

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Предисловие | 11 |
| 1 Основы спутникового, кабельного и эфирного ТВ-вещания стандарта DVB | 13 |
| 1.1. История создания стандарта..... | 14 |
| 1.2. Общая характеристика стандарта DVB-S | 14 |
| 1.3. Общая характеристика стандарта DVB-C | 15 |
| 1.4. Общая характеристика стандарта DVB-T | 17 |
| 2 Функциональные схемы построения DVB-ресиверов | 20 |
| 2.1. Функциональная схема построения DVB-ресиверов и цифровых абонентских терминалов для приёма программ, сжатых по стандарту MPEG-2 | 21 |
| 2.2. Функциональная схема построения DVB-ресиверов и цифровых абонентских терминалов для приёма программ, сжатых по стандарту MPEG-4 | 22 |
| 3 Входные NIM- и HALF-NIM-модули стандарта DVB..... | 24 |
| 3.1. NIM-модуль BS2F7VZ0194A стандарта DVB-S..... | 25 |
| 3.2. HALF-NIM-модуль BS2S7VZ0502 стандарта DVB-S | 31 |
| 3.3. HALF-NIM-модуль CMD1316L/FHJP-3 стандарта DVB-C с RF-модулятором | 34 |
| 3.4. NIM-модуль DTS1-A30FF1(W) стандарта DVB-S..... | 35 |
| 3.4.1. Устройство и параметры NIM-модуля DTS1-A30FF1(W) стандарта DVB-S..... | 35 |
| 3.4.2. Принципиальная схема NIM-модуля DTS1-A30FF1(W) стандарта DVB-S..... | 37 |
| 3.4.3. Инициализация и управление регистрами ИМС MAX2118 и GX1101р..... | 39 |
| 3.4.4. Характерные неисправности модуля DTS1-A30FF1(W) и методы их устранения | 41 |
| 3.5. NIM-модуль EDS-SS21SAP стандарта DVB-S..... | 42 |
| 3.5.1. Устройство и параметры NIM-модуля EDS-SS21SAP | 42 |
| 3.5.2. Принципиальная схема NIM-модуля EDS-SS21SAP | 44 |
| 3.5.3. Инициализация и управление регистрами ИМС STB6000 и STV0299B..... | 47 |
| 3.5.4. Характерные неисправности модуля EDS-SS21SAP и методы их устранения | 49 |
| 3.6. NIM-модули EDS-1547FFxx+ стандарта DVB-S | 49 |
| 3.6.1. Устройство и параметры NIM-модулей EDS-1547FFxx+ | 50 |
| 3.6.2. Принципиальная схема NIM-модулей EDS-1547FFxx+ | 51 |
| 3.6.3. Характерные неисправности модулей EDS-1547FFxx+ и методы их устранения | 53 |
| 3.7. Half-NIM-модуль TDCU2345TH39A стандартов DVB-C, DVB-T | 55 |
| 3.7.1. Устройство и параметры Half-NIM-модуля TDCU2345TH39A | 55 |
| 3.7.2. ИМС РЧ-преобразователя TUA6034..... | 55 |
| 3.7.3. Принципиальная схема Half-NIM-модуля TDCU2345TH39A. Характерные неисправности и методы их устранения..... | 58 |
| 3.8. NIM-модуль TDMA-G002D стандарта DVB-C..... | 59 |
| 3.8.1. Устройство и параметры NIM-модуля TDMA-G002D | 60 |
| 3.8.2. Принципиальная схема NIM-модуля TDMA-G002D. Характерные неисправности и методы их устранения | 60 |
| 4 Однокристалльные декодеры для DVB-ресиверов | 65 |
| 4.1. Принципы построения однокристалльных декодеров | 66 |
| 4.2. STi5518 – однокристалльный декодер для цифровых ресиверов..... | 66 |
| 4.3. EMMASL(PS) – однокристалльный декодер для цифровых ресиверов..... | 71 |
| 4.3.1. Основные характеристики ИМС семейства EMMASL(PS)..... | 72 |
| 4.3.2. Функциональное описание ИМС семейства EMMASL(PS)..... | 73 |

| | |
|--|------------|
| 4.3.3. Конфигурация выводов ИМС семейства EMMASL(PS) | 75 |
| 4.4. Однокристалльный декодер цифровых абонентских терминалов Ali M3329C..... | 77 |
| 5 Оборудование рабочего места, инструмент и расходные материалы | 79 |
| 6 Общая методика поиска неисправностей цифровых ресиверов и их устранение | 82 |
| 7 Восстановление и обновление программного обеспечения (ПО) ресиверов | 84 |
| 7.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232 | 85 |
| 7.2. Восстановление ПО ресиверов с помощью JTAG-интерфейса | 87 |
| 7.3. Восстановление ПО ресиверов с помощью EJTAG интерфейса..... | 90 |
| 8 СТВ-ресиверы BIG SAT BS-S 501 Xtra, GLOBO 4100C | 93 |
| 8.1. Основные характеристики..... | 94 |
| 8.2. Структурная схема | 95 |
| 8.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 96 |
| 8.4. Поиск неисправностей и их устранение | 101 |
| 8.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232..... | 102 |
| 8.4.2. Восстановление ПО посредством EJTAG-интерфейса..... | 103 |
| 8.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение..... | 103 |
| 8.5. Производство ресиверов и их качество..... | 104 |
| 9 СТВ-ресиверы BOX 500, GLOBO 7010CXE, OPTICUM 7100CXE | 106 |
| 9.1. Основные характеристики..... | 107 |
| 9.2. Структурная схема | 108 |
| 9.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 109 |
| 9.4. Поиск неисправностей и их устранение | 114 |
| 9.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232..... | 114 |
| 9.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение..... | 115 |
| 9.5. Производство ресиверов и их качество..... | 116 |
| 10 СТВ-ресивер COSMOSAT 7400 | 117 |
| 10.1. Основные характеристики..... | 118 |
| 10.2. Структурная схема | 118 |
| 10.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 119 |
| 10.4. Поиск неисправностей и их устранение | 125 |
| 10.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232..... | 125 |
| 10.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение | 125 |
| 10.5. Производство ресиверов и их качество | 127 |
| 11 СТВ-ресивер DRE-4000 | 128 |
| 11.1. Основные характеристики..... | 129 |
| 11.2. Структурная схема | 130 |
| 11.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 131 |
| 11.4. Поиск неисправностей и их устранение | 137 |
| 11.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232..... | 138 |
| 11.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса..... | 138 |
| 11.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение..... | 138 |
| 11.5. Работа с НТВ+, Радуга ТВ..... | 141 |
| 11.6. Производство ресиверов и их качество..... | 141 |
| 12 СТВ-ресиверы DRE-4500, DRS-4500 | 142 |
| 12.1. Основные характеристики..... | 143 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 12.2. | Структурная схема | 144 |
| 12.3. | Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 145 |
| 12.3.1. | Конструкция и принципиальная электрическая схема основных плат..... | 145 |
| 12.3.2. | Устройство и принципиальная электрическая схема коре-модулей на однокристалльных AVC-декодерах NP4 и NP4+ | 154 |
| 12.3.3. | Принципы функционирования коре-модулей..... | 154 |
| 12.3.4. | Однокристалльный AVC-декодер NP4..... | 155 |
| 12.3.5. | Коре-модуль на основе ИМС NP4 | 156 |
| 12.3.6. | Однокристалльный AVC-декодер NP4..... | 157 |
| 12.3.7. | Коре-модуль на основе ИМС NP4+..... | 157 |
| 12.3.8. | Конструкция и принципиальная электрическая схема панели управления и источника питания | 171 |
| 12.4. | Поиск неисправностей и их устранение | 172 |
| 12.4.1. | Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232..... | 172 |
| 12.4.2. | Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса..... | 173 |
| 12.4.3. | Аппаратные неисправности и их устранение..... | 173 |
| 12.5. | Производство ресиверов и их качество..... | 175 |
| 13 | СТВ-ресиверы DRE-5000, DRE-5500, DRS-5001, DRS-5003 и GS-7300 | 176 |
| 13.1. | Основные характеристики ресиверов..... | 177 |
| 13.2. | Структурная схема | 178 |
| 13.3. | Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 180 |
| 13.4. | Поиск неисправностей и их устранение | 188 |
| 13.5. | Работа с НТВ+, Радуга ТВ..... | 192 |
| 13.6. | Производство ресиверов и их качество..... | 192 |
| 14 | СТВ-ресиверы CALAXY INNOVATIONS GI S1125 (GI S1126) и GLOBO (OPTICUM) 4060 (4160) CX | 194 |
| 14.1. | Основные характеристики..... | 195 |
| 14.2. | Структурная схема | 197 |
| 14.3. | Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 198 |
| 14.4. | Поиск неисправностей и их устранение | 207 |
| 14.4.1. | Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232..... | 207 |
| 14.4.2. | Восстановление ПО посредством EJTAG-интерфейса..... | 207 |
| 14.4.3. | Аппаратные неисправности и их устранение..... | 207 |
| 14.5. | Производство ресиверов и их качество..... | 209 |
| 15 | СТВ-ресивер GLOBO X80 | 210 |
| 15.1. | О проекте ТЕЛЕКАРТА..... | 211 |
| 15.2. | Основные характеристики..... | 211 |
| 15.3. | Структурная схема | 212 |
| 15.4. | Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 213 |
| 15.5. | Поиск неисправностей и их устранение | 218 |
| 15.5.1. | Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232..... | 218 |
| 15.5.2. | Восстановление ПО посредством EJTAG-интерфейса..... | 219 |
| 15.5.3. | Аппаратные неисправности и их устранение..... | 220 |
| 15.6. | Производство ресиверов и их качество..... | 221 |
| 16 | СТВ-ресивер GOLDEN INTERSTAR GI-S770CR Xped Class..... | 222 |
| 16.1. | Основные характеристики..... | 223 |
| 16.2. | Структурная схема | 224 |
| 16.3. | Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 225 |
| 16.4. | Поиск неисправностей и их устранение | 231 |

