000 ... 573
16.20. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес типа CMB2-Ф18M-12-100 ... 574
16.21. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес типа CMB2-Ф18M-02-200 ... 575
16.22. Цифровые датчики скорости вращения многополюсных магнитов типа 906, 907, 931, 1101 ... 576
16.23. Датчики скорости вращения многополюсных постоянных магнитов серии 2000 и 3000 ... 578
16.24. Цифровые датчики скорости вращения вала типа CMB1-Ш24M-12 ... 581
16.25. Цифровые датчики скорости вращения вала типа 352.3843 ... 582
16.26. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии SM ... 583
16.27. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии SD ... 586
16.28. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии SD1002, SD1004 ... 588

16.29. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии GS1005-GS1009 589
16.30. Цифровые датчики скорости вращения зубчатых колес серии GS1012 591
16.31. Датчики скорости вращения зубчатых колес серии GEL 243 593
16.32. Датчики скорости вращения зубчатых колес серии GEL 244 595
16.33. Датчики скорости вращения зубчатых колес серии GEL 245 597
16.34. Датчики скорости вращения зубчатых колес серии GEL 247 598
16.35. Датчики скорости вращения зубчатых колес серии GEL 248 600
16.36. Датчики скорости вращения зубчатых колес серии GTN1A 601
16.37. Датчики скорости вращения зубчатых колес серии ДЧХ 602
16.38. Миниатюрные датчики скорости вращения многополюсных магнитов типа 1X, 2X 603

Глава 17. Магнитные датчики для считывания информации и датчики Виганда 604
17.1. Считывающие головики с магнитных носителей серий BS05 и CSMB 604
17.2. Датчики Виганда 610

Глава 18. Магнитные датчики тока 613
18.1. Аналоговые датчики тока серии ACxxx 613
18.2. Аналоговые датчики тока серии CTL 615
18.3. Аналоговые датчики тока серии CTG 617
18.4. Аналоговые датчики тока серии CSLA1, CSLA2 619
18.5. Аналоговые датчики тока серии NT 622
18.6. Аналоговые датчики тока серии HY 623
18.7. Аналоговые датчики тока серий HA и HAX 625
18.8. Программируемые аналоговые датчики тока серий HTA и HAL 627
18.9. Программируемые аналоговые датчики тока серии CS 628
18.10. Аналоговые датчики тока с замкнутой петлей обратной связи серии CSN 631
18.11. Аналоговые датчики тока с замкнутой петлей обратной связи серии CLN 632
18.12. Аналоговые датчики тока с замкнутой петлей обратной связи серии CTFB 634
18.13.Аналоговые датчики тока с замкнутой петлей обратной связи серий LA и LF 636
18.14. Аналоговые датчики тока с замкнутой петлей обратной связи серий CSLE и CSLF 637
18.15. Индустриальные аналоговые датчики тока серий CLO, CSN и LC 640
18.16. Аналоговые датчики тока с токовой катушкой серии CSN 642
18.17. Аналоговые датчики тока с токовой катушкой серии HA 646
18.18. Аналоговые датчики тока с токовой катушкой и замкнутой петлей обратной связи серии LTS 647
18.19. Аналоговые датчики тока с разъемным магнитопроводом серий HT и 286 649
18.20. Аналоговые датчики тока типа ДТ 424Н06-400/0,1 650
18.21. Аналоговые датчики тока, выпускаемые СП «ТВЕЛЕМ» 651
18.22. Аналоговые датчики тока серий ДИТ и ДТХ, разработанные НИИ электромеханики 653
18.23. Цифровые датчики тока с токовой катушкой серии 213ES 654
18.24. Цифровые датчики тока с токовой катушкой серии CSDD 655
18.25. Цифровые датчики тока серий CSDA и CSDC 656
18.26. Сдвоенные аналоговые датчики тока серии HDC-500SH 658
18.27. Миниатюрные аналоговые датчики тока серии HDC-040G 659
18.28. Миниатюрные аналоговые датчики тока CQ-121E, CQ-131E 660
18.29. Микроминиатюрные аналоговые датчики тока MS, NP-25 и NAP-25 662

18.30. Аналоговые датчики тока серии ДТПХ 664
18.31 Аналоговые датчики тока серии ДТБ1-хх 665
18.32. Микроминиатюрные цифровые датчики тока серии ДТП 666
18.33. Двухпроводные датчики переменного тока серий PC, CS 667
18.34. Автомобильные датчики тока серии АР-ххх 669
18.35. Клещи токоизмерительные или цанговые датчики тока 670
18.35.1. Клещи токоизмерительные отечественного производства 670
18.35.2. Клещи токоизмерительные зарубежного производства 672
18.36. Клещи токоизмерительные цифровые 674

Глава 18д. Интегральные датчики тока 677
18.1д. Программируемые аналоговые датчики тока CSA-1V, MLX91205 и FHS 40-P/SP600 677
18.2д. Аналоговые датчики тока серии ACS71x 680
18.3д. Аналоговые датчики тока серии ACS75x 683

Глава 19. Магнитные датчики напряжения и мощности 688
19.1. Аналоговые датчики напряжения серии VT7 и VT8 688
19.2. Аналоговые датчики напряжения типа ДН 424Н06-0,05/0,1 691
19.3. Аналоговые датчики напряжения серии ДНХххх 692
19.4. Аналоговые датчики напряжения типа LV 25-P и LV25-P/SP5 694
19.5. Аналоговые датчики напряжения серии CV 3 695
19.6. Аналоговые датчики напряжения типа LV 25-200, LV 25-400, LV 25-600, LV 25-800 696
19.7. Аналоговые датчики напряжения серии LV 100 698
19.8. Аналоговые датчики напряжения серии LV 100/SPxx 699
19.9. Аналоговые датчики напряжения серии LV 200 703
19.10. Датчики мощности серии PC8 705
19.11. Датчики измерения мощности ДИМ-200А, ДИМ-200В 707
19.12. Цифровые клещи – измерители мощности 709

Глава 20. Бесконтактные переключатели 712
20.1. Бесконтактные переключатели серий XL и VX 712

Глава 21. Бесконтактные клавишные модули и джойстики 715
21.1. Бесконтактные клавишные модули серии SD16 715
21.2. Бесконтактные клавишные переключатели серии ПКБ4, ПКБ5 716
21.3д. Бесконтактные клавишные переключатели ПКБ1-2, ПКБ2-8, ПКБ3-1, ПКБ3-2, ПКБ3-3 717
21.4д. Бесконтактные клавишные переключатели ПКн19хх и , ПКн20хх 718
21.5д. Бесконтактные клавишные переключатели ПКБ501, ПКБ502, ПКБ503, ПКБ504 719
21.6. Магнитные джойстики серии HFX 721
21.7д. 3D-энкодер положения джойстика MLX90333 724

Глава 22. Бесконтактные потенциометры и датчики угла поворота 727
22.1. Бесконтактные потенциометры серии LP05 727
22.2. Бесконтактные потенциометры серии LP06 728
22.3. Бесконтактные потенциометры серии CP-2UTX 729
22.4. Бесконтактные потенциометры серии UV-1 731

22.5. Бесконтактные потенциометры серии UV-J 733
22.6. Бесконтактные потенциометры IM372, FP312L100, LP-36, LP-90 734
22.7. Бесконтактные потенциометры серий CP-2UK и QP-3H 735
22.8. Бесконтактные потенциометры серий LP 310L, LP 311L и LP08L4P1A 738
22.9. Бесконтактный датчик угла поворота типа 601-1045 740
22.9д. Бесконтактный датчик угла поворота HRS100 741
22.10. Датчики угла поворота серии КМ110ВН 742
22.11. Датчики угла поворота серии RPN 746
22.12. Датчики угла поворота типа ДУП 747

Глава 23. Магнитные датчики угла наклона 748
23.1. Датчики угла наклона серий PMP-SxxLX, PMP-SxxTX, PMP-SxxL-SW-2, PMP-SxxT-SW-2 748
23.2. Датчики угла наклона серий PMP-SxxLX-1-TCx и PMP-SxxTX-1-TCx 750
23.3. Миниатюрные датчики угла наклона серий UA и UV 753
23.4. Датчики угла наклона серий PMP-xxTA-V1 и PMP-10TZL-A 759
23.5. Датчики угла наклона серий PMP-SxxLZSBxx и PMP-SxxLZxx 761
23.6д. Миниатюрные датчики угла наклона серии D6xx 764

