

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	11
<b>1 Основы спутникового, кабельного и эфирного ТВ-вещания стандарта DVB .....</b>	<b>13</b>
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
<b>2 Функциональные схемы построения DVB-ресиверов .....</b>	<b>20</b>
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
<b>3 Входные NIM- и HALF-NIM-модули стандарта DVB.....</b>	<b>24</b>
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
<b>4 Однокристалльные декодеры для DVB-ресиверов .....</b>	<b>65</b>
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
<b>5</b> Оборудование рабочего места, инструмент и расходные материалы .....	<b>79</b>
<b>6</b> Общая методика поиска неисправностей цифровых ресиверов и их устранение .....	<b>82</b>
<b>7</b> Восстановление и обновление программного обеспечения (ПО) ресиверов .....	<b>84</b>
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
<b>8</b> СТВ-ресиверы BIG SAT BS-S 501 Xtra, GLOBO 4100C .....	<b>93</b>
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
<b>9</b> СТВ-ресиверы BOX 500, GLOBO 7010CXE, OPTICUM 7100CXE .....	<b>106</b>
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
<b>10</b> СТВ-ресивер COSMOSAT 7400 .....	<b>117</b>
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
<b>11</b> СТВ-ресивер DRE-4000 .....	<b>128</b>
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
<b>12</b> СТВ-ресиверы DRE-4500, DRS-4500 .....	<b>142</b>
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
<b>13</b> <b>СТВ-ресиверы DRE-5000, DRE-5500, DRS-5001, DRS-5003 и GS-7300 .....</b>	<b>176</b>
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
<b>14</b> <b>СТВ-ресиверы CALAXY INNOVATIONS GI S1125 (GI S1126) и GLOBO (OPTICUM) 4060 (4160) CX .....</b>	<b>194</b>
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
<b>15</b> <b>СТВ-ресивер GLOBO X80 .....</b>	<b>210</b>
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
<b>16</b> <b>СТВ-ресивер GOLDEN INTERSTAR GI-S770CR Xped Class.....</b>	<b>222</b>
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
<b>17</b> <b>СТВ-ресивер GOLDEN INTERSTAR GI-S805CI Xpeed Class.....</b>	<b>237</b>
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 ТРИКОЛОП ТВ.....	250
17.6. Производство ресиверов и их качество.....	250
<b>18</b> <b>СТВ-ресиверы GS CI-7101S, GS-7001S.....</b>	<b>251</b>
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 донглом системы криптокодирования DRE-CRYPT для приёма программ ТРИКОЛОП ТВ.....	263
18.6. Работа с НТВ+, Радуга ТВ.....	263
18.7. Производство ресиверов и их качество.....	263
<b>19</b> <b>СТВ- и КТВ-ресиверы HUMAX серии 5000.....</b>	<b>264</b>
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 ТРИКОЛОП ТВ.....	274
<b>20</b> <b>СТВ-ресиверы HUMAX серии 8x00.....</b>	<b>275</b>
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 ТРИКОЛОП ТВ.....	288
<b>21</b> <b>СТВ-ресиверы HUMAX серии ACE.....</b>	<b>289</b>
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
<b>22</b> <b>СТВ-ресиверы HUMAX серии F1.....</b>	<b>302</b>
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
<b>23</b> <b>СТВ-ресиверы HUMAX серии FOX .....</b>	<b>313</b>
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
<b>24</b> <b>СТВ-ресиверы HUMAX PVR-9100 .....</b>	<b>318</b>
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
<b>25</b> <b>СТВ-ресиверы HYUNDAI HSS-5160NA .....</b>	<b>334</b>
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
<b>26</b> <b>СТВ-ресиверы @STAR ASR-3530 MA, GLOBALTEQ GSR 3530A CX, LUMAX DV-728.....</b>	<b>345</b>
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
<b>27</b> <b>СТВ-ресиверы LUMAX DV-748, DV748 .....</b>	<b>357</b>
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
<b>28</b>	<b>СТВ-ресиверы SAMSUNG DSB-A300V, DSB-A300W, DSB-S300F, DSB-B350V и DSB-B350W ....</b>	<b>377</b>
	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
<b>29</b>	<b>СТВ-ресивер Topfield 5000CI .....</b>	<b>390</b>
	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
<b>30</b>	<b>КТВ-ресивер HUMAX ND-1010C .....</b>	<b>401</b>
	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
<b>31</b>	<b>КТВ-ресивер KAON KCF-H220SCO.....</b>	<b>413</b>
	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
<b>32</b>	<b>КТВ-ресиверы SAMSUNG серий DCB-9401 и DCB-B260. Эфирные ТВ-ресиверы SAMSUNG серий DTV-9401 и DTV-B260 .....</b>	<b>425</b>
	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
<b>33</b>	<b>КТВ-ресиверы SAMSUNG серии DCB-P850 .....</b>	<b>438</b>
	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
<b>34 Эфирный ТВ-ресивер DVT-1001-1 .....</b>	<b>452</b>
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
<b>35 Эфирный ТВ-ресивер GS TE-8310.....</b>	<b>465</b>
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
<b>36 Эфирный ТВ-ресивер MITSUBISHI BLACK DIAMOND BD68STB.....</b>	<b>479</b>
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
<b>37 Эфирный ТВ-ресивер ROADSTAR DVB-2004TP .....</b>	<b>490</b>
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
<b>Приложение 1. ТРИКОЛОП ТВ – общедоступное многопрограммное спутниковое ТВ. (О проекте и его реализации) .....</b>	<b>501</b>
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
<b>Приложение 2. Выбор оборудования для приёма СТВ и его установка .....</b>	<b>506</b>
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