| | |
|---|------------|
| 16.4.1. Программное восстановление ресивера | 232 |
| 16.4.2. Восстановление ПО посредством EJTAG-интерфейса | 233 |
| 16.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение | 234 |
| 16.5. Работа с НТВ+ и РАДУГА ТВ | 236 |
| 16.6. Производство ресиверов и их качество | 236 |
| 17 СТВ-ресивер GOLDEN INTERSTAR GI-S805CI Xpeed Class | 237 |
| 17.1. Основные характеристики | 238 |
| 17.2. Структурная схема | 239 |
| 17.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема | 240 |
| 17.4. Поиск неисправностей и их устранение | 247 |
| 17.4.1. Восстановление ПО ресивера | 247 |
| 17.4.2. Восстановление ПО посредством EJTAG-интерфейса | 248 |
| 17.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение | 248 |
| 17.5. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОР ТВ | 250 |
| 17.6. Производство ресиверов и их качество | 250 |
| 18 СТВ-ресиверы GS CI-7101S, GS-7001S | 251 |
| 18.1. Основные характеристики | 252 |
| 18.2. Структурная схема | 253 |
| 18.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема | 254 |
| 18.4. Поиск неисправностей и их устранение | 261 |
| 18.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232 | 261 |
| 18.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса | 262 |
| 18.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение | 262 |
| 18.5. Работа ресиверов с САМ-модулем и доглом системы криптокодирования DRE-CRYPT для приёма программ ТРИКОЛОР ТВ | 263 |
| 18.6. Работа с НТВ+, Радуга ТВ | 263 |
| 18.7. Производство ресиверов и их качество | 263 |
| 19 СТВ- и КТВ-ресиверы HUMAX серии 5000 | 264 |
| 19.1. Основные характеристики | 265 |
| 19.2. Структурная схема | 266 |
| 19.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема | 268 |
| 19.4. Поиск неисправностей и их устранение | 271 |
| 19.4.1. Восстановление и обновление ПО | 271 |
| 19.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение | 271 |
| 19.5. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОР ТВ | 274 |
| 20 СТВ-ресиверы HUMAX серии 8x00 | 275 |
| 20.1. Основные характеристики | 276 |
| 20.2. Общие характеристики и структурная схема | 277 |
| 20.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема | 279 |
| 20.4. Восстановление и обновление ПО | 285 |
| 20.5. Поиск неисправностей и их устранение | 286 |
| 20.6. Доработки ресиверов | 287 |
| 20.7. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОР ТВ | 288 |
| 21 СТВ-ресиверы HUMAX серии ACE | 289 |
| 21.1. Основные характеристики | 290 |
| 21.2. Структурная схема | 291 |
| 21.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема | 293 |

| | |
|--|------------|
| 21.4. Восстановление и обновление ПО..... | 299 |
| 21.5. Поиск неисправностей и их устранение | 299 |
| 21.6. Работа с НТВ+ | 301 |
| 22 СТВ-ресиверы HUMAX серии F1..... | 302 |
| 22.1. Основные характеристики..... | 303 |
| 22.2. Структурная схема | 303 |
| 22.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 305 |
| 22.4. Восстановление и обновление ПО..... | 309 |
| 22.5. Поиск неисправностей и их устранение | 309 |
| 22.6. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОР ТВ | 312 |
| 23 СТВ-ресиверы HUMAX серии FOX | 313 |
| 23.1. Основные характеристики..... | 314 |
| 23.2. Структурная схема | 315 |
| 23.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 316 |
| 23.4. Поиск неисправностей и их устранение, восстановление и обновление ПО | 317 |
| 23.5. Работа с НТВ+ | 317 |
| 24 СТВ-ресиверы HUMAX PVR-9100 | 318 |
| 24.1. Основные характеристики..... | 319 |
| 24.2. Структурная схема | 320 |
| 24.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 323 |
| 24.4. Восстановление и обновление ПО. Инсталляция и настройка | 330 |
| 24.5. Поиск неисправностей и их устранение | 330 |
| 24.6. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОР ТВ | 332 |
| 24.7. Монтаж и создание видеороликов, записанных на HDD-накопитель..... | 332 |
| 25 СТВ-ресиверы HYUNDAI HSS-5160NA | 334 |
| 25.1. Основные характеристики..... | 335 |
| 25.2. Структурная схема | 335 |
| 25.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 337 |
| 25.4. Поиск неисправностей и их устранение | 341 |
| 25.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232 | 342 |
| 25.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение..... | 342 |
| 25.5. О производстве ресиверов и их качестве..... | 344 |
| 26 СТВ-ресиверы @STAR ASR-3530 MA, GLOBALTEQ GSR 3530A CX, LUMAX DV-728..... | 345 |
| 26.1. Основные характеристики..... | 346 |
| 26.2. Структурная схема | 346 |
| 26.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 348 |
| 26.4. Поиск неисправностей и их устранение | 353 |
| 26.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232..... | 354 |
| 26.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса..... | 355 |
| 26.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение..... | 355 |
| 26.5. О производстве ресиверов и их качестве..... | 356 |
| 27 СТВ-ресиверы LUMAX DV-748, DV748 | 357 |
| 27.1. Основные характеристики..... | 358 |
| 27.2. Структурная схема | 359 |
| 27.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 360 |
| 27.4. Поиск неисправностей и их устранение | 372 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| | 27.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232..... | 372 |
| | 27.4.2. Восстановление ПО ресивера DV748 посредством EJTAG-интерфейса..... | 374 |
| | 27.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение..... | 374 |
| | 27.5. Производство ресиверов и их качество..... | 376 |
| 28 | СТВ-ресиверы SAMSUNG DSB-A300V, DSB-A300W, DSB-S300F, DSB-B350V и DSB-B350W | 377 |
| | 28.1. Основные характеристики..... | 378 |
| | 28.2. Структурная схема..... | 379 |
| | 28.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 380 |
| | 28.4. Поиск неисправностей и их устранение..... | 385 |
| | 28.4.1. Восстановление или обновление ПО ресивера..... | 385 |
| | 28.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение..... | 386 |
| 29 | СТВ-ресивер Topfield 5000CI | 390 |
| | 29.1. Основные характеристики..... | 391 |
| | 29.2. Структурная схема..... | 391 |
| | 29.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 393 |
| | 29.4. Поиск неисправностей и их устранение..... | 398 |
| | 29.4.1. Восстановление и обновление программного обеспечения..... | 398 |
| | 29.4.2. Аппаратные неисправности ресивера и их устранение..... | 399 |
| | 29.5. Работа с НТВ+ и ТРИКОЛОП ТВ..... | 400 |
| 30 | КТВ-ресивер HUMAX ND-1010C | 401 |
| | 30.1. Основные характеристики..... | 402 |
| | 30.2. Структурная схема..... | 402 |
| | 30.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 404 |
| | 30.4. Восстановление и обновление ПО..... | 409 |
| | 30.5. Аппаратные неисправности и их устранение..... | 410 |
| | 30.6. Производство ресиверов и их качество..... | 412 |
| 31 | КТВ-ресивер KAON KCF-H220SCO..... | 413 |
| | 31.1. Основные характеристики..... | 414 |
| | 31.2. Структурная схема..... | 414 |
| | 31.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 415 |
| | 31.4. Поиск неисправностей и их устранение..... | 421 |
| | 31.4.1. Восстановление и обновление ПО..... | 421 |
| | 31.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса..... | 422 |
| | 31.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение..... | 423 |
| | 31.5. Производство ресиверов и их качество..... | 424 |
| 32 | КТВ-ресиверы SAMSUNG серий DCB-9401 и DCB-B260. Эфирные ТВ-ресиверы SAMSUNG серий DTV-9401 и DTV-B260 | 425 |
| | 32.1. Основные характеристики..... | 426 |
| | 32.2. Структурная схема..... | 427 |
| | 32.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 429 |
| | 32.4. Поиск неисправностей и их устранение..... | 434 |
| | 32.4.1. Восстановление и обновление ПО ресиверов через интерфейс RS-232..... | 434 |
| | 32.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса..... | 435 |
| | 32.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение..... | 435 |
| | 32.5. Производство ресиверов и их качество..... | 437 |
| 33 | КТВ-ресиверы SAMSUNG серии DCB-P850 | 438 |
| | 33.1. Основные характеристики ресиверов..... | 439 |