Глава 24. Датчики для определения параметров магнитного поля 766
24.1. Магниторезисторные датчики серии MMS101 «Micromag» 766
24.2. Магниторезисторные датчики типа KMZ50 и KMZ51 767
24.3. Магниторезисторные датчики серии HMC1000 770
24.4. Магниторезисторные датчики типа HMC 2002/3 774
24.5. Магниторезисторные модули серии HMR 777
24.6. Магниторезисторные модули типа HMR3000 780
24.7. Магнитные датчики типа 1490, 1525, 1655 и серии 6xxx 781
24.8. Модули компаса серий TCM, Vector и Wayfinder 782
24.9. Магнитные датчики серии TMS 786
24.10. Феррозондовые датчики серии APS-53x 788
24.11. Феррозондовые датчики серии APS-54x и APS-75x 790
24.12. Феррозондовые датчики типа HB0391-3, HB0391-35 792
24.13. Феррозондовые датчики типа ВИ 005 794
24.14. Магнитные датчики серий 3C, 3RT, YC, YR и XZR 795
24.15. Магнитоиндуктивные датчики серии SEN 798
24.16д. Датчики магнитного поля Земли серий EMF-XX, XEN-12XX 799

Глава 25. Портативные измерители и выносные датчики магнитного поля 803
25.1. Портативные измерители магнитного поля 803
25.1.1. Магнитометры фирмы F. W. Bell 803
25.1.2. Магнитометры фирмы Walker Scientific Inc. 805
25.1.3. Магнитометры, разработанные отечественными производителями 808
25.2. Индикаторы магнитных бурь серии ИБМ МФ-xx 810
25.3. Выносные датчики магнитного поля 811
25.3.1. Аксиальные выносные датчики магнитного поля 811
25.3.2. Поперечные выносные датчики магнитного поля 814
25.3.3. Гибкие выносные датчики магнитного поля 816
25.3.4. Охлаждаемые выносные датчики магнитного поля 818
25.3.5. Ультрачувствительные выносные датчики магнитного поля 819
25.3.6. Двух- и трехосные выносные датчики магнитного поля 820

Глава 26. Основные параметры постоянных магнитов, используемых в изделиях микромагнитоэлектроники 822
26.1. Основные параметры постоянных магнитов, используемых в изделиях фирмы Honeywell 822
26.2. Основные параметры постоянных магнитов, используемых в изделиях фирмы Melexis 823
26.3. Параметры постоянных магнитов, выпускаемых фирмой Philips 823
26.4. Параметры постоянных магнитов, выпускаемых фирмой TDK 825
26.5. Параметры постоянных магнитов, выпускаемых заводом «Электроконтакт» 826
26.6. Параметры постоянных магнитов, выпускаемых предприятием «ЭРГА» 826
26.7. Параметры литых постоянных магнитов, выпускаемых предприятиями РФ 827
26.8д. Постоянные магниты для энкодеров, выпускаемые фирмой Dexter Magnetic Technologies 828
26.8.1д. Аксиальные постоянные магниты 828
26.8.2д. Линейные (мультипольные) постоянные магниты 829

Глава 27. Сведения о бытовых и промышленных источниках магнитного поля, воздействующих на человека 830
27.1. Линии электропередачи 830
27.1.1. Санитарные нормы 830
27.2. Электротранспорт 831
27.3. Электропроводка 832
27.4. Бытовые электроприборы 834
27.4.1.Санитарно-гигиеническое нормирование ЭМП бытовых приборов 835
27.4.2. Микроволновые печи 835
27.4.3. Обеспечение безопасности 836
27.5. Радиолокаторы 836
27.6. Средства связи 837
27.6.1. Системы сотовой радиотелефонной связи 837
27.6.2. Базовые станции 838
27.6.3. Мобильные радиотелефоны 840
27.6.4. Теле- и радиостанции 841
27.7. Персональный компьютер 841
27.7.1. Компьютер как источник электростатического поля 844
27.1.2.Санитарные нормы и стандарты безопасности 844
27.8. Возмущения магнитного поля Земли, влияющие на здоровье человека 845

Глава 28. Основные величины, единицы и уравнения магнетизма 846
28.1. Коэффициенты перевода, используемые в зарубежной научно-технической литературе 849
28.2. Таблицы для быстрого перевода 849

Глава 29. Средние цены на некоторые типы изделий микромагнитоэлектроники 851

Глава 30. Наиболее известные зарубежные фирмы-производители изделий микромагнитоэлектроники 858

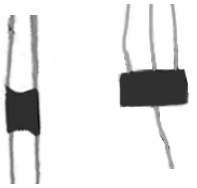
Глава 31. Перечень изделий, сведения о которых приведены в настоящем издании 866
31.1. Элементы Холла 866
31.2. Магниторезисторы 868

31.3. Магнитодиоды и магнитотранзисторы 869
31.4. Магниточувствительные интегральные схемы 869
31.4.1.Гибридные магниточувствительные интегральные схемы на основе ЭХ 870
31.5. Магнитоуправляемые интегральные схемы зарубежного производства. 871
31.5.1.Гибридные магнитоуправляемые интегральные схемы на основе MR 878
31.5.2.Гибридные магнитоуправляемые интегральные схемы на основе ЭХ 878
31.5.3. Магнитоуправляемые схемы отечественного производства 878
31.6. Датчики положения и перемещений 879
31.6.1. Датчики длины 879
31.7. Бесконтактные потенциометры и датчики угла поворота 880
31.8. Инкрементальные датчики 880
31.9. Постоянные магниты-активаторы 880
31.10. Магнитные датчики скорости вращения 881
31.11. Датчики Виганда 881
31.12. Датчики угла наклона 882
31.13. Щелевые магнитные датчики 882
31.14. Бесконтактные переключатели 882
31.15. Бесконтактные кнопки и джойстики 883
31.16. Считывающие головки 883
31.17. Магнитные датчики для определения параметров магнитного поля 883
31.18. Портативные измерители параметров магнитного поля 883
31.19. Магнитные датчики для измерения тока 884
31.19.1.Токовые клещи 886
31.20. Магнитные датчики для измерения напряжения и мощности 887
31.20.1. Токовые клещи-измерители мощности 887

Глава 9. Элементы Холла

В настоящей главе приведены основные параметры наиболее известных типов элементов Холла, разработанных отечественными организациями и зарубежными фирмами.

9.1. Элементы Холла отечественного производства

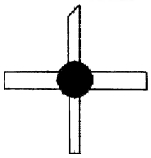




Тип прибора	Серии: ПХЭ, ПХЭМ, ПХИ, ДХГ, ДХК, ХАГ, ХАГЭ, ХИМ, ХИС и др.	
Наиболее известные изготовители	НПО «Вега», НПО «Домен», ОВНИИЭМ, ИФТТ и ПП АН БССР, ОКБ ФТИ АН УзССР, завод чистых металлов в г. Светловодске, СКТБ ФТИ АН СССР и др. (все СССР)	
Фирменное наименование прибора	Элемент Холла, датчик Холла	
Основные особенности	Диапазон входных сопротивлений от 5 до 4000 Ом Диапазон выходных сопротивлений от 5 до 4000 Ом Диапазон тока управления от 1 до 300 мА Диапазон магнитной чувствительности от 0,0005 до 1,6 В/Тл Диапазон рабочих частот от 0 до 100 МГц Диапазон рабочих температур от -271 до +300°С Исполнение корпусное или бескорпусное	
Назначение и области применения	Магнитные датчики различного назначения Магнитометры, гауссметры, тесламетры	
Основные параметры	Внешний вид и габаритные размеры	Схема включения
Таблица 9.1	Глава 9.3. Рисунки: Х-01...Х-114	Рис. 9.1