---

<b>Список литературы .....</b>	<b>511</b>
--------------------------------	------------



# 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

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

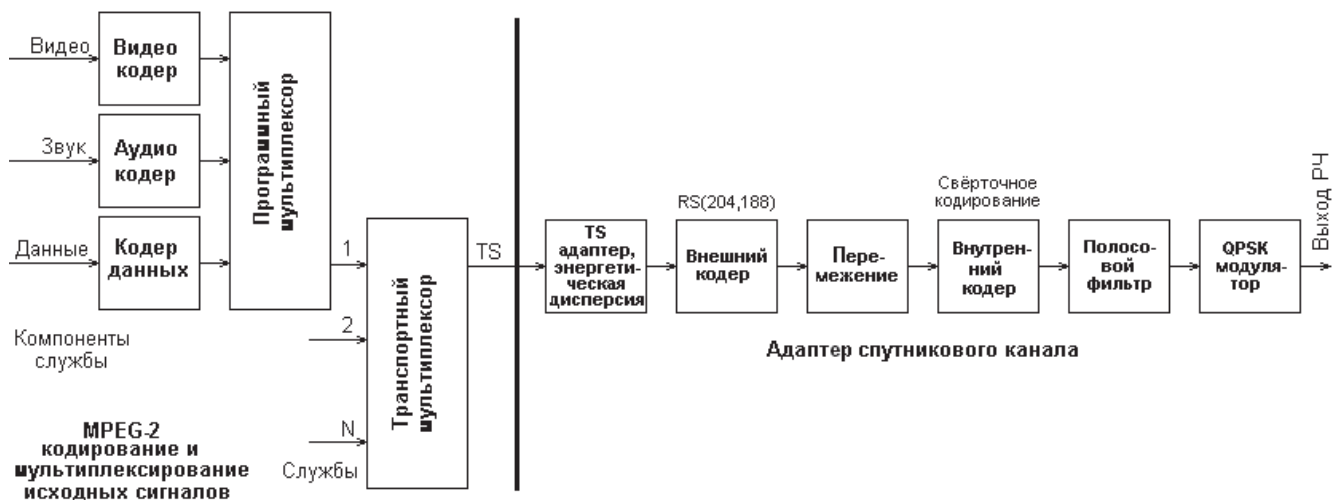


Рис. 1.1. Блок-схема DVB-S-модулятора

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 дегерережевания 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 демультиплексор.

Требуемый поток данных соответствующей программы, выделенный демультиплексором, 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, ремultipлексированные 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 депережевание.
4. Преобразование байтов в m-кортежи.
5. Дифференциальное кодирование.
6. Полосовая фильтрация для модуляции.
7. QAM-модуляция.