| | |
|--|------------|
| 33.2. Структурная схема | 440 |
| 33.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 442 |
| 33.4. Поиск неисправностей и их устранение | 448 |
| 33.5. Производство ресиверов и их качество..... | 451 |
| 34 Эфирный ТВ-ресивер DVT-1001-1 | 452 |
| 34.1. Основные характеристики..... | 453 |
| 34.2. Структурная схема ресивера..... | 453 |
| 34.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 454 |
| 34.4. Поиск неисправностей и их устранение | 460 |
| 34.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232..... | 460 |
| 34.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса | 462 |
| 34.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение | 462 |
| 34.5. Производство ресиверов и их качество | 464 |
| 35 Эфирный ТВ-ресивер GS TE-8310..... | 465 |
| 35.1. Основные характеристики..... | 466 |
| 35.2. Структурная схема | 466 |
| 35.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 468 |
| 35.4. Поиск неисправностей и их устранение | 475 |
| 35.4.1. Восстановление ПО ресивера..... | 476 |
| 35.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение | 476 |
| 35.5. Производство ресиверов и их качество..... | 478 |
| 36 Эфирный ТВ-ресивер MITSUBISHI BLACK DIAMOND BD68STB..... | 479 |
| 36.1. Основные характеристики..... | 480 |
| 36.2. Структурная схема | 480 |
| 36.3. Конструкция и принципиальная электрическая схема..... | 482 |
| 36.4. Поиск неисправностей и их устранение | 486 |
| 36.4.1. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса..... | 487 |
| 36.4.2. Аппаратные неисправности и их устранение | 487 |
| 36.5. Производство ресиверов и их качество..... | 489 |
| 37 Эфирный ТВ-ресивер ROADSTAR DVB-2004TP | 490 |
| 37.1. Основные характеристики..... | 491 |
| 37.2. Структурная схема | 491 |
| 37.3. Принципиальная схема и конструкция..... | 492 |
| 37.4. Поиск неисправностей и их устранение | 497 |
| 37.4.1. Восстановление и обновление ПО через последовательный интерфейс RS-232..... | 497 |
| 37.4.2. Восстановление ПО посредством JTAG-интерфейса | 499 |
| 37.4.3. Аппаратные неисправности и их устранение | 499 |
| 37.5. Производство ресиверов и их качество | 500 |
| Приложение 1. ТРИКОЛОП ТВ – общедоступное многопрограммное спутниковое ТВ. (О проекте и его реализации) | 501 |
| 1. История организации проекта ДТН ТРИКОЛОП ТВ в России..... | 501 |
| 2. ТРИКОЛОП ТВ движется на восток | 502 |
| 3. Переход ТРИКОЛОП ТВ к системе вещания DVB-S2..... | 503 |
| 4. Проект ТРИКОЛОП HD – шаг в будущее цифрового СТВ-вещания в России | 504 |
| Приложение 2. Выбор оборудования для приёма СТВ и его установка | 506 |
| 1. Краткая теория спутникового вещания..... | 506 |
| 2. Выбор оператора спутникового вещания..... | 506 |

| | |
|--|-----|
| 3. Состав оборудования для приёма спутникового ТВ..... | 507 |
| 4. Параболические антенны..... | 507 |
| 5. Понижающий конвертер (LNB)..... | 507 |
| 6. СТВ-ресиверы..... | 508 |
| 7. Установка и настройка комплекта для приёма СТВ..... | 509 |
| 8. Подключение ресивера к ТВ-приёмнику..... | 510 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| Список литературы..... | 511 |
|-------------------------------|------------|

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время методы цифровой передачи информации бесспорно вошли в мировую инфраструктуру телевидения и радиовещания. Улучшение качества изображения передаваемых программ сыграло немаловажную роль в принятии решения о переходе с вещания с аналоговых стандартов на цифровые. Первоначально цифровое вещание ТВ- и РВ-программ было осуществлено посредством спутниковых систем связи. Являясь промежуточным звеном между производителем программ и потребителем данной продукции (то есть теле- и радиослушателем), они стали интернациональным гигантским мостом между всеми жителями земного шара. Телевидение, несомненно, несёт культуру в наши дома, и не последнюю роль в данном процессе играет именно спутниковое телевидение – СТВ.

Наблюдая за эволюцией развития СТВ, можно отметить гигантский прогресс в данном процессе. Многие специалисты в области ТВ- и РВ-вещания помнят, что изначально СТВ использовалось для передачи информации нескольких десятков государственных каналов. Операторы спутниковой связи, по сути дела, были только государственные. Передача и приём сигналов на спутники и с них осуществлялись посредством гигантских параболических антенн, чей диаметр превышал три метра. Принимаемые программы далее распределялись по эфирным каналам или по кабельным сетям. Об индивидуальном приёме речи фактически быть не могло. Исключение составляли энтузиасты, конструирующие индивидуальные приёмные установки с антеннами меньшего диаметра. Качество приёма при этом оставляло желать лучшего.

Первым прорывом в области непосредственного СТВ-вещания стала программа DIRECT TO HOME (DTH) частной компании SOCIETE EUROPEENNE DES SATELLITES (SES). Суть программы DTH заключалась в том, что любой житель Западной Европы мог принимать сигналы 16 телевизионных и множества радиовещательных программ (с FM-качеством). Программы ретранслировались спутником ASTRA 1A и принимались на небольшую параболическую антенну диаметром всего 60 см. Именно запуск этого спутника положил начало бурному развитию индивидуального приёма программ.

Увеличивалось количество спутников на орбитальных позициях, при этом увеличивалось количество ретранслируемых программ. На небольшую антенну со спутников ASTRA и HOT BIRD можно было принимать в аналоговом виде около сотни ТВ-программ. Однако возросшие эстетические потребности зрителей и слушателей требовали большего количества получаемой информации.

В середине 90-х годов прошлого века бурное развитие цифровых методов обработки сигналов привело к созданию систем DVB-S и DSS, предназначенных для передачи ТВ- и РВ-программ через спутниковые транспондеры в цифровом виде. Это позволило транслировать вместо одного аналогового канала до десятка цифровых ТВ-программ. Общее количество ретранслируемых программ возросло в несколько раз.

Успех европейских вещателей в освоении цифровых методов трансляции ТВ- и РВ-программ через спутниковые системы связи в стандарте DVB-S побудил вещателей взять на вооружение стандарты цифрового вещания для кабельных сетей DVB-C и немного позже для цифрового наземного эфирного вещания DVB-T.

В СТВ на данный момент трансляция аналоговых программ не ведётся. Совершенствуется процесс производства цифрового вещания в сетях кабельного и эфирного ТВ. Постепенно сокращается количество старых аналоговых ТВ-приёмников у населения, что позволяет с помощью вновь приобретаемой аппаратуры принимать дополнительные цифровые каналы. Однако у телезрителей в эксплуатации находится ещё достаточно огромное количество старых аналоговых ТВ-приёмников. Для просмотра на них цифровых программ требуются приставки, преобразующие цифровой сигнал в аналоговый.

В Европе подобные приставки получили официальное название STB (Set Top Box) Receiver. В отечественной литературе приставки называются ресиверами, или приёмниками. Также в обиходе бытует название тюнер. Мы будем придерживаться наиболее употребляемого наименования – ресивер. Существует отдельная категория ресиверов, предназначенных для приёма пакета программ, поставляемых одним оператором вещания, который обычно является платным. Данные ресиверы носят название цифровых абонентских терминалов.

Естественно то, что принципы обработки принимаемых аналоговых и цифровых программ существенно отличаются. Принципиально новыми являются устройство и работа цифровых ресиверов. К сожалению, в современной отечественной литературе очень мало информации по данному вопросу, которая ограничена лишь общими принципами работы цифровых систем СТВ. Появление же массы поставщиков ТВ-контента, предлагающих свои услуги по доставке ТВ-программ зрителю (НСК, НТВ+, ОРИОН-ЭКСПРЕСС и т. д.), привело к развитию сектора продажи оборудования для приёма цифрового ТВ. Увеличение рейтинга продаж в данном направлении порождает спрос на обслуживание и сервис данной техники.