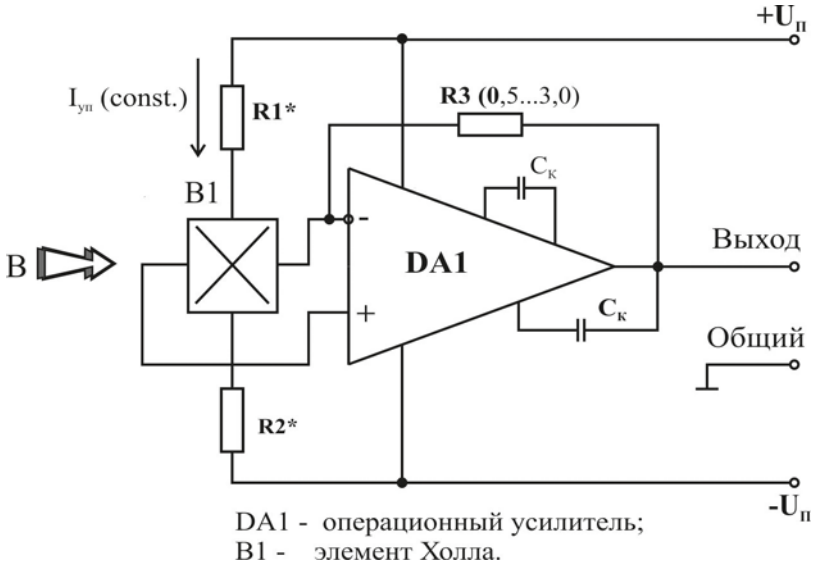


Рис. 9.1. Типовая схема включения элемента Холла

9.1.1. Основные параметры элементов Холла отечественного производства

Таблица 9.1. Основные параметры элементов Холла отечественного производства

№ п/п	Тип прибора	Материал МЧЭ	Размер чувствительной зоны, мм	Входное/выходное сопротивление, Ом	Ток управления, мА	Магнитная чувствительность, В/Тл	Удельная магнитная чувствительность, В/Тл*А	Остаточное напряжение (при В=0), В/А	Температурный коэффициент ЭДС Холла, %/°С	Температурный коэффициент сопротивления, %/°С	Коэффициент нелинейности, %	Диапазон рабочих температур, °С	Максимальные габаритные размеры (без выводов), мм	№№ рис. внешнего вида
1	АЛ191А, АЛ191А-1	GaAs	0,1 х 0,1	1200 / 3000	1,0	0,06… 0,2	60… 200	±0,00015	-0,06	0,4	2	-60… +85	5 х 5 х 1,3 / 3 х 3 х 1,3	Х-113 / Х-114
2	АЛ191Б, АЛ191Б-1	GaAs	0,1 х 0,1	2500 / 4500	1,0	0,18... 0,4	180… 400	±0,00025	-0,08	0,4	2	-60… +85	5 х 5 х 1,3 / 3 х 3 х 1,3	Х-113 / Х-114
3	АЛ191В, АЛ191В-1	GaAs	0,1 х 0,1	3000 / 5000	1,0	0,35… 0,6	350… 600	±0,00035	-0,1	0,4	2	-60… +85	5 х 5 х 1,3 / 3 х 3 х 1,3	Х-113 / Х-114
4	АЛ191Г, АЛ191Г-1	GaAs	0,1 х 0,1	3500 / 8500	1,0	0,5… 0,8	500… 800	±0,00045	-0,25	0,4	2	-60… +85	5 х 5 х 1,3 / 3 х 3 х 1,3	Х-113 / Х-114
5	АЛ191Д, АЛ191Д-1	GaAs	0,1 х 0,1	4000 / 12000	1,0	0,7… 1,1	700… 1100	±0,00055	-0,25	0,4	2	-60… +85	5 х 5 х 1,3 / 3 х 3 х 1,3	Х-108 / Х-114
6	ДПМ-1	Si	-	600-1800 / >4000	1…3 ,3	0,5	150… 500	±(2…7)	0,04	-	1	- 40… +85	5 х 3х 1,5	Х-46
7	ДХГ – 0,5м	Ge	2,6 х 6	40/150	12	0,11	9	-	0,03	-	-	- 60… +70	н/д	-
8	ДХГ – 0.,5с	Ge	12 х 6	40/110	45	0,4	9	-	0,03	-	-	- 60… +70	н/д	-
9	ДХГ – 0,5ф	Ge	1,8х 0,6	40/150	8	0,07	9	-	0,03	-	-	- 60… +70	н/д	-
10	ДХГ-0,5	Ge	6 х 3	40/90	24	0,21	9	-	0,03	-	-	- 60… +70	н/д	-
11	ДХГ-1	Ge	6 х 3	120/200	20	0,36	18	±0,2	0,2	-	-	- 60… +70	10 х 7х 0,4	-
12	ДХГ-2	Ge	6 х 3	220 .. 350	13	0,38.. 0,57	35	±0,025	0,08… 0,3	-	3	- 60… +70	10 х 7х 0,4	-
13	ДХГ-2м	Ge	2,6 х 6	180/360	7	0,25	35	-	0,3	-	-	- 60… +70	н/д	-
14	ДХГ-2С	Ge	12 х 6	220/360	22	0,77	35	-	0,3	-	-	- 60… +70	н/д	-
15	ДХГ-2ф	Ge	1,8 х 0,6	180/360	5	0,17	35	-	0,3	-	-	- 60… +70	н/д	-
16	ДХК - 0,5А	Si	-	1800… 3000	3	0,28	90	±2,3	-	-	-	- 60… +125	4 х 4 х 2	Х-43 Х-47
17	ДХК - 7АК	Si	6 х 3	650… 950	7…9	0,44... 0,6	62…86	±(1,6… 3,1)	0,08	-	3	- 60... +125	17 х 4,9 х 0,8	-
18	ДХК-7Г	Si	6 х 3	500/1000	9	0,4	45	-	0,08	-	-	- 60… +120	н/д	-
19	ДХК-7 м	Si	2,6х 1,6	500/1200	5	0,22	45	-	0,08	-	-	- 60… +120	н/д	-
20	ДХК-7С	Si	6 х 3	500/1000	9	0,4	45	-	0,08	-	-	- 60… +120	н/д	-
21	ДХК-12ПК	Si эпит. плен-ка	3,5 х 2,25	600-900 / до 1000	8...1 3	0,4… 78	50...60	±(1,1… 1,8)	2	-	-	- 60… +125	н/д	Х-44
22	ДХК-14	Si	6 х 3	1100 / 2000	7	0,6… 1,1	90	-	0,15	-	-	- 60… +120	17 х 4,6 х 0,75	-