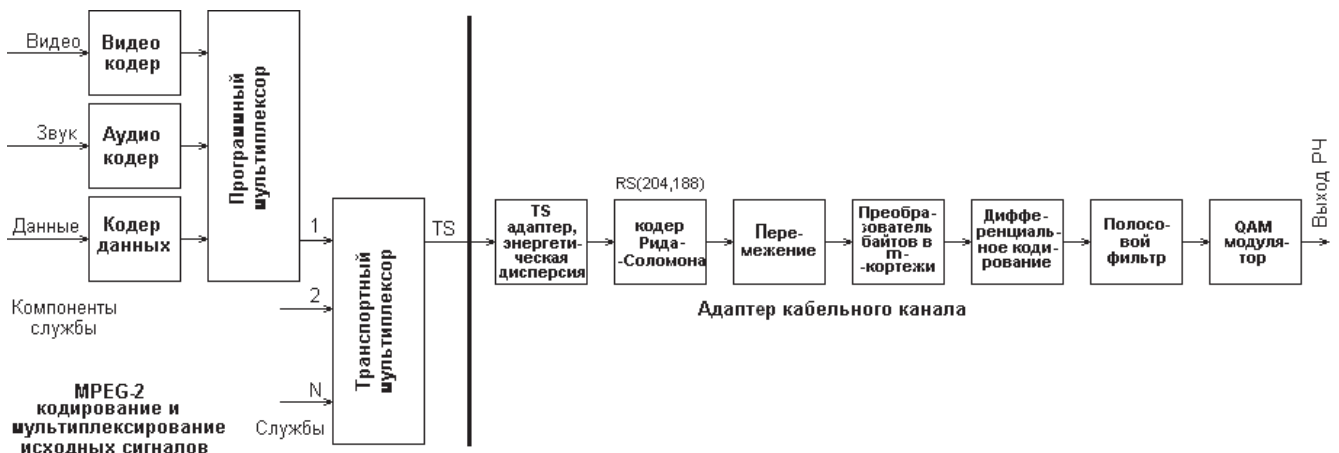


Рис. 1.3. Блок-схема DVB-C-модулятора

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 демперижение, 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.

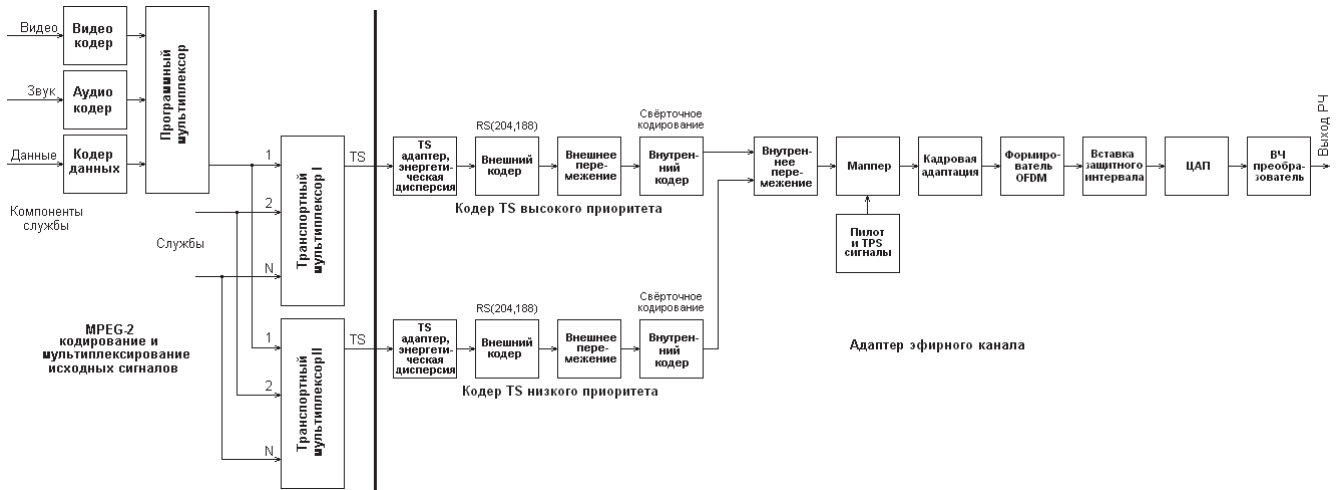


Рис. 1.5. Блок-схема DVB-T-модулятора

## 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 демежежения. 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 (фризинг 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.

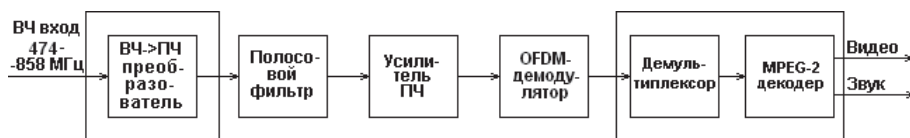


Рис. 1.6. Блок-схема приёмника стандарта DVB-T

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).