Перед вами книга, в которой описаны устройство и ремонт часто встречающихся в эксплуатации цифровых ресиверов, поддерживающих приём программ в стандарте DVB. Начальные главы книги содержат общие принципы функционирования систем DVB-S, -C и -T, а также основные функциональные схемы построения

ресиверов этого стандарта. Последующие главы посвящены описанию наиболее часто используемых элементов, применяемых в ресиверах, а также способов восстановления программного обеспечения (ПО) ресиверов.

Главы, следующие далее, посвящены описанию устройства ресиверов, неисправностей, возникающих при их эксплуатации, и методов их устранения, содержат уникальные схемы, которые помогут специалистам в решении проблем восстановления ремонтируемых аппаратов. И в приложении книги приведена справочная информация об установке и настройке антенны для СТВ, необходимой для получения контрольного сигнала, предназначенного для проверки ремонтируемых ресиверов стандарта DVB-S. Кроме этого, приложение содержит информацию о проекте ТРИКОЛОП ТВ (в том числе о применяемых ресиверах) и словарь англоязычных сокращений и терминов, используемых в книге и на практике.

Примечательно то, что книга содержит описание всех DVB-S-ресиверов, применяемых в проекте ТРИКОЛОП ТВ ЦЕНТР и ТРИКОЛОП ТВ СИБИРЬ. Хотя описываемые модели сняты с производства (а вещание проекта интенсивно переходит на систему DVB-S2), в России и СНГ образовался гигантский парк данного оборудования, которое, несомненно, нуждается в техническом обслуживании. Вся техническая информация, приведённая в данной книге, получена в результате огромного восьмилетнего опыта обслуживания и ремонта цифровых ресиверов различных моделей.

В настоящее время ведётся подготовка по формированию описания и методики ремонта ресиверов стандарта DVB второго поколения DVB-S2, DVB-C2 и DVB-T2. Все отзывы и пожелания автор просит направлять по **e-mail: boss@dvb.com.ru**.

С наилучшими пожеланиями!

Василий Фёдоров

1 Основы спутникового, кабельного и эфирного ТВ-вещания стандарта DVB

| | | |
|-----------|---|-----|
| 2 | Функциональные схемы построения DVB-ресиверов | 20 |
| 3 | Входные NIM- и HALF-NIM-модули стандарта DVB | 24 |
| 4 | Однокристалльные декодеры для DVB-ресиверов | 65 |
| 5 | Оборудование рабочего места, инструмент и расходные материалы | 79 |
| 6 | Общая методика поиска неисправностей цифровых ресиверов и их устранение | 82 |
| 7 | Восстановление и обновление программного обеспечения (ПО) ресиверов | 84 |
| 8 | СТВ-ресиверы BIG SAT BS-S 501 Xtra, GLOBO 4100C | 93 |
| 9 | СТВ-ресиверы BOX 500, GLOBO 7010CXE, OPTICUM 7100CXE | 106 |
| 10 | СТВ-ресивер COSMOSAT 7400 | 117 |
| 11 | СТВ-ресивер DRE-4000 | 128 |
| 12 | СТВ-ресиверы DRE-4500, DRS-4500 | 142 |
| 13 | СТВ-ресиверы DRE-5000, DRE-5500, DRS-5001, DRS-5003 и GS-7300 | 176 |
| 14 | СТВ-ресиверы GALAXY INNOVATIONS GI S1125 (GI S1126) и GLOBO (OPTICUM) 4060 (4160) CX | 194 |
| 15 | СТВ-ресивер GLOBO X80 | 210 |
| 16 | СТВ-ресивер GOLDEN INTERSTAR GI-S770CR Xpeed Class | 222 |
| 17 | СТВ-ресивер GOLDEN INTERSTAR GI-S805CI Xpeed Class | 237 |
| 18 | СТВ-ресиверы GS CI-7101S, GS-7001S | 251 |
| 19 | СТВ- и КТВ-ресиверы HUMAX серии 5000 | 264 |
| 20 | СТВ-ресиверы HUMAX серии 8x00 | 275 |
| 21 | СТВ-ресиверы HUMAX серии ACE | 289 |
| 22 | СТВ-ресиверы HUMAX серии F1 | 302 |
| 23 | СТВ-ресиверы HUMAX серии FOX | 313 |
| 24 | СТВ-ресивер HUMAX PVR-9100 | 318 |
| 25 | СТВ-ресивер HYUNDAI HSS-5160NA | 334 |
| 26 | СТВ-ресиверы @STAR ASR-3530 MA, GLOBALTEQ GSR 3530A CX, LUMAX DV-728 | 345 |
| 27 | СТВ-ресиверы LUMAX DV-748, DV748 | 357 |
| 28 | СТВ-ресиверы SAMSUNG DSB-A300V, DSB-A300W, DSB-S300F, DSB-B350V и DSB-B350W | 377 |
| 29 | СТВ-ресивер Topfield 5000CI | 390 |
| 30 | КТВ-ресивер HUMAX ND-1010C | 401 |
| 31 | КТВ-ресивер KAON KCF-H220SCO | 413 |
| 32 | КТВ-ресиверы SAMSUNG серий DCB-9401 и DCB-B260. Эфирные ТВ-ресиверы SAMSUNG серий DTB-9401 и DTB-B260 | 425 |
| 33 | КТВ-ресиверы SAMSUNG серии DCB-P850 | 438 |
| 34 | Эфирный ТВ-ресивер DVT-1001-1 | 452 |
| 35 | Эфирный ТВ-ресивер GS TE-8310 | 465 |
| 36 | Эфирный ТВ-ресивер MITSUBISHI BLACK DIAMOND BD68STB | 479 |
| 37 | Эфирный ТВ-ресивер ROADSTAR DVB-2004TP | 490 |

1.1. История создания стандарта

В конце 80-х годов прошлого столетия произошёл гигантский скачок в области проектирования интегральных цифровых микросхем и микропроцессорной техники. Это дало возможность производить обработку сложных аналоговых сигналов, передаваемых по каналам связи, в реальном времени. В частности, проверенные в практическом применении методы сжатия передаваемой информации с последующей декомпрессией на приёмной стороне позволили существенно уменьшить полосу передаваемого сигнала, по сравнению с традиционным.

Вместе с тем увеличивающиеся эстетические потребности потребителей ТВ- и РВ-программ диктовали вещателям необходимость предоставления большего объёма аудиовизуальной информации. Однако существующие рамки диапазонов радиочастот, предназначенных для ТВ- и РВ-вещания, существенно сдерживали этот процесс. В данной ситуации проектные исследования различных фирм электронной промышленности были направлены на приложение методов сжатия аналоговых сигналов применительно к процессу передачи ТВ- и РВ-сигналов.

Впервые эти методы были реализованы для процессов архивации (сохранения) аудиовизуальных программ и их обмена. Процесс был стандартизирован подкомитетом ISO MPEG (Moving Pictures Experts Group) как первой системой сжатия движущихся изображений MPEG-1.

Однако для передачи сигналов в полосе существующих каналов, выделенных для вещания, в стандартном качестве без потери чёткости и других искажений требовались большие коэффициенты сжатия сигналов. Поэтому группа принимает новый стандарт MPEG-2 [1], который позволял сжимать с последующей декомпрессией видеоизображения студийного качества. Дополнительно стандарт позволял передавать многоканальное звуковое сопровождение с дополнительными программами РВ. Достаточно высокие коэффициенты сжатия позволили передавать в одном существующем канале для аналоговой передачи несколько ТВ-программ. Причём вещатель по своему усмотрению мог увеличивать или уменьшать их количество при обратно пропорциональном уменьшении или увеличении их качества. Помимо этого, имелась возможность дополнительной передачи информации (телетекст, субтитры и т. д.), а также служебной (сервисной) информации SI (Service Information).

Дальнейшим развитием послужило принятие стандарта MPEG-4, который позволил ещё более сжимать ТВ- и РВ-программы.

Полученные сжатые сигналы требовалось передать по каналам связи таким образом, чтобы получить их повышенную помехоустойчивость. Было необходимо обеспечить возможность бесперебойного приёма передаваемых программ на приёмной стороне. Для этой цели в сентябре 1993 года был создан проект DVB (Digital Video Broadcasting), объединивший более 200 организаций ТВ-промышленности государственного и частного сектора более 25 стран.

Как известно, для телевизионных передач используются три типа доставки сигнала:

- 1) эфирный через искусственные спутники земли;
- 2) традиционно используемый эфирный наземный в пределах видимости передающей и приёмной антенн;
- 3) кабельный (радиочастотные сигналы передаются по коаксиальному или оптическому кабелю).