Продолжение таблицы 9.1

№ п/п	Тип прибора	Материал МЧЭ	Размер чувствительной зоны, мм	Входное/выходное сопротивление, Ом	Ток управления, мА	Магнитная чувствительность, В/Тл	Удельная магнитная чувствительность, В/Тл*А	Остаточное напряжение (при B=0), В/А	Температурный коэффициент ЭДС Холла, %/°С	Температурный коэффициент сопротивления, %/°С	Коэффициент нелинейности, %	Диапазон рабочих температур,° С	Максимальные габаритные размеры (без выводов), мм	№№ рис. внешнего вида
23	ДХК - 14С	Si	12 х 6	1100/2000	15	1,35	90	-	0,15	-	3	- 60… +120	н/д	-
24	ДХИ	InSb-GaAs гет. эпит.	0,1х 0,15	-	5..10	0,3… 0,5	-	-	-	-	-	- 60… +120	10 х 2,6 х1,6	-
25	ИП	GaAs	0,5 х 0,5	10…100	180	0,1… 0,23	0,55… 1,3	±(0,0025-0,45)	-	-	2	-100… +100	н/д	-
26	ИП1	GaAs гет. эпит	0,5 х 0,5	100… 1000	5…7	0,1… 0,15	20…21	-	-	-	2	-50… +50	н/д	-
27	ПХИ- 311		-	2000	5	5Е-04	0,1	-	± 0,1	0,5	-	- 50 … +150	3 х 3 х 1	-
28	ПХИ- 312		-	3000… 4000	5	0,002	0,4	-	± 0,1	0,5	-	- 50 … +100	3 х 3 х 1	-
29	ПХИ-313	GaAs		800-1200/до 2400	4… 6	0,6… 0,8	130… 150	±2,0	0,01… 0,03	0,05 …	-	-30… +150	1,9 х 3 х 1,2	Х-54
30	ПХИ-314	GaAs		800-1200/до 2400	4… 6	0,8… 1,6	200… 270	±2,0	0,01… 0,03	0,05 … 0,008	-	-30… +150	∅2,5 х 1,5	Х-43
31	ПХИ-611	GaAs		800-1200/до 2400	4… 6	0,8… 1,6	200… 270	±2,0	0,01… 0,03	0,05 … 0,008	-	-30… +150	∅2,5 х 1,5	Х-08
32	ПХЭ 602 117А	InSb-GaAs гет. эпит.	2 х 0,5	15/15	100	0,5	5	±0,001	0,5	0,5	5	- 60 … +100	3 х 3 х 0,6	-
33	ПХЭ 602 117Б		2 х 0,5	15/15	100	0,3	3	±0,0005	0,3	0,5	3	- 60 … +100	3 х 3 х 0,6	-
34	ПХЭ 602 117В		2 х 0,5	15/15	100	0,2	2	±0,0002	0,1	0,5	2	- 60 … +100	3 х 3 х 0,6	-
35	ПХЭ 602 817А		2 х 0,5	10/10	100	0,1	1	±0,0003	0,03	0,5	1	-270 … +100	3 х 3 х 0,6	-
36	ПХЭ 602 817Б	InSb-GaAs гет. эпит.	2 х 0,5	10/10	100	0,08	0,8	±0,0002	0,02	0,5	1,5	-270 … +100	3 х 3 х 0,6	-
37	ПХЭ 602 817В		2 х 0,5	10/10	100	0,06	0,6	±0,0001	0,01	0,5	1	-270 … +100	3 х 3 х 0,6	-
38	ПХЭ 602 118А		2 х 0,5	5/5	100	0,075	0,75	±0,0003	0,02	0,5	1	-270 … +100	3 х 3 х 0,6	-
39	ПХЭ 602 118Б		2 х 0,5	5/5	100	0,05	0,5	±0,0002	0,01	0,5	0,5	-270 … +100	3 х 3 х 0,6	-
40	ПХЭ 602 118В	InSb-GaAs гет. эпит.	2 х 0,5	5/5	100	0,03	0,3	±0,0001	0,005	0,5	0,3	-270 … +100	3 х 3 х 0,6	-
41	ПХЭ 603 118		0,2 х 0,05	10/10	100	0,03…	0,3… 0,75	±(0,0001-0,0003)	± (0,05	0,5	0,3 …1	-270 … +100	5 х 3 х 0,8	Х-48
42	ПХЭ 605 117		1 х 0,25	10/10	100	0,03… 0,075	0,3… 0,75	±(0,0001-0,0003)	± (0,05-0,02	0,5	0,3 …1	-270 … +100	5 х 3 х 0,8	Х-48

Продолжение таблицы 9.1

№ п/п	Тип прибора	Материал МЧЭ	Размер чувствительной зоны, мм	Входное/выходное сопротивление, Ом	Ток управления, мА	Магнитная чувствительность, В/Тл	Удельная магнитная чувствительность, В/Тл*А	Остаточное напряжение (при В=0), В/А	Температурный коэффициент ЭДС Холла, %/ °С	Температурный коэффициент сопротивления, %/ °С	Коэффициент нелинейности, %	Диапазон рабочих температур, ° С	Максимальные габаритные размеры (без выводов), мм	№№ рис. внешнего вида
43	ПХЭ 605 817А	InSb-GaAs гет. эпит.	1 х 0,25	10/10	100	0,1	1	±0,0003	0,03	0,5	2	-270 … +100	2 х 2 х 0,6 б/к	Х-55
44	ПХЭ 605 817Б		1 х 0,25	10/10	100	0,08	0,8	±0,0002	0,02	0,5	1	-270 … +100	2 х 2 х 0,6 б/к	Х-55
45	ПХЭ 605 817В		1 х 0,25	10/10	100	0,06	0,6	±0,0001	0,01	0,5	0,5	-270 … +100	2 х 2 х 0,6 б/к	Х-55
46	ПХЭ 605 117А		1 х 0,25	15/15	100	0,5	5	±0,002	0,5	0,5	5	-270 … +100	2 х 1,5 х 0,6 б/к	Х-55
47	ПХЭ 605 117Б		1 х 0,25	15/15	100	0,3	3	±0,001	0,3	0,5	3	-270 … +100	2 х 1,5 х 0,6 б/к	Х-55
48	ПХЭ 605 117В	InSb-GaAs гет. эпит.	1 х 0,25	15/15	100	0,2	2	±0,0005	0,1	0,5	2	-270 … +100	2 х 1,5х 0,6 б/к	Х-55
49	ПХЭ 605 118А		1 х 0,25	5/5	100	0,075	0,75	±0,0003	0,02	0,5	2	-270 … +100	2 х 3 х 0,6 б/к	Х-55
50	ПХЭ 605 118Б		1 х 0,25	5/5	100	0,05	0,5	±0,0002	0,01	0,5	1	-270 … +100	2 х 3 х 0,6 б/к	Х-55
51	ПХЭ 605 118В		1 х 0,25	5/5	100	0,03	0,3	±0,0001	0,005	0,5	0,5	-270 … +100	2 х 3 х 0,6 б/к	Х-55
52	ПХЭ 606 118А		0,15х 0,15	10/10	100	0,075	0,75	±0,0005	0,02	0,5	2	-270 … +100	2 х 1,5х 0,6 б/к	Х-55
53	ПХЭ 606 118Б	InSb-GaAs гет. эпит.	0,15х 0,15	10/10	100	0,05	0,5	±0,0003	0,01	0,5	1	-270 … +100	2 х 1,5х 0,6 б/к	Х-55
54	ПХЭ 606 118В		0,15х 0,15	10/10	100	0,03	0,3	±0,0002	0,005	0,5	0,5	-270 … +100	2 х 1,5х 0,6 б/к	Х-55
55	ПХЭ 606 817А		0,15х 0,15	10/10	100	0,1	1	±0,0005	0,03	0,5	2	-270 … +100	2 х 1,5х 0,6 б/к	Х-55
56	ПХЭ 607 118А		0,15х 0,15	10/10	100	0,075	0,75	±0,001	0,02	0,5	2	-270 … +100	1 х 1 х 0,6 б/к	Х-55
57	ПХЭ 607 118Б		0,15х 0,15	10/10	100	0,05	0,5	±0,00075	0,01	0,5	1	-270 … +100	1 х 1 х 0,6 б/к	Х-55
58	ПХЭ 607 118Б	InSb-GaAs гет. эпит.	0,15х 0,15	10/10	100	0,03	0,3	±0,0005	0,005	0,5	0,5	-270 … +100	1 х 1 х 0,6 б/к	Х-55
59	ПХЭ 607 817А		0,15х 0,15	10/10	100	0,1	1	±0,001	0,03	0,5	2	-270 … +100	1 х 1 х 0,6 б/к	Х-55
60	ПХЭ 607817Б		0,15х 0,15	10/10	100	0,08	0,8	±0,00075	0,02	0,5	1	-270 … +100	1 х 1 х 0,6 б/к	Х-55
61	ПХЭ 607 817В		0,15х 0,15	10/10	100	0,06	0,6	±0,0005	0,01	0,5	0,5	-270 … +100	1 х 1 х 0,6 б/к	Х-55
62	ПХЭМ 602 117А		2 х 0,5	15	100	0,5	5	±0,001	0,5	0,5	5	-60 … +100	5 х 3 х 0,6	-
63	ПХЭМ 602 117В	InSb-GaAs гет. эпит.	2 х 0,5	15	100	0,2	2	±0,0002	0,1	0,5	2	-60 … +100	5 х 3 х 0,6	Х-48
64	ПХЭМ 602 117Б		2 х 0,5	15	100	0,3	3	±0,0005	0,3	0,5	3	-60 … +100	5 х 3 х 0,6	Х-48
65	ПХЭМ 602 118А		2 х 0,5	5/5	100	0,03	0,3	±0,0003	0,03	0,5	1	-270 … +100	5 х 3 х 0,6	Х-48
66	ПХЭМ 602 118Б		2 х 0,5	5/5	100	0,02	0,2	±0,0002	0,02	0,5	0,5	-270 … +100	5 х 3 х 0,6	Х-48