<b>1</b>	Основы спутникового, кабельного и эфирного ТВ-вещания стандарта DVB	13
----------	---	----

## **2**      **Функциональные схемы построения DVB-ресиверов**

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

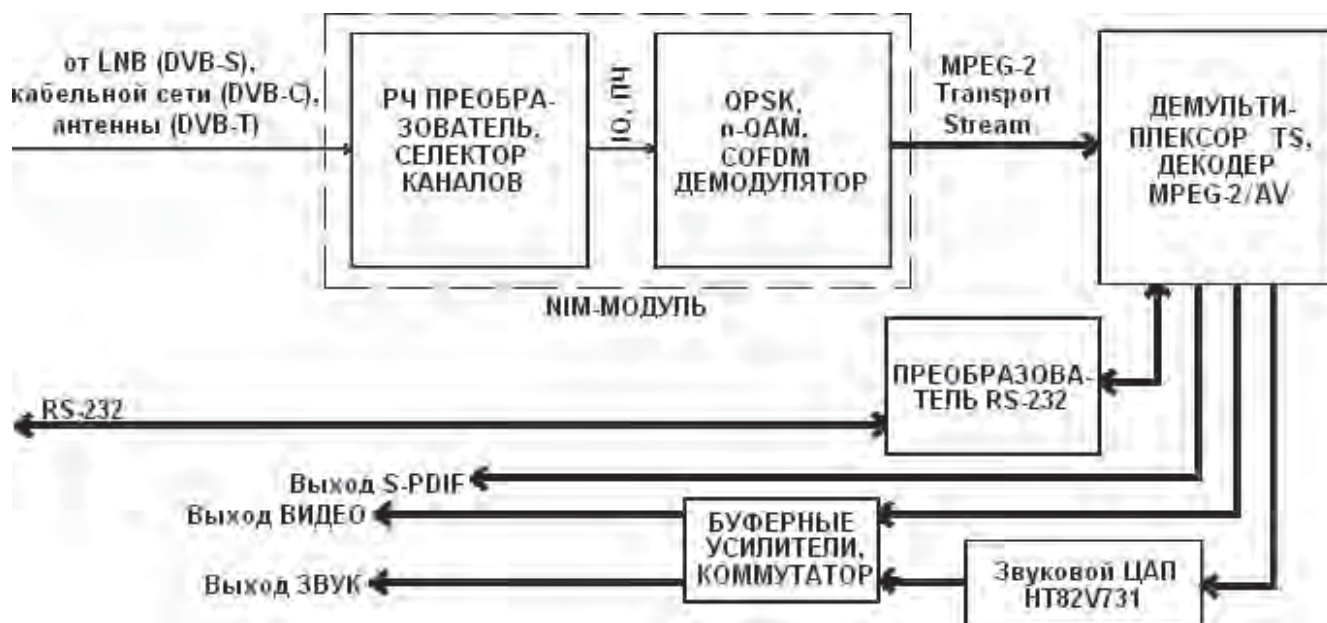


Рис. 2.1. Функциональная схема DVB-ресиверов, работающих со сжатыми программами стандарта MPEG-2

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.

Впоследствии дескремблер и схему чтения смарт-карт производители стали размещать в ИМС однокристалльного декодера. Смарт-карта подключалась к декодеру через интерфейс кардридера. Но при этом производители ресивера наряду со встроенными средствами дескремблирования продолжали оснащать аппараты CI-интерфейсами, что позволяло использовать САМ-модули для доступа к любой из систем криптокодирования. Примером может служить ресивер SAMSUNG DSB-B350W, предназначенный для приёма программ DVB-S MPEG-2 в системе криптокодирования VIACCESS и имеющий дополнительно два CI-интерфейса.

## 2.2. Функциональная схема построения DVB-ресиверов и цифровых абонентских терминалов для приёма программ, сжатых по стандарту MPEG-4

Успех системы сжатия движущихся изображений и звукового сопровождения MPEG-4 (также известной как H.264 или AVC) дал возможность вещателю передавать в стандартных РЧ-каналах больший объём информации и соответственно большее количество программ. Поскольку система MPEG-4 появилась раньше системы DVB второго поколения, вещателями была опробована схема инкапсулирования программ, сжатых по этой системе, в TS с последующей передачей по системам DVB-S, -C и -T.

Однако разработанные в то время однокристалльные декодеры MPEG-4 имели достаточно высокую стоимость. К тому же было изготовлено большое количество однокристалльных декодеров MPEG-2, в реализации которых были заинтересованы их фирмы-изготовители. Немаловажную роль сыграло то, что в разработку программного обеспечения (ПО) ресиверов также было вложено огромное количество ресурсов. Всё это создавало спрос на проектировку доработанных моделей ресиверов для приёма в системе сжатия MPEG-2 с возможностью приёма программ по системе сжатия MPEG-4.