Первоначально консорциум DVB 15 августа 1994 года принял стандарт DVB-S (DVB-Satellite) [2] для передачи ТВ- и РВ-программ через спутниковые транспондеры в цифровом виде. Это привело к возможности транслировать через транспондер вместо одного аналогового канала до десятка цифровых программ. Количество ретранслируемых программ возросло при этом в несколько раз.

В СТВ в настоящее время трансляция аналоговых программ практически не ведётся. Естественно то, что принципы обработки принимаемых аналоговых и цифровых программ полностью различны. Принципиально новыми являются устройство и работа как цифровых СТВ-передатчиков, так и приёмников. 31 мая 1998 года была принята окончательная версия стандарта, действующая по настоящее время.

1.2. Общая характеристика стандарта DVB-S

Функциональная блок-схема передающей части ТВ-сигнала и звукового сопровождения стандарта DVB-S показана на рис. 1.1. Система определена как преобразователь выходного сигнала с транспортного мультиплекса MPEG-2 (ISO/IEC DIS 13818-1) [1] в спутниковый радиочастотный канал. Этот процесс включает в себе следующие этапы:

1. Адаптация транспортного потока TS (Transport Stream) и рандомизация для энергетической дисперсии.
2. Внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона).
3. Свёрточное перемежение.
4. Внутреннее канальное кодирование (то есть выколотое свёрточное кодирование).
5. Полосовая фильтрация для модуляции.
6. QPSK-модуляция.

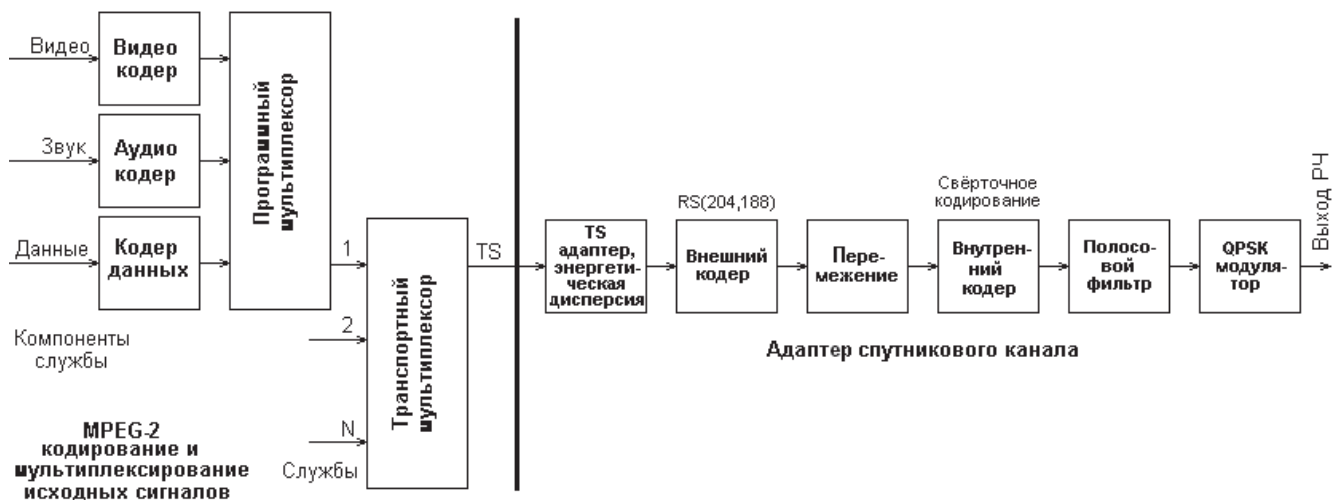


Рис. 1.1. Блок-схема DVB-S-модулятора

Поскольку службы непосредственного ТВ-вещания DTH обычно работают с сигналами строго ограниченной мощности, для борьбы с шумами и интерференцией в каналах связи первой задачей является повышение эффективности заполнения выделенной полосы частот радиочастотного (РЧ) сигнала. Для этого используют QPSK-модуляцию и совместное применение свёрточного и RS-кодирования (коды Рида-Соломона). Система при этом может оптимально работать как в режиме с одной несущей на транспондер (TDM), так и в режиме множества несущих с использованием частотного уплотнения (FDM) в рамках полосы пропускания транспондера. Все узлы системы синхронизируются образцовыми импульсами, выделяемыми из входного транспортного потока MPEG-2.

Функциональная блок-схема приёмной части стандарта DVB-S показана на рис. 1.2. Сигнал от понижающего конвертера LNB поступает на РЧ-преобразователь. Он предназначен для настройки на требуемую частоту принимаемых программ. Первые цифровые DVB-S-приёмники переносили сигнал на вторую ПЧ и через полосовой фильтр подавали на QPSK-демодулятор. Современные СТВ-приёмники работают по принципу демодуляции с нулевой ПЧ. Соответственно, они имеют совмещённую схему преобразователя ПЧ и QPSK-демодулятора.



Рис. 1.2. Блок-схема приёмника стандарта DVB-S

Сигналы I и Q через согласующий фильтр поступают на свёрточный декодер Виттерби и затем на схему выделения синхробайтов. Импульс синхробайта, импульсы I- и Q-составляющих воздействуют на схему восстановления тактовых импульсов, которые необходимы для синхронизации узлов СТВ-приёмника.

После этого сигнал подвергается процессу деперемежения и поступает на внешний декодер Рида-Соломона RS(255, 239, T = 8). Затем производится компенсация энергетической дисперсии, обратная инверсия первого пакета TS, при этом в результате получается нормализованный транспортный поток MPEG-2, поступающий на демультимплексор.

Требуемый поток данных соответствующей программы, выделенный демультимплексором, поступает на MPEG-2-декодер, где он декомпрессируется и преобразуется в привычную аналоговую форму.

Конструктивно РЧ-преобразователь совместно с QPSK-демодулятором собираются в виде отдельного экранированного блока – NIM-модуля (Network Interface Module). Если QPSK-демодулятор располагается не в нём или входит в состав ИМС MPEG-декодера, блок РЧ-преобразователя называют HALF-NIM-модулем. Для сведения следует отметить, что NIM-модули в литературе также именуются FULL-NIM-модулями.

1.3. Общая характеристика стандарта DVB-C

Стандарт цифрового спутникового ТВ DVB-S дал старт качественно новым методам трансляции и передачи ТВ-программ от их поставщиков к потребителю. Стандартизированный процесс передачи цифровых программ позволил в радиочастотном канале, в котором ранее передавалась одна ТВ-программа эфирного

качества, передавать до восьми программ студийного качества. Консорциум DVB не ограничился принятием стандарта DVB-S и вслед за ним публикует в декабре 1994 года стандарт для цифрового кабельного вещания DVB-C.

Ввиду того что, по сравнению с эфирными каналами связи, кабельные линии имеют на порядок выше помехоустойчивость, используя более прогрессивные виды манипуляций, по сравнению с применяемой в DVB-S QPSK, возможно обеспечить передачу более скоростного цифрового потока информации. В основе обоих стандартов положен стандарт сжатия изображения MPEG-2, подобные схемы пакетизации нескольких программ в единый транспортный поток TS и применение универсальной системы передачи сервисной информации SI. Это обеспечило их максимальную совместимость и позволило создавать гибкие гибридные распределительные системы на основе спутниковых и кабельных распределительных систем.

Цифровые СТВ-приёмники для приёма кабельных каналов существенно не отличаются от DVB-S-ресиверов. Принципиально новыми являются устройство и работа входного NIM-модуля. Ниже приводится общая характеристика стандарта КТВ DVB-C [3] в действующей редакции (V1.2.1) от 17 апреля 1998 года, а также принципы построения демодулятора приёмной части данного стандарта.

На рис. 1.3 изображена функциональная блок-схема передающей части ТВ-сигналов и звукового сопровождения нескольких служб стандарта DVB-C. Помимо локальных источников полезной информации, формирующих ТВ-программы, источником сигнала TS могут являться распределительные сети, ремультимплексированные и оригинальные пакеты, передаваемые посредством систем спутникового и наземного цифрового вещания. В любом случае, система DVB-C относится к части адаптера кабельного канала и определена как преобразователь выходного сигнала с транспортного мультимплекса MPEG-2 в один из радиочастотных каналов кабельного ТВ (КТВ). Данный процесс включает в себе следующие этапы:

1. Адаптация транспортного потока TS и рандомизация для энергетической дисперсии.
2. Канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона).
3. Свёрточное деперемежение.
4. Преобразование байтов в m-кортежи.
5. Дифференциальное кодирование.
6. Полосовая фильтрация для модуляции.
7. QAM-модуляция.