Продолжение таблицы 9.1

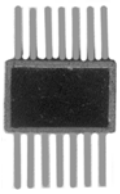
№ п/п	Тип прибора	Материал МЧЭ	Размер чувствительной зоны, мм	Входное/выходное сопротивление, Ом	Ток управления, мА	Магнитная чувствительность, В/Тл	Удельная магнитная чувствительность, В/Тл*А	Остаточное напряжение (при В=0), В/А	Температурный коэффициент ЭДС Холла, %/ °С	Температурный коэффициент сопротивления, %/ °С	Коэффициент нелинейности, %	Диапазон рабочих температур,° С	Максимальные габаритные размеры (без выводов), мм	№№ рис. внешнего вида
67	ПХЭМ 602 118В	InSb-GaAs гет. эпит.	2 х 0,5	5/5	100	0,01	0,1	±0,0001	0,005	0,5	0,3	-270 … +100	5 х 3 х 0,6	Х-48
68	ПХЭМ 602 817А		2 х 0,5	10/10	100	0,1	1	±0,0003	0,03	0,5	1	-270 … +100	5 х 3 х 0,6	Х-48
69	ПХЭМ 602 817Б		2 х 0,5	10/10	100	0,08	0,8	±0,0002	0,02	0,5	1,5	-270 … +100	5 х 3 х 0,6	Х-48
70	ПХЭМ 602 817В		2 х 0,5	10/10	100	0,06	0,6	±0,0001	0,01	0,5	1	-270 … +100	5 х 3 х 0,6	Х-48
71	Х101	Ge	1,5х 0,8х 0,2	40…180	15	-	8…12	±0,15	0,4	-	~1	-80… +80	б/к	-
72	Х102	Ge	4 х 2х 0,2	40…180	20	-	8…12	±0,15	0,4	-	~1	1	б/к	-
73	Х103	Ge	5 х 3х 0,2	40…180	30	-	8…12	±0,15	0,4	-	~1	-80… +80	б/к	-
74	Х114	Ge	8х4х 0,25	18…30	50	-	4…8	±0,15	0,3	-	~1	-80… +80	б/к	-
75	Х200	InAs	0,8 х 0,5 х 0,15	0,5…5	120	-	0,6…1,3	±0,025	0,15	-	~0,5	-196.. +100	б/к	-
76	Х211	InAs	1,5 х 0,8 х 0,2	0,5…5	150	-	0,6…1,3	±0,025	0,15	-	~0,5	-196.. +100	б/к	-
77	Х212	InAs	4 х 2	0,5…5	180	0,1… 0,23	1,2…1,3	±0,45	0,15	-	–	-30… +150	н/д	-
78	Х213	InAs	5 х 3 х 0,2	0,5…5	200	-	0,6…1,3	±0,025	0,15	-	~0,5	-196.. +100	б/к	-
79	Х214	InAs	8 х 4 х 0,25	0,5…5	250	-	0,6…1,3	±0,025	0,15	-	~0,5	-196.. +100	б/к	-
80	Х221	InAs	1,5 х 0,8 х 0,2	0,5…5	180	-	0,6…1,3	±0,025	0,15	-	~0,5	-196.. +100	б/к	-
81	Х222	InAs	4 х 2 х 0,2	0,5…5	200	-	0,6…1,3	±0,025	0,15	-	~0,5	-196.. +100	б/к	-
82	Х223	InAs	5 х 3 х 0,2	0,5…5	200	-	0,6…1,3	±0,025	0,15	-	~0,5	-196.. +100	б/к	-
83	Х224	InAs	8 х 4 х 0,25	0,5…5	350	-	0,6…1,3	±0,025	0,15	-	~0,5	-196.. +100	б/к	-
84	Х501	InAsP	0,8 х 0,5 х 0,15	0,7…7	100		0,6…1	±0,025	0,03	-	~0,5	-196.. +180	б/к	

Продолжение таблицы 9.1

№ п/п	Тип прибора	Материал МЧЭ	Размер чувствительной зоны, мм	Входное/выходное сопротивление, Ом	Ток управления, мА	Магнитная чувствительность, В/Тл	Удельная магнитная чувствительность, В/Тл*А	Остаточное напряжение (при B=0), В/А	Температурный коэффициент ЭДС Холла, %/°С	Температурный коэффициент сопротивления, %/°С	Коэффициент нелинейности, %	Диапазон рабочих температур, °С	Максимальные габаритные размеры (без выводов), мм	№№ рис. внешнего вида
85	Х511	In-AsP	-	5/5	110	0,088	0,88	±0,0025	0,03	–	–	-196… +180	1,5 x 0,8 x 0,2	-
86	ХАГ-П	InSb-GaAs гет. эпит.	4 x 2 и 3 x 1,5	200… 3000	3… 15	0,7… 0,5	230… 330	±(1,7…2)	±(0,3 … 0,1)	0,6	0,5	-60… +125	4 x 2 x 0,5	-
87	ХАГЭ-1	GaAs гет. эпит	5 x 10	16… 100	6	1,0… 1,5	160… 250	±(0,16… 0,25)	0,04… 0,05	–	0,1	-60… +150	н/д	-
88	ХАГЭ-2		1 x 3	180… 220	15	0,8… 1,3	53…87	±(0,07… 0,13)	0,03	–	0,1	-60… +200	н/д	-
89	ХАГЭ-3		0,9 x 0,15	200… 300	20	0,3… 0,8	15…40	±(0,1… 0,15)	0,001	–	0,5	-200… +300	н/д	-
90	ХИМ	InAs-GaAs гет.эпит.	4 x 2	6-50 / 2-50	20… 150	0,4… 0,6	2…30	±0,3	0,02… 0,03	0,05 …0,3	1	-10… +100	4 x 2 x 0,35	-
91	ХИМ-С1		1 x 1,5	6-50 / 2-50	20… 150	0,4… 0,6	2…30	±0,3	0,02… 0,03	0,05 …0,3	1	-10… +100	18 x 8,6 x 1,2	-
92	ХИМ-С2		1 x 1,5 (2 эл-та)	6-50 / 2-50	20… 150	0,4… 0,6	2…30	±0,3	0,02… 0,03	0,05 …0,3	1	-10… +100	18 x 8,6 x 1,2	-
93	ХИС		-	2…10	100	0,09… 0,4	0,9…4	±0,0005	0,005	0,02	0,5	-271… +50	4 x 3 x 0,45	-

Примечание. Сведения, приведенные в таблице, получены путем обобщения и экстраполяции данных из доступных источников.Поэтому они могут служить только для ориентировочной оценки соответствующих параметров приборов до появления более достоверных сведений изготовителя изделий.

9.1.2. Полевые элементы Холла







Тип прибора	FEHS Lxxx	
Разработчик и изготовитель опытных образцов	АОЗТ "ЛБС" (ИПТМ РАН, г. Москва)	
Фирменное наименование прибора	Полевой элемент Холла	
Основные особенности	Диапазон входных сопротивлений от 16 до 120 кОм Диапазон выходных сопротивлений от 16 до 120 кОм Диапазон тока управления от 60 до 400 мкА Диапазон иагнитной чувствительности от 0,1 до 0,8 В/Тл Диапазон рабочих частот от 0 до 10 МГц Диапазон рабочих температур от -269 до +250 °С Исполнение корпусное или бескорпусное	
Назначение и области применения	Магнитные датчики различного назначения с минимальной потребляемой мощностью Портативные магнитометры	
Основные параметры	Внешний вид, габаритные размеры и схема включения	Расшифровка фирменного обозначения продукции
Таблица 9.2.а,б	Рис. 9.3 Рис. 9.4 Рис. 9.5.а,б	Рис. 9.2





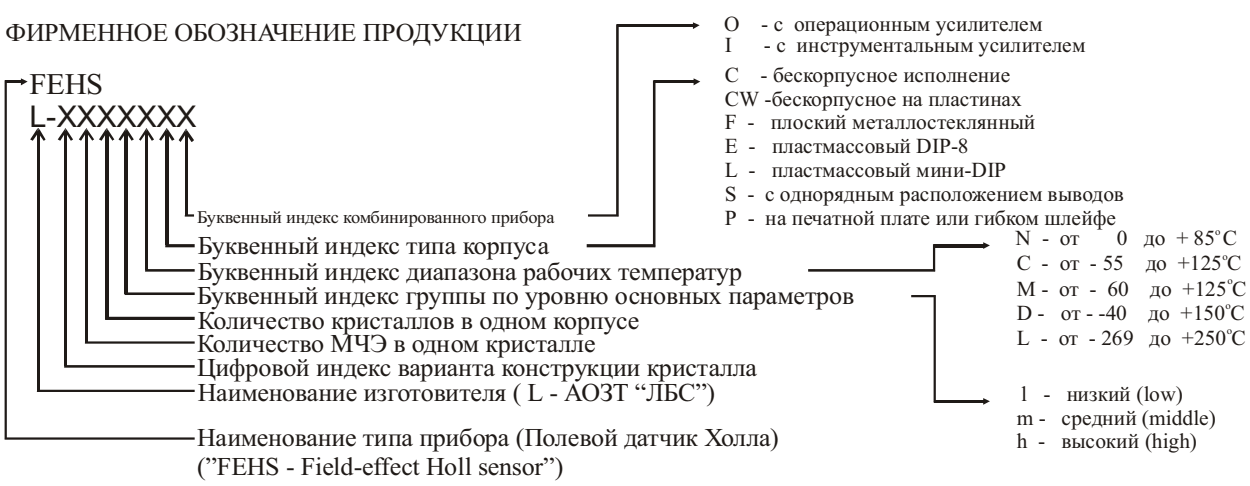


Рис. 9.2. Расшифровка фирменного обозначения продукции, разработанной АОЗТ «ЛБС» (г. Москва)