Выход был найден в возможности применения транскодеров (конвертеров) MPEG-4/MPEG-2, включаемых в разрыв между NIM-модулем и TS-демультиплексором (рис. 2.2). Практически на основе данной функциональной схемы первоначально были выполнены САМ-модули, которые совмещали в себе дескремблер для декодирования платных программ и транскодер MPEG-4/MPEG-2.

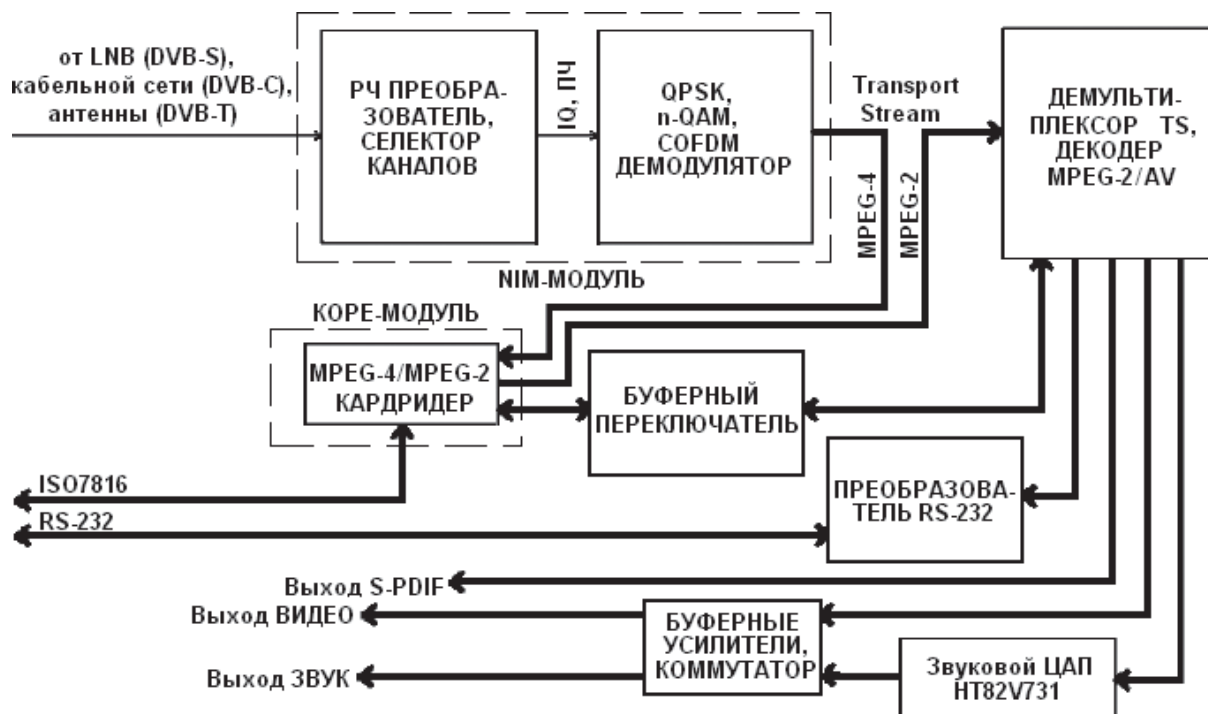


Рис. 2.2. Функциональная схема DVB-ресиверов, работающих со сжатыми программами стандарта MPEG-4

Наряду с функциями дескремблирования программы модуль преобразовывал сигналы изображения из системы MPEG-4 в систему MPEG-2. Далее преобразованный сигнал обрабатывался основным однокристалльным декодером ресивера. Примером может служить САМ-модуль системы DRE CRYPT с транскодером MPEG-4/MPEG-2 (рис. 2.3), который использовался с ресивером DRE-5500 для приёма программ ТРИКОЛОР ТВ СИБИРЬ.

Немного позже САМ-модуль транскодера и системы условного доступа для снижения производственных расходов в недорогих абонентских терминалах стали изготавливать в виде так называемых коре-модулей (рис. 2.4). Фактически коре-модуль использует ту же технологию связи клиент–сервер с основным декодером и тот же интерфейс соединения, что и у САМ-модулей с ресивером. Примером применения коре-модуля может служить ресивер DRE-4500 для приёма программ ТРИКОЛОР ТВ СИБИРЬ.