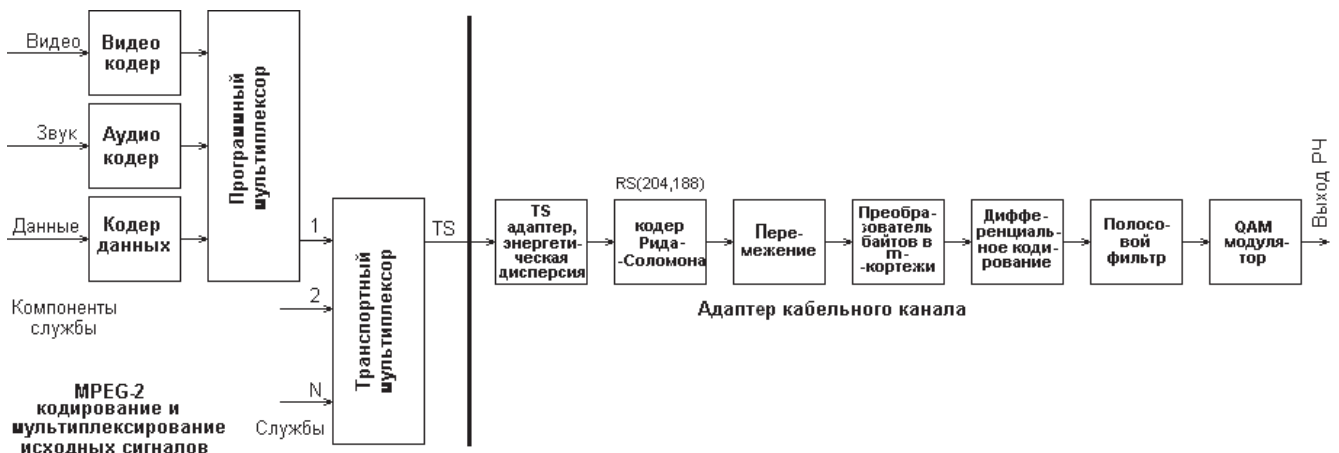


Рис. 1.3. Блок-схема DVB-C-модулятора

Можно заметить, что, в отличие от процесса формирования сигнала стандарта DVB-S, система DVB-C использует только одну ступень канального кодирования с исправлением ошибок при помощи кодов Рида-Соломона. Имеется также отличие в способе модуляции несущей.

Если сравнивать полосу частот, занимаемую одним каналом кабельного ТВ 8 или 7 МГц (Европа), по сравнению со стандартным 36 (27) МГц каналом спутникового транспондера, то можно сделать вывод о том, что в кабельный канал можно инкапсулировать гораздо меньший объём данных. Поскольку кабельные линии связи обладают большей помехоустойчивостью, по сравнению со спутниковыми, то была использована возможность применения более ёмкого метода манипуляции несущей канала. За основу принята многоуровневая квадратурная амплитудная модуляция M-QAM (Quadrature Amplitude Modulation). В зависимости от числа позиций модуляций M при передаче используются 16-, 32-, 64-, 128- и 256-позиционные квадратурные модуляции.

Функциональная блок-схема приёмного устройства стандарта DVB-C показана на рис. 1.4. Входной РЧ-сигнал кабельной сети поступает на преобразователь. Он переносит сигнал требуемого для приёма канала на промежуточную частоту (ПЧ). Частоты канала выделяются полосовым фильтром, настроенным на среднюю частоту 36,125 МГц. Обычно используемый фильтр предназначен для работы в стандарте DVB-T эфирного цифрового ТВ, но ввиду схожих характеристик каналов, выделенных для вещания обеих систем, используется в кабельных приёмниках.



Рис. 1.4. Блок-схема приёмника стандарта DVB-C

С выхода фильтра сигнал через компенсирующий усилитель ПЧ поступает на преобразователь QAM/TS-MPEG2. Сигнал ПЧ оцифровывается с помощью АЦП, и обеспечиваются цифровое преобразование и коррекция. Последовательно производятся депережевание, коррекция ошибок по Риду-Соломону RS(255, 239, T = 8), компенсация энергетической дисперсии, обратная инверсия первого пакета TS и формирование сигнала TS на выходе в параллельном виде. Далее TS преобразуется в стандартные аналоговые сигналы в основной схеме приёмника.

Так же, как и в приёмниках стандарта DVB-S, РЧ-преобразователь собирается либо совместно с QAM-демультиплексором в виде отдельного NIM-модуля, либо отдельно от него в виде HALF-NIM-модуля.

1.4. Общая характеристика стандарта DVB-T

Так как из всех способов доставки ТВ-сигнала потребителю наиболее распространён эфирный наземный способ, существовала настоятельная потребность перевода служб наземного вещания на цифровые методы передачи ТВ-программ. Исходя из сложившейся ситуации, консорциум DVB в марте 1997 года (окончательная редакция стандарта определена в июне 2004 года) опубликовал стандарт для цифрового эфирного наземного ТВ-вещания DVB-T [4], подведя итог в создании гармоничных законченных стандартов для всех трёх способов передачи ТВ-программ.

Накопленный опыт в создании и практическом применении стандартов DVB-S и DVB-C позволил оптимизировать систему DVB-T применительно к существующим условиям передачи и приёма информации. Так же, как и в предыдущих стандартах, DVB-T использует систему сжатия изображения MPEG-2, одинаковую схему пакетизации нескольких программ в единый TS и применение универсальной системы передачи сервисной информации SI. Всё это позволило обеспечить максимальную совместимость трёх систем. Результатом стала возможность создания гибких гибридных распределительных систем на основе спутниковых, кабельных и эфирных линий связи.

Важным вопросом при создании системы стандарта DVB-T являлось решение проблемы помехоустойчивого приёма многолучевого распространяющегося сигнала в условиях городской застройки и на подвижных объектах. Проблемы были решены путём принятия ряда комплексных решений, таких как более прогрессивные методы модуляции и два уровня перемежения (деперемежения на приёмной стороне).

Цифровые абонентские приставки для приёма эфирных ТВ-каналов существенно не отличаются от приставок стандартов DVB-S и DVB-C. Единственным новшеством являются устройство и работа входного NIM-модуля.

На рис. 1.5 показана функциональная блок-схема передающей части ТВ-сигналов и звукового сопровождения нескольких служб стандарта DVB-T. Источником сигнала TS, помимо локальных источников полезной информации, формирующих ТВ-программы, могут быть распределительные сети, ремультимплексированные и оригинальные пакеты, которые передаются посредством систем спутникового и кабельного цифрового вещания. Во всех указанных случаях система DVB-T относится к части адаптера кабельного канала и определена стандартом как преобразователь выходного сигнала с транспортного мультимплексора MPEG-2 в один из радиочастотных каналов наземного ТВ со стандартной частотной полосой. Данный процесс можно разделить на следующие этапы:

1. Адаптация транспортного потока TS и рандомизация для энергетической дисперсии.
2. Внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона).
3. Внешнее перемежение (так называемое свёрточное перемежение).
4. Внутреннее кодирование (так называемое выкалываемое свёрточное кодирование).
5. Внутреннее перемежение (обычное или глубокое).
6. Маппинг и модуляция.

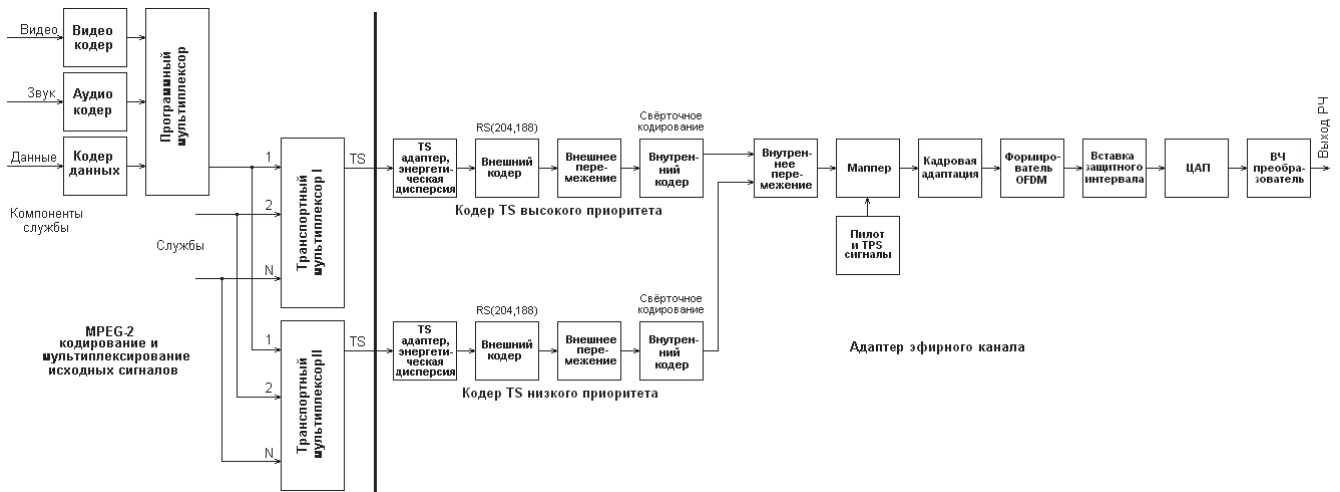


Рис. 1.5. Блок-схема DVB-T-модулятора

7. Формирование мультиплексированных с ортогональным частотным разделением каналов OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) символов и их передача.