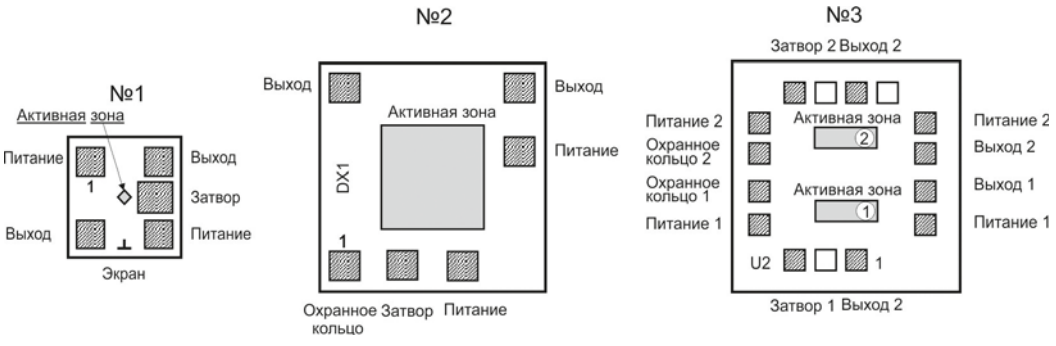


Рис. 9.3.(1). Топология кристаллов полевых элементов Холла

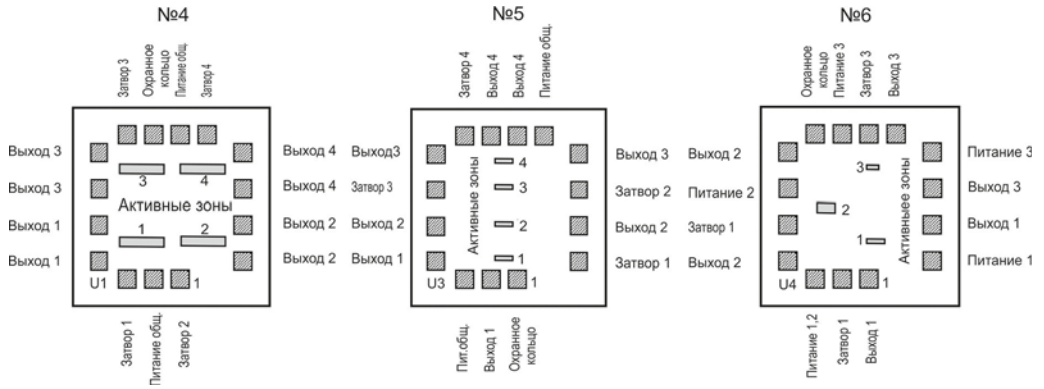


Рис. 9.3.(2). Топология кристаллов полевых элементов Холла

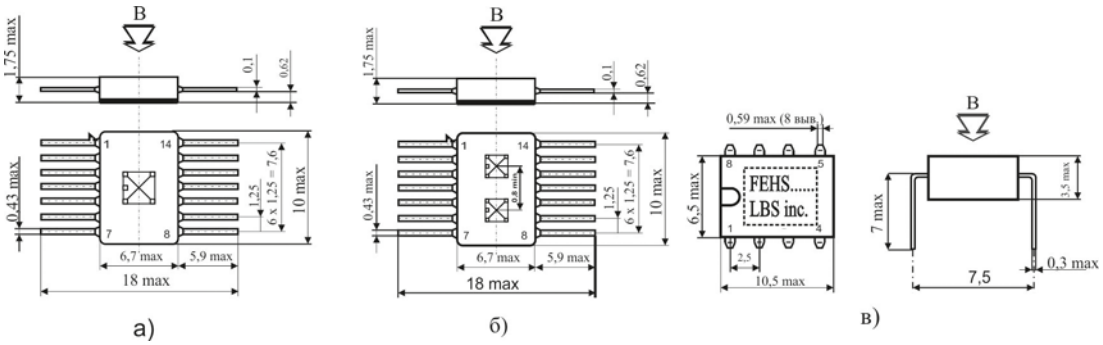


Рис. 9.4. Варианты герметизации (упаковки) полевых элементов Холла

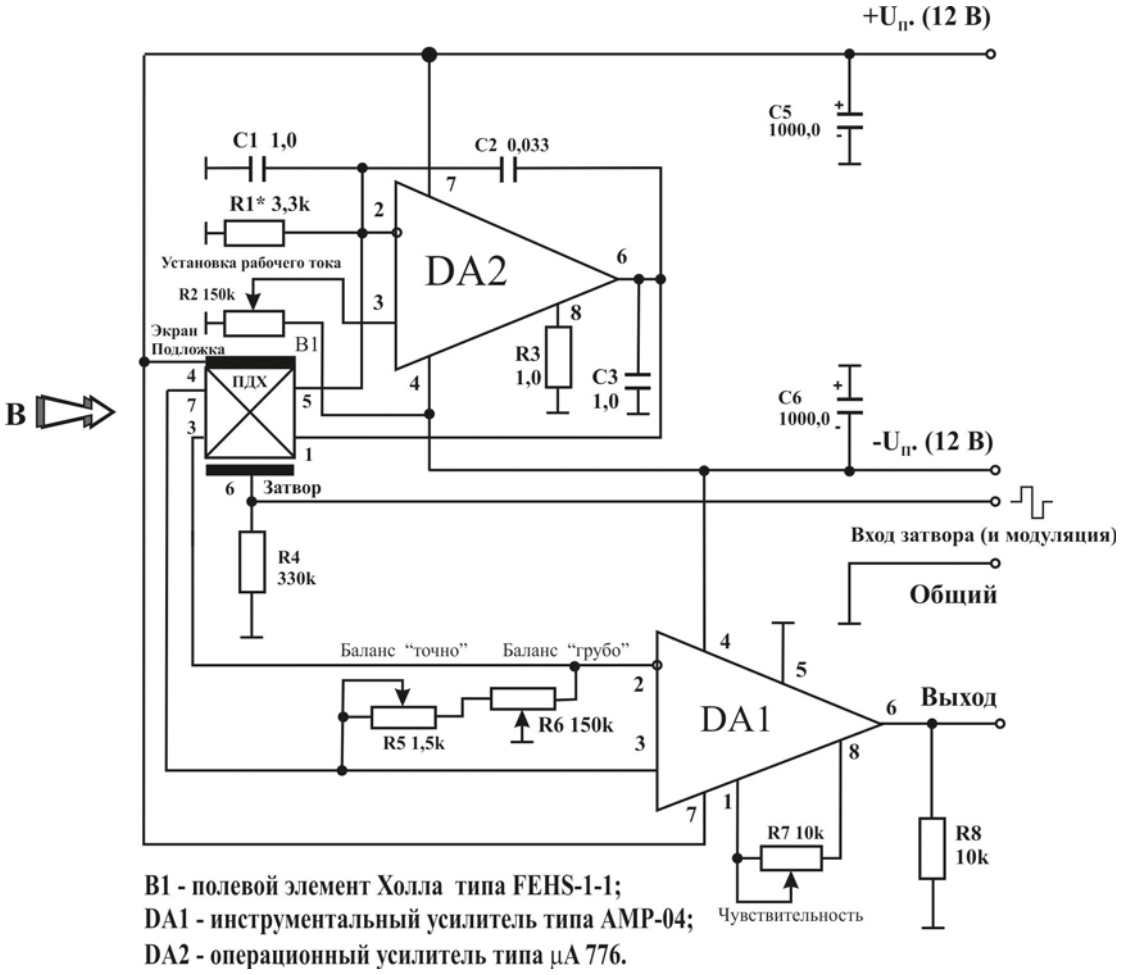


Рис. 9.5.а. Вариант включения полевого элемента Холла

Таблица 9.2а. Основные параметры полевых элементов Холла (ПДХ) при температуре 20±5 °С

№ п/п	Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора				
		FEHS L-111. MF	FEHS L-112. MF	FEHS L-111. NE	FEHS L-211. MF	FEHS L-211. NP
1	Количество МЧЭ в одном кристалле	1	1	1	1	1
2	Количество кристаллов в одном корпусе	1	2	1	1	1
3	Размер активной зоны, мм	0,08 х 0,08	0,08 х 0,08 (с раздельным питанием)	0,08 х 0,08	0,5 х 0,5	0,5 х 0,5
4	Номинальное напряжение питания ($U_п$) , В	5 * # 9	5 * # 9	5 * # 9	5 * # 9	5 * # 9
5	Ток управления при номинальном напряжении питания ($I_{уп}$), мкА	60…240 60…400	60…240 60…400	60…240 60…400	180…320	190…440
6	Входное сопротивление ($R_{вх}$) , кОм	20… 85	20… 85	18…85	23…42	16…40
7	Выходное сопротивление ($R_{вых}$) , кОм	20… 85	20… 85	18…85	23…42	16…40
8	Остаточное напряжение, не более ($U_{ост}$), мВ	±7	±7	± 8	± 6	± 9
9	Магнитная чувствительность ($\cong_U$), В/Тл	0,1…0,3 0,3…0,8	0,1…0,3 0,3…0,8	0,18… 0,35 0,24…0,6	0,3…0,7	0,3…0,5
10	Удельная магнитная чувствительность ($\cong_{уд}$) , В/Тл *А	1000.. 10000 800… 2500	1000.. 10000 800… 2500	1000… 5000 1000… 4000	1400… 3300	800… 2200
11	Динамический диапазон по индукции, не менее, мТл	±200	±200	±200	±200	±200
12	Постоянная времени, не более, мкс	1	1	1	1	1
13	Температурный коэффициент чувствительности , %/°С	-0,35/0,18	-0,35/0,18	-0,35/0,18	Н/Д	Н/Д
14	Пороговая чувствительность при $U_с/U_ш$ = 1 , и полосе 1 Гц, нТл	40…300	Н/Д	Н/Д	50…250	Н/Д
15	Крутизна управления по затвору, dS/Uз, (В/Тл)/ В	0,01… 0,03	Н/Д	Н/Д	0,01… 0,03	0,01… 0,03
16	Диапазон рабочих температур, °С	-60…+125	-60…+125	0…+85	-60…+125	0…+85
17	Топология кристалла рис. 9.3	№1	№1	№1	№2	№2
18	Вариант упаковки: рис. 9.4	а	б	в	а	в

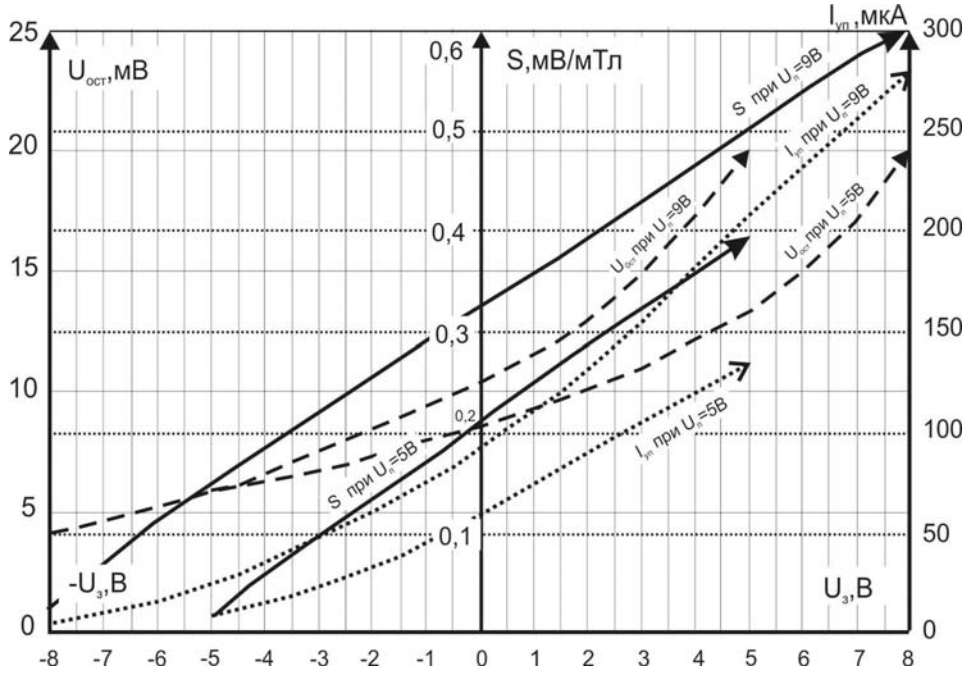


Рис. 9.5б. Типовые

Таблица 9.2б. Основные параметры полевых элементов Холла (ПДХ) при температуре 20±5 °С

№ п/п	Наименование параметра. Единица измерения	Тип прибора				
		FEHS L-21. . LC	**FEHS L-32. . LC**	**FEHS L-44. . LC**	**FEHS L-54. . LC**	**FEHS L-63. . LC**
1	Количество МЧЭ в одном кристалле	1	2	4	4	3
2	Количество кристаллов в одном корпусе	б/к	б/к	б/к	б/к	б/к
3	Размер активной зоны, мм	0,5 х 0,5	0,1х0,3(1) 0,1х0,3 (2) (с раздельным питанием)	0,05х0,15 (матрица с общим питанием)	0,03х0,09 (линейка с общим питанием)	0,02х0,08 (1) 0,01х0,04 (2) 0,005х 0,02(3) (мозаика с разд.пит.)
4	Номинальное напряжение питания ($U_п$) , В	5 * # 9	5 * # 9	5 * # 9	5 * # 9	5 * #
5	Ток управления при номинальном напряжении питания ($I_{уп}$) , мкА	140…180 300…420	90…140 240…330	300…470 900…1200	150…250 350…550	60…150
6	Входное сопротивление ($R_{вх}$) , кОм	20…40	25…50	7,5…16	16…33	33…83
7	Выходное сопротивление ($R_{вых}$) , кОм	20…40	25…50	-	-	-
8	Остаточное напряжение, не более ($U_{ост}$), мВ	±5	±2	±1,5	± 6	± 10
9	Магнитная чувствительность (8_U), В/Тл	0,2…0,3 0,4…0,7	0,2…0,33 0,3…0,45	0,18… 0,25 0,3…0,38	0,15… 0,25 0,25…0,37	0,2…0,3 0,4…0,7
10	Удельная магнитная чувствительность ($8_{уд}$) , В/Тл *А	2000… 2500 1200… 1800	1500… 2700 1100… 1500	1000… 3100 300…400	900… 1300 600…800	700… 2200
11	Динамический диапазон по индукции, не менее, мТл	±200	±200	±200	±150	±150
12	Постоянная времени, не более, мкс	1	1	1	1	1
13	Температурный коэффициент чувствительности , %/°С	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д
14	Пороговая чувствительность при $U_с/U_ш = 1$, и полосе 1 Гц, нТл	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д
15	Крутизна управления по затвору, dS/Uз, (В/Тл)/ В	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д
16	Диапазон рабочих температур, °С	-269… +250	-269… +250	-269… +250	-269… +250	-269… +250
17	Топология кристалла рис. 9.3	№2	№3	№4	№5	№6
18	Вариант упаковки: рис. 9.4	-	-	-	-	-

Примечание. Измерение всех параметров проведено в корпусе типа 401.14-5 при $U_з = U_{пит.} = U_{под.}$; # – питание приборов осуществлялось от «источника напряжения».