Рис. 2.3. САМ-модуль транскодера MPEG-4/MPEG-2 с дескремблером DRE CRYPT

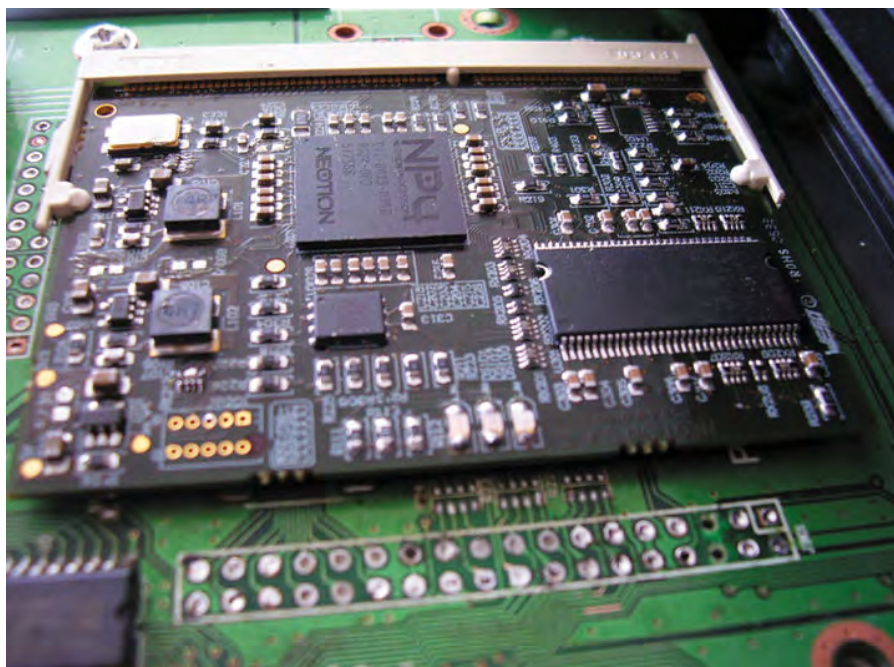


Рис. 2.4. Коре-модуль на основе процессора NP4 фирмы NEOTION

К ещё большему снижению производственных расходов привело размещение элементов транскодера MPEG-4/MPEG-2 на основной плате, как это было сделано в DVB-T MPEG-4-ресивере GENERAL SATELLITE GS TE-8310.

Введение в действие норм системы DVB второго поколения позволило ещё более увеличить объём информации, передаваемой по стандартному каналу связи, за счёт использования прогрессивных методов манипуляции и схем обнаружения-коррекции ошибок в канале связи. Первоначально модернизация схемотехники ресиверов затронула входной NIM-модуль. В модулях стали использоваться РЧ-преобразователи с улучшенными электрическими параметрами и демодуляторы DVB-S2, -C2 и -T2. (Здесь уместно заметить, что система DVB-C2 для кабельного цифрового ТВ на данный момент ещё не получила большого распространения ввиду неосвоенного запаса пропускной способности системы DVB-C MPEG-4.) При этом, как было применено в ресивере GENERAL SATELLITE GS-8300 (M, N), для декодирования программ, сжатых по системе MPEG-4, использовался коре-модуль. Собственно, коре-модуль этого ресивера содержал достаточно мощный основной процессор, на основе которого можно было создать однокристалльный ресивер, преобразуя сигналы, сжатые в системе MPEG-4, непосредственно в несжатый видеосигнал с сигналами звукового сопровождения. Однако производителю требовалось решить ряд проблем: написание нового ПО, использование внешнего встроенного видео ЦАП (внутренний у процессора отсутствует). Посему было решено пойти по пути двухпроцессорной функциональной схемы.

Появление недорогих ИМС мощных однокристалльных декодеров, преобразующих программы, сжатые по системе MPEG-4, в несжатые сигналы ТВ-программ, позволило упростить схему ресивера, отказавшись от внешнего транскодера. Несмотря на наличие в составе этих ИМС дескремблера платных программ, некоторые производители использовали дополнительно криптопроцессор NKE-1 фирмы NEOTION, которая к тому времени очень хорошо зарекомендовала себя на рынке проектирования и изготовления криптосистем для кодирования платного контента радио- и телевещательных служб. Так, данная схема использовалась фирмой GENERAL SATELLITE при производстве ресиверов GS-8302, GS-8304.

Появление однокристалльного декодера NP6+, где в качестве дескремблера задействованы элементы NKE-1, позволило многим производителям перейти на данный момент к однокристалльной схеме построения ресиверов.