Как можно видеть, в отличие от процесса формирования сигнала стандарта DVB-S, система стандарта DVB-T использует дополнительную ступень внутреннего дегермежения. Кроме этого, значительно усложнена схема модуляции для достижения оптимального компромисса между топологией сети наземных ТВ-передатчиков и эффективностью частотного ресурса. Это позволит системе поддерживать различные сетевые конфигурации.

Стандарт DVB-T разрабатывался для возможности нормального функционирования систем на его основе совместно с существующими передатчиками аналогового ТВ-вещания PAL/SECAM/NTSC. При этом задействована эффективная защита от помех других каналов, возникающих вследствие интерференции совмещённых CCI (Co-Channel Interference) и смежных каналов ACI (Adjacent Channel Interference), при максимальном использовании всей полосы частот VHF (Very-High Frequency) МВ и UHF (Ultra-High Frequency) ДМВ-диапазонов, предназначенных для эфирного ТВ-вещания.

Для достижения максимальной эффективности использования спектра, выделенного для ТВ-вещания, также стал применяться метод построения одночастотных сетей ТВ-вещания SFN (Single Frequency Network), который будет описан в последующих главах.

Формирование OFDM-сигнала производится в полосе частот 8, 7 и 6 МГц абсолютно одинаковыми методами. Исключение составляет элементарный период T , уникальный для каждой полосы пропускания. Следовательно, изменяя значение системной тактовой частоты, можно изменять полосу пропускания и скорость выходного потока соответственно. Параметры для передающих систем с полосой частот каналов 5 МГц будут приведены в заключительной части главы.

Суть OFDM-модуляции заключается в том, что исходный поток цифровых данных разбивается на большое количество субпотоков: 1705 (режим 2k) и 6817 (режим 8k). Режим 4k, используемый совместно с режимами 2k и 8k, в дочернем стандарте DVB-H для носимых цифровых ТВ-приёмников определён в окончательной редакции стандарта.

Каждый субпоток модулирует (первичная модуляция) свою индивидуальную несущую. Доступны три вида первичной модуляции: QPSK, 16 QAM, 64 QAM. Группы несущих частот, переносящие биты параллельных цифровых потоков, передаются последовательно совместно со служебной информацией, необходимой для восстановления данных на приёмной стороне, и называются «символом OFDM».

Режим 2k предпочтителен для применения в небольших одночастотных сетях SFN (Single-Frequency Network) с небольшим расстоянием между передатчиками. Режим 8k хорошо применяется также и в крупных сетях MFN (Multi-Frequency Network), вещающих на смежных частотах.

Применение стандартом различных уровней QAM-модуляции, наряду с различной величиной значений внутреннего канального кодирования, позволяет выбрать такую скорость передаваемого потока, при которой будет обеспечена максимальная помехоустойчивость приёма информации. Стандарт также предусматривает возможность иерархической передачи двух независимых потоков TS. При этом один будет приоритетным HP (High Priority), а второй – низкоприоритетным LP (Low Priority). (При неиерархической передаче оба потока имеют равный приоритет.) Это позволяет обеспечить, к примеру, одновременную трансляцию HD- и SD-сигналов программы. При этом декодер конфигурируется таким образом, что при ухудшении условий приёма ТВЧ-приёмник, при невозможности приёма HD-программы, переключится на SD-поток, который

более помехоустойчив в одинаковых условиях приёма. При этом на приёмной стороне не требуется одновременное декодирование двух потоков. Достаточно принимать и декодировать поток с более высоким приоритетом и при ухудшении качества сигнала переходить на декодирование низкоприоритетного сигнала. Единственным недостатком данной схемы является кратковременное прерывание трансляции (фризлинг видеосигнала на 0.5 сек и потеря звука на 0.2 сек). Это связано с адаптацией к условиям приёма низкоуровневого потока (реконфигурирование декодера).

По данным на 2011 год, в России в 41 регионе наряду с аналоговым вещанием велась эфирная трансляция цифровых программ в стандарте DVB-T. В тех регионах, где цифровое вещание не осуществляется, в городах кабельные операторы (к примеру, кабельный оператор «ТЕЛЕМИР» в г. Липецк) ведут наряду с аналоговым вещанием трансляцию цифровых программ в стандарте DVB-T. С помощью стандарта DVB-T возможно вещание через кабельные сети. При этом получается выигрыш по помехоустойчивости, по сравнению с системами на основе DVB-C, и дополнительно имеется возможность использования для приёма программ современными ТВ-приёмниками, оснащёнными цифровым радиоканалом стандарта DVB-T. Отрицательным моментом является удорожание передающего оборудования.

Введение стандарта DVB-T оправдано, поскольку его использование позволяет не только вести трансляцию ТВ-программ студийного качества без искажений, характерных для аналогового вещания. Использование стандарта также позволяет увеличить число вещаемых программ в стандартном 8 МГц канале до 4–8. Более низкий шумовой порог системы позволяет увеличить на порядок зону охвата вещания, обеспечив распределение качественных программ для удалённых населённых пунктов. Для предоставления абонентам дополнительных платных пакетов возможно использование общепринятых систем криптографии.

Функциональная блок-схема приёмного устройства стандарта DVB-T показана на рис. 1.6. Входной РЧ-сигнал стандарта DVB-T от приёмной антенны поступает на преобразователь РЧ, входящий в состав HALF-NIM. Преобразователь переносит сигнал, требуемый для приёма канала, на ПЧ. Частоты требуемого канала выделяются полосовым фильтром, настроенным на среднюю частоту 36,125 МГц (для каналов полосой 8 МГц). Фильтр также может использоваться для работы в стандарте DVB-C кабельного цифрового ТВ ввиду схожести характеристик каналов, выделенных для вещания обеих систем. Поэтому их используют в кабельных NIM- и HALF-NIM-модулях и ресиверах.

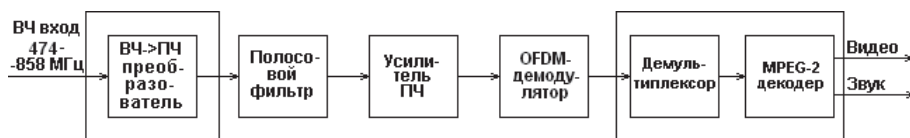


Рис. 1.6. Блок-схема приёмника стандарта DVB-T

С выхода фильтра сигнал через компенсирующий усилитель ПЧ поступает на преобразователь OFDM/TS-MPEG2. Он оцифровывает сигнал на ПЧ и обеспечивает цифровое преобразование и коррекцию OFDM-сигнала.

Последовательно производятся оценка параметров принимаемого сигнала, его коррекция, восстановление несущих, обратное внутреннее дегермежение символов и битов. Далее выделенная информация подвергается коррекции ошибок, нормализуется в TS путём компенсации энергетической дисперсии, обратной инверсии первого пакета TS и формирования сигнала TS на выходе в параллельном виде.

Далее TS преобразуется в стандартные аналоговые сигналы в основной схеме приёмника. Здесь уместно заметить, что большая масса ресиверов и цифровых ТВ-приёмников предусматривает приём программ, сжатых по стандарту MPEG-2. Стандарт DVB-T позволяет передавать программы, сжатые более прогрессивной системой сжатия MPEG-4. При этом ресиверы (или ТВ-приёмники), предусматривающие приём программ, кодированных по обоим стандартам, используют более современные ИМС для цифровых терминалов (например, STi5202 фирмы STMicroelectronics).