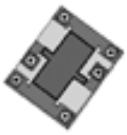
9.2. Элементы Холла зарубежного производства

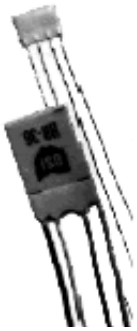






Тип прибора	Серии: AG, BG, BH, BHA, BHT, CG, FA, FC, FH, GH, HG, HR, HGA, HGCA, HGT, HN, HW, HZ, KSY, 2D-VD, 3D-H, LPH, LT, OH, RHY, SH, SV, SVB, THS и др.	
Наиболее известные изготовители	F.W.Bell, Siemens AG, Asahi Kasel Electronics, Sentron AG, Katsura Sansho, Ohio Semitronics Inc, Magnet-Physik, Lake Shore Cryotr. , ITR, Pioneer Precision Mach.Co, Sharp, Matsushita, Toshiba Corp., Honeywell, Nanjing New Zhongxu Microelectronics Co.,Ltd и др.	
Фирменное наименование прибора	Элемент Холла, датчик Холла	
Основные особенности	Диапазон входных сопротивлений от 1 до 4200 Ом Диапазон выходных сопротивлений от 1 до 14000 Ом Диапазон тока управления от 1 до 400 мА Диапазон иагнитной чувствительности от 0,0055 до 17,6 В/Тл Диапазон рабочих частот от 0 до 100 МГц Диапазон рабочих температур от -269 до +180 °С	
Назначение и области применения	Магнитные датчики различного назначения Магнитометры, гауссметры, тесламетры	
Основные параметры	Внешний вид и габаритные размеры	Схема применения
Таблица 9.3	Глава 9.3. Рисунки: X-06...X-132	Рис. 9.6



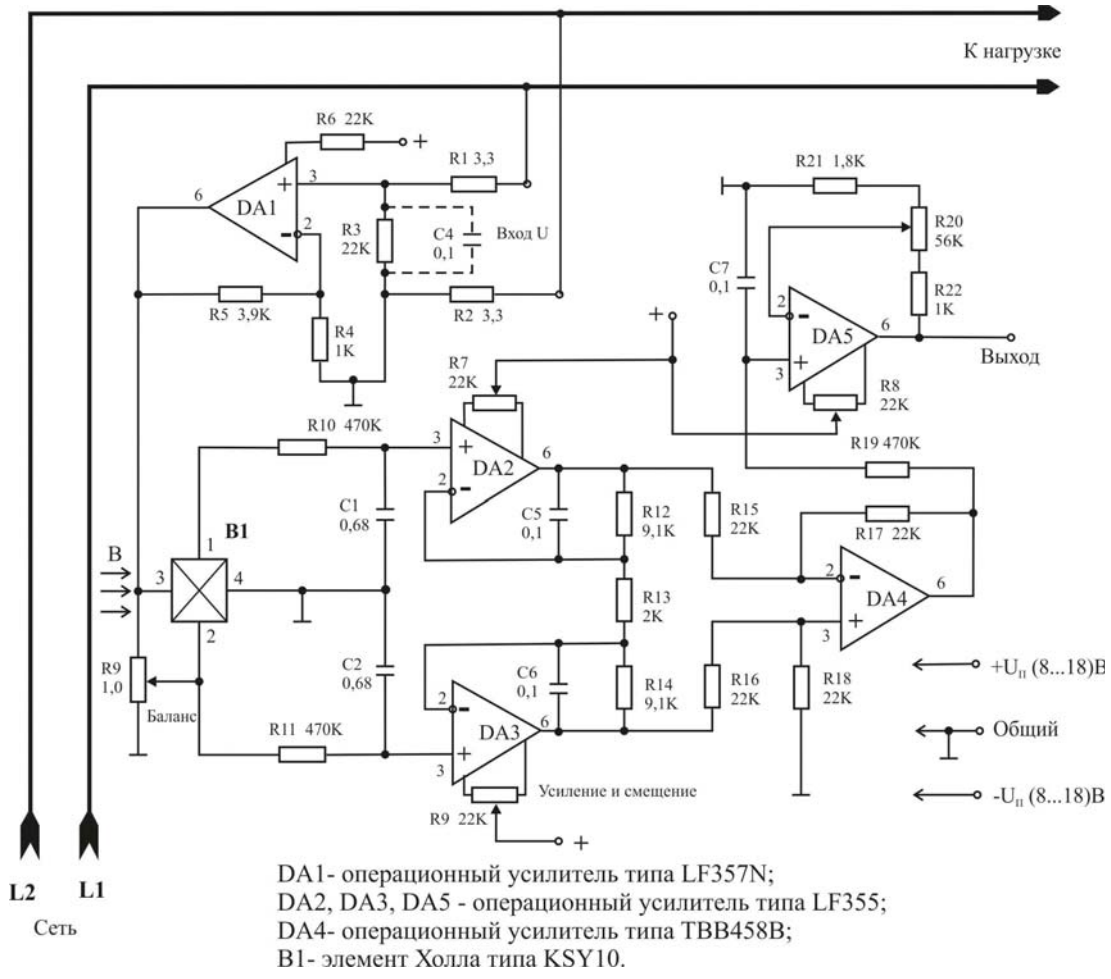


Рис. 9.6. Принципиальная схема измерителя мощности, реализованного с применением элемента Холла типа KSY13. Схема предназначена для контроля режима работы электродвигателей с потребляемой мощностью до 5 кВт. Рекомендована изготовителем элемента Холла – фирмой Siemens (подробнее см. том 1)

9.2.1. Основные параметры элементов Холла, выпускаемых ведущими зарубежными фирмами

Таблица 9.3. Основные параметры элементов Холла, выпускаемых ведущими зарубежными фирмами

№ п/п	Тип прибора	Фирма изгото-витель	Материал МЧЭ	Размер чувствительной зоны, мм	Входное/выходное сопротивление, Ом	Ток управления, мА	Магнитная чувствительность, В/Тл	Удельная магнитная чувствительность, В/Тл*А	Остаточное напряжение (при В=0), В/А	Температурный коэффициент ЭДС Холла, %/ °С	Температурный коэффициент сопротивления, %/ °С	Коэффициент нелинейности, %	Диапазон рабочих температур, ° С	Максимальные габаритные размеры (без выводов), мм	№№ рис. внешнего вида
1	2D-VD-11 2-х координатный	Sentron AG	Si	0,25 x 0,25 (X) 0,25 x 0,25 (Y)	2200 / 8500	2	0,44 (X) 0,44 (Y)	220	±1,5	-0,1	1	-	-40… +110	2,5 x 4 x 0,5	X-101
2	2D-VD - 11F 2-х координатный	Sentron AG	Si	0,25 x 0,25 (X) 0,25 x 0,25 (Y)	2200 / 8500	2	0,44 (X) 0,44 (Y)	220	±1,5	-0,1	1	-	-40… +110	0,8 x 2,5 x 0,38 чип	-
3	2D-VD-11SO 2-х координатный	Sentron AG	Si	0,25 x 0,25 (X) 0,25 x 0,25 (Y)	2200 / 8500	2	0,44 (X) 0,44 (Y)	220	±1,5	-0,1	1	-	-40… +110	4 x 5 x 1,75	X-102
4	3D-H-10 3-х координатный	Sentron AG	Si	0,1 x 0,1 (X) 0,1 x 0,1 (Y) 0,1 x 0,1 (Z)	1200 / 30000	0,5	0,44 (X) 0,44 (Y) 0,32 (Z)	880 880 640	±6	-0,1	1	-	-40… +110	1,4 x 1,4x 0,5	X-97
5	3D-H-10SO 3-х координатный	Sentron AG	Si	0,1 x 0,1 (X) 0,1 x 0,1 (Y) 0,1 x 0,1 (Z)	1200 / 30000	0,5	0,44 (X) 0,44 (Y) 0,32 (Z)	880 880 640	±6	-0,1	1	-	-40… +110	4 x 5 x 1,75	X-98
6	5GP-MS-19F	Deney Onci	InSb	н/д	10…30	10	0,08… 3,0	8… 300	±1	-2	-	1…2	`-20… +90	н/д	-
7	103SR2-3	Honey-well	Si	н/д	н/д	15 (5В)	0,31	15… 20	±(0,2… 0,6)	-	-	1	0… +70	н/д	-
8	632SS2		Si	н/д	н/д	10 (5В)	0,31	30… 35	±(0,2… 1,0)	-	-	1	0… +70	н/д	-