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | Основы спутникового, кабельного и эфирного ТВ-вещания стандарта DVB | 13 |
|----------|---|----|

2 **Функциональные схемы построения DVB-ресиверов**

| | | |
|-----------|---|-----|
| 3 | Входные NIM- и HALF-NIM-модули стандарта DVB | 24 |
| 4 | Однокристалльные декодеры для DVB-ресиверов | 65 |
| 5 | Оборудование рабочего места, инструмент и расходные материалы | 79 |
| 6 | Общая методика поиска неисправностей цифровых ресиверов и их устранение | 82 |
| 7 | Восстановление и обновление программного обеспечения (ПО) ресиверов | 84 |
| 8 | СТВ-ресиверы BIG SAT BS-S 501 Xtra, GLOBO 4100C | 93 |
| 9 | СТВ-ресиверы BOX 500, GLOBO 7010CXE, OPTICUM 7100CXE | 106 |
| 10 | СТВ-ресивер COSMOSAT 7400 | 117 |
| 11 | СТВ-ресивер DRE-4000 | 128 |
| 12 | СТВ-ресиверы DRE-4500, DRS-4500 | 142 |
| 13 | СТВ-ресиверы DRE-5000, DRE-5500, DRS-5001, DRS-5003 и GS-7300 | 176 |
| 14 | СТВ-ресиверы GALAXY INNOVATIONS GI S1125 (GI S1126) и GLOBO (OPTICUM) 4060 (4160) CX | 194 |
| 15 | СТВ-ресивер GLOBO X80 | 210 |
| 16 | СТВ-ресивер GOLDEN INTERSTAR GI-S770CR Xpeed Class | 222 |
| 17 | СТВ-ресивер GOLDEN INTERSTAR GI-S805CI Xpeed Class | 237 |
| 18 | СТВ-ресиверы GS CI-7101S, GS-7001S | 251 |
| 19 | СТВ- и КТВ-ресиверы HUMAX серии 5000 | 264 |
| 20 | СТВ-ресиверы HUMAX серии 8x00 | 275 |
| 21 | СТВ-ресиверы HUMAX серии ACE | 289 |
| 22 | СТВ-ресиверы HUMAX серии F1 | 302 |
| 23 | СТВ-ресиверы HUMAX серии FOX | 313 |
| 24 | СТВ-ресивер HUMAX PVR-9100 | 318 |
| 25 | СТВ-ресивер HYUNDAI HSS-5160NA | 334 |
| 26 | СТВ-ресиверы @STAR ASR-3530 MA, GLOBALTEQ GSR 3530A CX, LUMAX DV-728 | 345 |
| 27 | СТВ-ресиверы LUMAX DV-748, DV748 | 357 |
| 28 | СТВ-ресиверы SAMSUNG DSB-A300V, DSB-A300W, DSB-S300F, DSB-B350V и DSB-B350W | 377 |
| 29 | СТВ-ресивер Topfield 5000CI | 390 |
| 30 | КТВ-ресивер HUMAX ND-1010C | 401 |
| 31 | КТВ-ресивер KAON KCF-H220SCO | 413 |
| 32 | КТВ-ресиверы SAMSUNG серий DCB-9401 и DCB-B260. Эфирные ТВ-ресиверы SAMSUNG серий DTB-9401 и DTB-B260 | 425 |
| 33 | КТВ-ресиверы SAMSUNG серии DCB-P850 | 438 |
| 34 | Эфирный ТВ-ресивер DVT-1001-1 | 452 |
| 35 | Эфирный ТВ-ресивер GS TE-8310 | 465 |
| 36 | Эфирный ТВ-ресивер MITSUBISHI BLACK DIAMOND BD68STB | 479 |
| 37 | Эфирный ТВ-ресивер ROADSTAR DVB-2004TP | 490 |

2.1. Функциональная схема построения DVB-ресиверов и цифровых абонентских терминалов для приёма программ, сжатых по стандарту MPEG-2

Исторически первыми в практике построения сетей цифрового телевидения были спроектированы системы DVB первого поколения, представляющие три стандартизированные системы: DVB-S, -C и -T – соответственно, для спутникового, кабельного и эфирного ТВ-вещания, общие сведения о которых приведены в предыдущей главе. Стандарты предусматривали для каждой системы свои способы модуляции несущей и схему обнаружения-коррекции ошибок в канале связи. При этом они, соответственно, использовали QPSK-, многоуровневую p-QAM- и COFDM-модуляции.

Первоначально ресиверы стандарта DVB первого поколения предназначались для приёма программ, сжатых по стандарту MPEG-2. Входной РЧ-сигнал одной из трёх систем подаётся на РЧ-преобразователь (рис. 2.1), который обычно входит в состав NIM-модуля или HALF-NIM-модуля, получившего своё название ввиду отсутствия в его составе демодулятора системы DVB. Модуль собран в экранированном корпусе. Возможны случаи, когда элементы модуля для снижения производственных расходов располагают на основной плате ресивера. При этом его элементы могут быть неэкранированными.

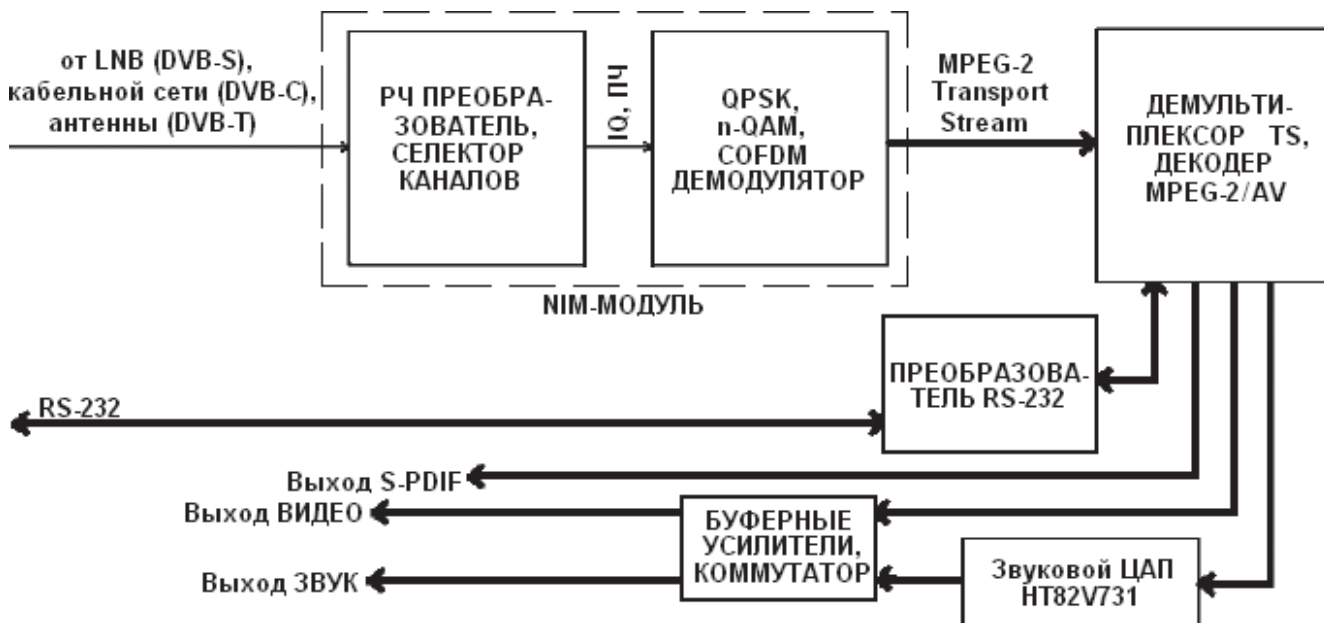


Рис. 2.1. Функциональная схема DVB-ресиверов, работающих со сжатыми программами стандарта MPEG-2

Входной сигнал, преобразованный в сигналы I и Q для системы DVB-S и промежуточную частоту (ПЧ) для систем DVB-C и -T, поступает на демодулятор, соответствующий системе. С выхода демодулятора получается цифровой транспортный поток TS, который имеет одинаковую структуру для всех трёх систем и в дальнейшем обрабатывается идентично в однокристалльном декодере, состоящем из TS-демультимплексора, извлекающего из общего потока требуемую программу, и MPEG-2-декодера, декомпрессирующего сжатый сигнал изображения и звукового сопровождения.

Первоначально для приёма и декодирования скремблированных платных программ использовался внешний CAM (Condition Access Module) модуль условного доступа. Он включался в разрыв между NIM-модулем и TS-демультимплексором. В качестве вычислительных ресурсов CAM-модуль использовал как клиент ресурсы основного процессора однокристалльного декодера, являющегося хост-системой. Модуль включал в себя дескремблер, декодирующий платную программу и позволяющий по команде оператора, распространяющего эту программу, получить абоненту доступ к ней.

Модуль оснащён интерфейсом ISO7816 для чтения смарт-карт. Существуют системы криптографии, которые работают без использования смарт-карт, к примеру DRE CRYPT 1, SHL, POWERVU. Они помогают существенно снизить расходы на организацию вещания платных каналов. Вход и выход TS для CAM-модуля, а также интерфейс соединения с хост-системой организованы в CI-интерфейс, представляющий физически РСМСІА-разъём, применяемый в ІВМ-совместимых компьютерах и ноутбуках.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru