

К ВОПРОСУ О ЧАСТОТНОМ ПЛАНЕ КОНВЕРТАЦИИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ КАНАЛОВ

Песков С.Н., зам директора по науке ГК «Полюс-С», к.т.н.
Подольнова А.Н., директор по маркетингу ГК «Полюс-С»

Введение. В настоящее время споры по вопросу составления частотного плана конвертации телевизионных (TV) каналов в СКТ несколько поутихли в связи с тем, что Государственная комиссия по радиочастотам (ГКРЧ) от 31.01.2005г. (протокол № 05-04) приняла решение со следующей протокольной записью: «Учитывая, что распределительные сети систем кабельного телевидения используют отдельные частоты или частотные каналы для передачи сигналов по искусственному волноводу (экранированному кабелю) без излучений в открытое пространство (без выхода в эфир), для распределительных сетей систем кабельного телевидения выделения полос радиочастот Государственной комиссией по радиочастотам и присвоения (назначения) радиочастот не требуется. Применение указанных распределительных сетей должно осуществляться при условии выполнения норм на помехозащищенность и исключения помех РЭС, работающим в соответствии с «Таблицей распределения полос радиочастот между службами Российской Федерации в полосе частот от 3 кГц до 400 ГГц».

Тем не менее, вопрос конвертации каналов остается актуальным и по сей день. Вызвано это тем, что вновь строящиеся сети кабельного телевидения (СКТ) используют все большее и большее число каналов разного назначения. Число планируемых каналов распределения в современных СКТ редко бывает менее 40. Большею частью это 50 или 60 каналов (иногда и более). Как правило, такое большое число каналов явно не используется на начальном этапе эксплуатации сети. Однако сеть оказывается рассчитанной (по энергетической нагрузке) к такому большому числу каналов, что является оправданным с учетом перспективы ее развития.

Частотная сетка рассчитывается (планируется) еще до начала выполнения проектных работ. Неудачная расстановка каналов в СКТ в значительной степени сказывается на качестве приема сигналов той или иной моделью телевизора. Настоящая публикация нацелена оказать помощь операторам кабельных сетей в этом непростом на кажущийся взгляд вопросе.

Виды транслируемых сигналов. Прежде, чем приступить к формированию частотного плана конвертации, необходимо определиться с видами транслируемых сигналов. Ведь разные сигналы транслируются с разными форматами модуляции и по-разному защищены от воздействия тех или иных видов помех. Рассмотрим традиционные виды транслируемых сигналов в СКТ.

- Сигналы аналогового наземного телевизионного вещания (НТВ). В настоящее время занимают большинство из всех транслируемых каналов. Для передачи видеоизображения используется амплитудная модуляция (АМ). Данный вид модуляции обладает хорошим энергетическим выигрышем при минимальной полосе канала, но наихудшей помехозащищенностью. Критерии предельных уровней помех в занятом канале изложены в отечественном [1] и европейском [2] стандартах. К каналам НТВ необходимо добавить и SAT-каналы, формируемые с помощью традиционных аналоговых TV-модуляторов, а также иные каналы (например, местных видеостудий), использующих АМ модуляцию.

- Сигналы цифрового НТВ - DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial). По мере внедрения цифрового телевидения находят все большее и большее применение в СКТ в силу их очень высокой помехозащищенности в части наводимых помех (включая интермодуляционные искажения второго и третьего порядков - CSO и CTB соответственно), требуемого отношения несущая/шум (C/N), а также возможных переотражений или эфирно наводимых сигналов (рассматриваются как помеха по отношению к выбранному каналу распределения). Можно даже отметить большее. В последнее время некоторые кабельные операторы в составе ГС устанавливают модуляторы DVB-T с целью дальнейшей трансляции цифро-

вых пакетов (в одном физическом канале транслируются несколько телевизионных программ) не только с точки зрения помехозащищенности, но и из соображения того, что население все больше приобретает телевизоры уже со встроенными тюнерами-декодерами сигналов DVB-T (иногда даже и не преднамеренно, а по факту его европейской установки). В составе ГС все чаще стали появляться модули DVB-T, работающие на передаче. Обычно в СКТ транслируются в формате 64QAM.

- Сигналы цифрового вещания DVB-C (Digital Video Broadcasting – Cable). Как правило, используют формат модуляции 64QAM или 256QAM (в качественных сетях). Для их приема требуется использование специального тюнера (в одном физическом канале транслируется пакет программ) - STB. Также обладают высокой помехозащищенностью по отношению к каналам НТВ. Следует помнить, что DVB сигналы транслируются в СКТ с уровнями, на 4-10 dB ниже уровня аналоговых сигналов. Экономичный и широко распространенный формат для США и европейских стран, но все еще медленно внедряющийся в отечественные СКТ из-за низкой платежеспособности населения.

- Сигналы передачи данных и телематических служб (служебные каналы). Наибольшее распространение при этом получила IP-телефония и высокоскоростной доступ в Internet. В СКТ данные сигналы доставляются к абоненту также в форматах модуляции 64QAM или 256QAM согласно стандарта DOCSIS [3]. При этом канал может занимать полосу в 6 МГц (американская версия с пониженной скоростью трансляции) или 8 МГц (европейская версия с повышенной скоростью трансляции сигналов). Очень помехозащищенный вид трансляции сигналов не только по отношению к виду используемой модуляции (большей частью сказывающейся на требуемом отношении несущая/шум - C/N), но и к самому заложенному виду кодирования цифровых пакетов.

Цель конвертации. Как известно, все сигналы, поступающие на головное оборудование (для простоты рассуждений будем именовать головной станцией - ГС) в том или ином виде (видео, аудио, сигналы наземного телевизионного вещания - НТВ, спутникового телевизионного вещания - СТВ, цифровые сигналы, сигналы местной видеостудии и т.п.) в обязательном порядке подлежат преобразованию как по частоте (устанавливается выбираемый канал распределения по СКТ), так и по формату модуляции. При этом частотная сетка расстановки каналов распределения выбирается из условия минимизации помех, наводимых на входе телевизионного приемника (в дальнейшем - телевизора), т.е. из условия его максимального помехоустойчивого приема телевизором или тюнером.

Помехи, возникающие на входе телевизора, можно разделить по источнику их возникновения на три основные группы:

- помехи, формируемые в самой головной станции (шумы, побочные продукты генерации, взаимная межканальная модуляция и т.п.);
- помехи, возникающие и накапливающиеся в СКТ по мере прохождения сигналов через оптическую систему и по коаксиальным сетям (гармонические и интермодуляционные составляющие, шумы, фоновая помеха, кроссмодуляция и т.п.);
- помехи от внешних источников сигналов, наводимых на коаксиальный кабель или непосредственно на антенный вход телевизора;
- помехи косвенного характера. К данным видам помех в первую очередь следует отнести неизбежное наличие соседних и зеркальных каналов приема.

Правильная частотная расстановка каналов позволяет минимизировать или полностью исключить некоторые виды помех. Наиболее часто расстановку каналов осуществляют по частотной сетке отечественного стандарта OIRT (нет запрета и на расстановку с шагом в 7 МГц в диапазонах МВ по частотной сетке CCIR) с шагом в 8 МГц (табл.1).

Таблица 1 Частоты радиоканалов (OIRT, D/K)

№ п/п	Наименование диапазона частот	Наименование канала	Полоса частот радиоканала, МГц	Несущие частоты, МГц		Несущие гетеродинов, МГц		Зеркальные каналы приема	
				f _{из}	f _{зв}	f _{ПЧ=38,0} МГц	f _{ПЧ=38,9} МГц	f _{ПЧ=38,0} МГц	f _{ПЧ=38,9} МГц
1	МВ I	ТВК 1	48,5-56,5	49,75	56,25	87,75	88,65	СК 2	СК 3
2		ТВК 2	58,0-66,0	59,25	65,75	97,25	98,15	СК 4	СК 4
3		ТВК 3	76,0-84,0	77,25	83,75	115,25	116,15	СК 6	СК 6
4	МВ II	ТВК 4	84,0-92,0	85,25	91,75	123,25	124,15	СК 7	СК 7
5		ТВК 5	92,0-100,0	93,25	99,75	131,25	132,15	СК 8	СК 8
6	КАТВ I	СК 1	110,0-118,0	111,25	117,75	149,25	150,15	ТВК 7	ТВК 7
7		СК 2	118,0-126,0	119,25	125,75	157,25	158,15	ТВК 8	ТВК 8
8		СК 3	126,0-134,0	127,25	133,75	165,25	166,15	ТВК 9	ТВК 9
9		СК 4	134,0-142,0	135,25	141,75	173,25	174,15	ТВК 10	ТВК 10
10		СК 5	142,0-150,0	143,25	149,75	181,25	182,15	ТВК 11	ТВК 11
11		СК 6	150,0-158,0	151,25	157,75	189,25	190,15	ТВК 12	ТВК 12
12		СК 7	158,0-166,0	159,25	165,75	197,25	198,15	СК 11	СК 11
13		СК 8	166,0-174,0	167,25	173,75	205,25	206,15	СК 12	СК 12
14	МВ III	ТВК 6	174,0-182,0	175,25	181,75	213,25	214,15	СК 13	СК 13
15		ТВК 7	182,0-190,0	183,25	189,75	221,25	222,15	СК 14	СК 14
16		ТВК 8	190,0-198,0	191,25	197,75	229,25	230,15	СК 15	СК 15
17		ТВК 9	198,0-206,0	199,25	205,75	237,25	238,15	СК 16	СК 16
18		ТВК 10	206,0-214,0	207,25	213,75	245,25	246,15	СК 17	СК 17
19		ТВК 11	214,0-222,0	215,25	221,75	253,25	254,15	СК 18	СК 18
20		ТВК 12	222,0-230,0	223,25	229,75	261,25	262,15	СК 19	СК 19
21	КАТВ II	СК 11	230,0-238,0	231,25	237,75	269,25	270,15	СК 20	СК 20
22		СК 12	238,0-246,0	239,25	245,75	277,25	278,15	СК 21	СК 21
23		СК 13	246,0-254,0	247,25	253,75	285,25	286,15	СК 22	СК 22
24		СК 14	254,0-262,0	255,25	261,75	293,25	294,15	СК 23	СК 23
25		СК 15	262,0-270,0	263,25	269,75	301,25	302,15	СК 24	СК 24
26		СК 16	270,0-278,0	271,25	277,75	309,25	310,15	СК 25	СК 25
27		СК 17	278,0-286,0	279,25	285,75	317,25	318,15	СК 26	СК 26
28		СК 18	286,0-294,0	287,25	293,75	325,25	326,15	СК 27	СК 27
29		СК 19	294,0-302,0	295,25	301,75	333,25	334,15	СК 28	СК 28
30	HYPER BAND	СК 20	302,0-310,0	303,25	309,75	347,25	342,15	СК 29	СК 29
31		СК 21	310,0-318,0	311,25	317,75	355,25	350,15	СК 30	СК 30
32		СК 22	318,0-326,0	319,25	325,75	363,25	358,15	СК 31	СК 31
33		СК 23	326,0-334,0	327,25	333,75	371,25	366,15	СК 32	СК 32
34		СК 24	334,0-342,0	335,25	341,75	379,25	374,15	СК 33	СК 33
35		СК 25	342,0-350,0	343,25	349,75	387,25	382,15	СК 34	СК 34
36		СК 26	350,0-358,0	351,25	357,75	395,25	390,15	СК 35	СК 35
37		СК 27	358,0-366,0	359,25	365,75	403,25	398,15	СК 36	СК 36
38		СК 28	366,0-374,0	367,25	373,75	411,25	406,15	СК 37	СК 37
39		СК 29	374,0-382,0	375,25	381,75	419,25	414,15	СК 38	СК 38
40		СК 30	382,0-390,0	383,25	389,75	427,25	422,15	СК 39	СК 39
41		СК 31	390,0-398,0	391,25	397,75	435,25	430,15	СК 40	СК 40
42		СК 32	398,0-406,0	399,25	405,75	443,25	438,15	ТВК 21	ТВК 21
43		СК 33	406,0-414,0	407,25	413,75	451,25	446,15	ТВК 22	ТВК 22
44		СК 34	414,0-422,0	415,25	421,75	459,25	454,15	ТВК 23	ТВК 23
45		СК 35	422,0-430,0	423,25	429,75	467,25	462,15	ТВК 24	ТВК 24
46		СК 36	430,0-438,0	431,25	437,75	475,25	470,15	ТВК 25	ТВК 25
47		СК 37	438,0-446,0	439,25	445,75	483,25	478,15	ТВК 26	ТВК 26
48		СК 38	446,0-454,0	447,25	453,75	491,25	486,15	ТВК 27	ТВК 27
49		СК 39	454,0-462,0	455,25	461,75	499,25	494,15	ТВК 28	ТВК 28
50		СК 40	462,0-470,0	463,25	469,75	507,25	502,15	ТВК 29	ТВК 29
51	ДМВ IV	ТВК 21	470,0-478,0	471,25	477,75	509,25	510,15	ТВК 30	ТВК 30
52		ТВК 22	478,0-486,0	479,25	485,75	517,25	518,15	ТВК 31	ТВК 31
53		ТВК 23	486,0-494,0	487,25	493,75	525,25	526,15	ТВК 32	ТВК 32
54		ТВК 24	496,0-502,0	495,25	501,75	533,25	534,15	ТВК 33	ТВК 33

№ п/п	Наименование диапазона частот	Наименование канала	Полоса частот радиоканала, МГц	Несущие частоты, МГц		Несущие гетеродинов, МГц		Зеркальные каналы приема	
				f _{из}	f _{зв}	f _{ПЧ=38,0} МГц	f _{ПЧ=38,9} МГц	f _{ПЧ=38,0} МГц	f _{ПЧ=38,9} МГц
55	ДМВ IV	ТВК 25	502,0-510,0	503,25	509,75	541,25	542,15	ТВК 34	ТВК 34
56		ТВК 26	510,0-518,0	511,25	517,75	549,25	550,15	ТВК 35	ТВК 35
57		ТВК 27	518,0-526,0	519,25	525,75	557,25	558,15	ТВК 36	ТВК 36
58		ТВК 28	526,0-534,0	527,25	533,75	565,25	566,15	ТВК 37	ТВК 37
59		ТВК 29	534,0-542,0	535,25	541,75	573,25	574,15	ТВК 38	ТВК 38
60		ТВК 30	542,0-550,0	543,25	549,75	581,25	582,15	ТВК 39	ТВК 39
61		ТВК 31	550,0-558,0	551,25	557,75	589,25	590,15	ТВК 40	ТВК 40
62		ТВК 32	558,0-566,0	559,25	565,75	597,25	598,15	ТВК 41	ТВК 41
63		ТВК 33	566,0-574,0	567,25	573,75	605,25	606,15	ТВК 42	ТВК 42
64	ТВК 34	574,0-582,0	575,25	581,75	613,25	614,15	ТВК 43	ТВК 43	
65	ДМВ V	ТВК 35	582,0-590,0	583,25	589,75	621,25	622,15	ТВК 44	ТВК 44
66		ТВК 36	590,0-598,0	591,25	597,75	629,25	630,15	ТВК 45	ТВК 45
67		ТВК 37	598,0-606,0	599,25	605,75	637,25	638,15	ТВК 46	ТВК 46
68		ТВК 38	606,0-614,0	607,25	613,75	645,25	646,15	ТВК 47	ТВК 47
69		ТВК 39	614,0-622,0	615,25	621,75	653,25	654,15	ТВК 48	ТВК 48
70		ТВК 40	622,0-630,0	623,25	629,75	661,25	662,15	ТВК 49	ТВК 49
71		ТВК 41	630,0-638,0	631,25	637,75	669,25	670,15	ТВК 50	ТВК 50
72		ТВК 42	638,0-646,0	639,25	645,75	677,25	678,15	ТВК 51	ТВК 51
73		ТВК 43	646,0-654,0	647,25	653,75	685,25	686,15	ТВК 52	ТВК 52
74		ТВК 44	654,0-662,0	655,25	661,75	693,25	694,15	ТВК 53	ТВК 53
75		ТВК 45	662,0-670,0	663,25	669,75	701,25	702,15	ТВК 54	ТВК 54
76		ТВК 46	670,0-678,0	671,25	677,75	709,25	710,15	ТВК 55	ТВК 55
77		ТВК 47	678,0-686,0	679,25	685,75	717,25	718,15	ТВК 56	ТВК 56
78		ТВК 48	686,0-694,0	687,25	693,75	725,25	726,15	ТВК 57	ТВК 57
79		ТВК 49	694,0-702,0	695,25	701,75	733,25	734,15	ТВК 58	ТВК 58
80		ТВК 50	702,0-710,0	703,25	709,75	741,25	742,15	ТВК 59	ТВК 59
81		ТВК 51	710,0-718,0	711,25	717,75	749,25	750,15	ТВК 60	ТВК 60
82		ТВК 52	718,0-726,0	719,25	725,75	757,25	758,15	ТВК 61	ТВК 61
83		ТВК 53	726,0-734,0	727,25	733,75	765,25	766,15	ТВК 62	ТВК 62
84		ТВК 54	734,0-742,0	735,25	741,75	773,25	774,15	ТВК 63	ТВК 63
85		ТВК 55	742,0-750,0	743,25	749,75	781,25	782,15	ТВК 64	ТВК 64
86		ТВК 56	750,0-758,0	751,25	757,75	789,25	790,15	ТВК 65	ТВК 65
87		ТВК 57	758,0-766,0	759,25	765,75	797,25	798,15	ТВК 66	ТВК 66
88		ТВК 58	766,0-774,0	767,25	773,75	805,25	806,15	ТВК 67	ТВК 67
89		ТВК 59	774,0-782,0	775,25	781,75	813,25	814,15	ТВК 68	ТВК 68
90		ТВК 60	782,0-790,0	783,25	789,75	821,25	822,15	ТВК 69	ТВК 69
91		ТВК 61	790,0-798,0	791,25	797,75	829,25	830,15	нет	нет
92		ТВК 62	798,0-806,0	799,25	805,75	837,25	838,15	нет	нет
93		ТВК 63	806,0-814,0	807,25	813,75	845,25	846,15	нет	нет
94		ТВК 64	814,0-822,0	815,25	821,75	853,25	854,15	нет	нет
95		ТВК 65	822,0-830,0	823,25	829,75	861,25	862,15	нет	нет
96		ТВК 66	830,0-838,0	831,25	837,75	869,25	870,15	нет	нет
97		ТВК 67	838,0-846,0	839,25	845,75	877,25	878,15	нет	нет
98		ТВК 68	846,0-854,0	847,25	853,75	885,25	886,15	нет	нет
99		ТВК 69	854,0-862,0	855,25	861,75	893,25	894,15	нет	нет

Частотные диапазоны прямого и реверсного каналов. Прежде чем перейти к непосредственному рассмотрению правил частотной конвертации, целесообразно немного уделить внимания рассмотрению вопроса выделения частотного диапазона под прямой канал (в прямом канале сигналы распространяются в направлении от ГС к абонентам. А в реверсном - от абонентов в направлении к ГС).

Исторически сложилось, что частотный диапазон реверсного канала (US - Upstream) в России составлял 5 – 30 МГц. Это было вызвано тем обстоятельством, что частотный диапазон прямого канала (DS - Downstream) начинался с 48 МГц (ТВК 1), а для физической реали-

зюемости частотного диплексера, входящего в состав усилителя (разделяет вход или выход усилителя на прямой и реверсный каналы и несет основную ответственность за взаимную безпомеховую трансляцию сигналов в обоих направлениях), необходим некоторый частотный пробел. С момента реального внедрения услуг интерактивного сервиса (начало 90-х годов) выяснилось, что диапазона 5 – 30 МГц явно не хватает, и европейские страны единодушно расширили его до 5 – 65 МГц (прямой канал – с 87 МГц), запретив при этом даже ввод в эксплуатацию новых TV передатчиков диапазона МВ I (47 – 68 МГц).

Неужели не хватает полосы 5-30 МГц (в 25 МГц)? Оказывается, не хватает. И не хватает в силу следующих двух основных причин:

❖ В US наблюдаются значительные шумы ингрессии, которые наиболее интенсивно проявляются в диапазоне 5–12...15 МГц (рис.1). В этом диапазоне шумы ингрессии могут равняться или даже превосходить по амплитуде сам исходный сигнал (шумы ингрессии носят импульсно-временной характер и зависят от времени суток).

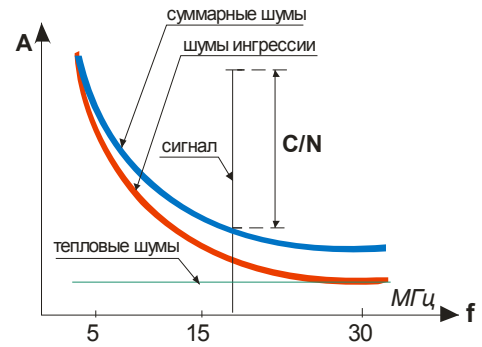


Рис.1

Таким образом, нижняя частотная точка в реверсном канале в лучшем случае может составить 12...15 МГц.

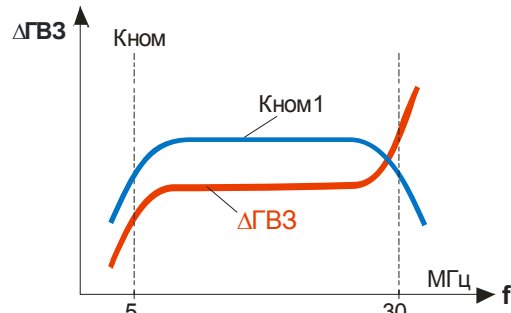


Рис.2

Следовательно, диапазон частот 25–30 МГц также является весьма ограниченным.

❖ На границах частотного диапазона наблюдается спад АЧХ усилителя US (рис.2) величиной 1–3 дБ (зависит от качества изделия). Завал АЧХ напрямую связан с коэффициентом возвратных потерь и, следовательно, с неравномерностью группового времени задержки (ГВЗ), в значительной степени проявляющейся при каскадировании усилителей (рис.2).

Отсюда следует вывод, что в лучшем случае может быть использован ограниченный

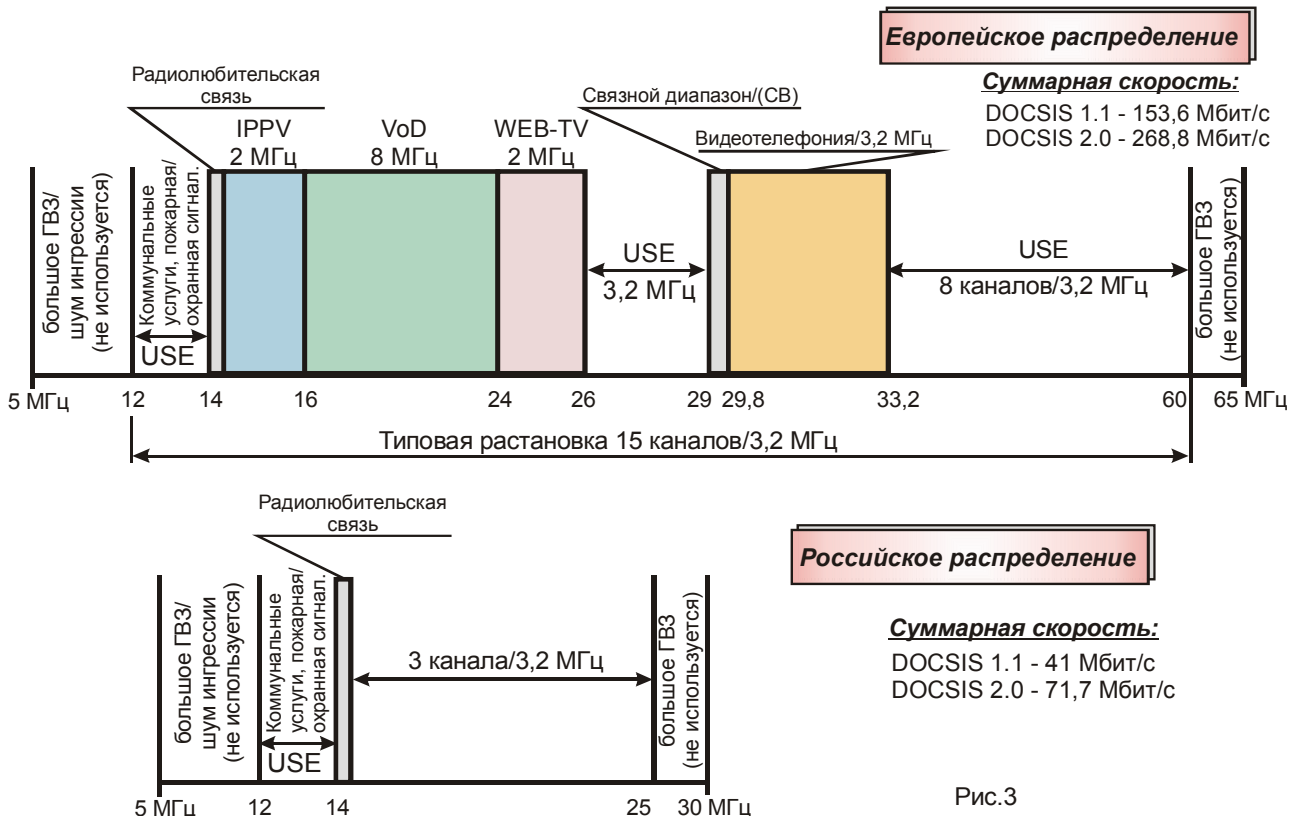


Рис.3

диапазон 12–25 МГц (рис.3), в котором могут разместиться не более 4-х каналов с полосой 3,2 МГц (10,24 Мбит/с на канал по стандарту DOCSIS). А ведь желательно позаботиться о частотном пробеле между каналами величиной не менее 0,8 МГц для возможного динамического сдвига по частоте на $\pm 0,4$ МГц. Более того, сюда же надо добавить и наличие мощных передатчиков любительской связи диапазонов 14 и 27 МГц. Согласно же европейского стандарта CENELEC EN 50083, под US выделен диапазон 5 – 65 МГц, в котором размещается 15 каналов с полосой 3,2 МГц (см. рис.3). В силу выше изложенного, при построении новой сети или модернизации уже имеющейся, желательно сразу выделять диапазон 5–65 МГц. Таким образом, частотный диапазон прямого канала еще более ограничивается и по факту начинается только с частоты 110 МГц (канал СК 1, см. табл.1), т.к. частотный диапазон 87,5-108 МГц выделен под FM-каналы радиовещания. Можно также добавить, что диапазон 5–65 МГц не запрещен к использованию отечественным ГОСТ [1].

Правила конвертации. При планировании частотной сетки расстановки каналов традиционно придерживаются следующих основных правил, положений и особенностей:

1. В каналы, занятые эфирными частотами, конвертация каналов НТВ или каналов с АМ модуляцией не осуществляется.
2. Не желательно использовать соседние каналы.
3. Следует избегать каналов, на которые попадает вторая гармоника видеонесущей от занятого канала другого диапазона.
4. Следует избегать каналов, являющихся зеркальными по отношению друг к другу.
5. Желательно располагать каналы с учетом их взаимной помехозащищенной трансляции с точки зрения интермодуляционных искажений.
6. По возможности, следует избегать каналов, поражаемых гетеродинным напряжением соседних телевизионных приемников.
7. Программы, предназначенные к обязательной трансляции должны, по возможности, располагаться только в отведенных эфирных МВ диапазонах.

Рассмотрим эти положения с точки зрения практических рекомендаций к составлению частотного плана конвертации.

□ **Конвертация в занятый канал** недопустима из здравого смысла, т.к. такой канал не будет являться помехозащищенным с точки зрения прямой электромагнитной наводки на кабель или непосредственно на антенный вход телевизора. Например, в Москве принята конвертация канала ТВК 6 в тот же канал ТВК 6. Такое решение никак нельзя признать рациональным, т.к. помимо искажений, возникающих в самом конвертере головной станции (ГС), появляется возможность возникновения сигналов прямой наводки непосредственно на антенный вход телевизора (особенно ранних поколений, использующих устаревшие селекторы телевизионных каналов СКМ-24 и СКД-24 с кабельными переходами). Значительно логичнее осуществлять конвертацию в свободный канал ТВК 7 (г. Москва). Более того, при конвертации из канала в канал возможно возникновение биений, проявляющихся в виде чередующихся светлых и темных горизонтальных полос [4].

Нежелательна также конвертация в каналы ТВК 4 и ТВК 5, которые перекрываются эфирными радиосигналами FM диапазона (87,5-108 МГц). Очевидно, что с течением времени будет появляться все большее число мощных FM радиостанций, вещающих в полном диапазоне 87,5-108 МГц¹.

При значительном удалении от вещательного телецентра можно обходиться вообще без конвертации, используя дешевые селективные каналные модули прямого усиления (же-

¹ В настоящее время вещание во многих регионах ведется в усеченном диапазоне 100-108 МГц

лательно с АРУ) в составе ГС. Конвертация DVB-T сигналов вообще не принципиальна и для приема таких сигналов вполне допустимо использование ГС прямого усиления или канального избирательного усилителя. В крайнем случае, можно конвертировать только каналы МВ диапазона и отдельные мощные каналы ДМВ диапазона, для уверенного приема которых не требуется применения малошумящих мачтовых усилителей или антенных решеток.

➤ В общем случае конвертация всегда желательна (даже, если у всех абонентов будет использован качественный кабель с высоким коэффициентом радиозащитной защиты), за исключением использования пакетов цифрового телевизионного вещания DVB-C и DVB-T, которые можно конвертировать в эфирные каналы. Помимо их высокой помехозащищенности следует отметить, что они не могут являться паразитными зеркальными каналами приема, т.к. отличаются по типу модуляции, а их уровень в СКТ много ниже уровня АМ ТВ сигналов порядка 6-10 дБ. Чувствительность же цифровых тюнеров или цифровых телевизоров по любому из международных стандартов составляет не хуже 44 дБμV [5].

В любом случае желательно перед частотным планированием провести эфирный зондаж в полном частотном диапазоне 48-862 МГц на предмет выявления эфирных помех (радиолюбительская связь, сотовая радиосвязь, пейджинговая связь, спецсвязь и т.п.).

□ **Работа в соседних каналах** возможна при использовании ГС, подавляющей побочные сигналы (любые виды сигналов, включая шумы, вне рабочей полосы канала) на величину не менее 60 дБ [1,2]. ГС второго класса с двойным преобразованием по частоте удовлетворяют этому требованию. ГС первого класса согласно [2] обладают уровнем побочных сигналов не более -66 дБ. Использование смежных каналов в диапазоне ДМВ тем не менее нежелательно из-за низкой стабильности частоты гетеродина телевизора (до ± 700 кГц для телевизоров II и III поколений). Возможный частичный «захват» соседнего канала показан на рис.4. Сюда следует добавить и собственную нестабильность конвертирующего модуля ГС (не более $\pm 62,5$ кГц для ГС второго класса и ± 125 кГц для ГС третьего класса). Такой частотный выбег возможен только в случае использования отечественных телевизоров III-го и более низких поколений, которых все меньше и меньше у населения. В связи с этим, запрет на работу в соседних (смежных) каналах распределения может накладываться только в случае использования ГС ниже 2-го класса.

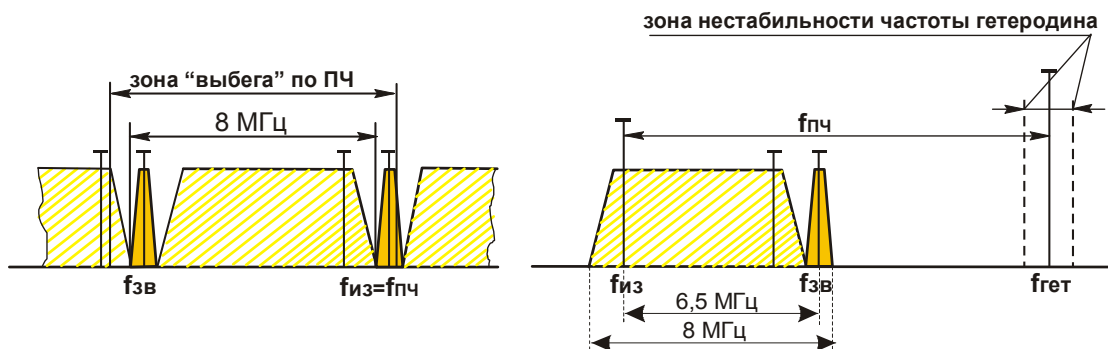


Рис. 4

При большом числе каналов, планируемых к трансляции (более 40...50), и вынужденной работе в соседних каналах ДМВ диапазона, может быть использована чередующаяся расстановка эфирных программ (система SECAM, поднесущая звука 6,5 МГц) и SAT программ (система PAL, поднесущая звука 5,5 МГц) или им аналогичных, занимающих полную полосу частот 7 МГц вместо отведенных 8 МГц. Однако такая рекомендация носит ограниченный характер из-за широкого спектра телевизоров, используемых в сети.

□ **Гармонические составляющие.** При трансляции по СКТ, ТВ сигналы неоднократно усиливаются усилителями. Любой усилитель в силу нелинейности вольтамперной характеристики при усилении даже одного немодулированного синусоидального сигнала частотой ω_0 создает бесконечный ряд гармоник с частотами $n \cdot \omega_0$, где n - целые положительные

числа (2, 3...). Амплитуда каждой из гармоник убывает пропорционально квадрату ее номера. Как в силу энергетической загрузки, так и по причине ограниченности частотного диапазона, наиболее опасной является вторая гармоника. Использование усилителей с выходными каскадами Push-Pull или Power Doubler [6] позволяет существенно снизить ее уровень. Однако ее накопление по магистрали (когерентный вид помехи) осуществляется по закону второй степени, аналогично СТВ [6]. Поэтому желательно избегать каналов, поражаемых второй гармоникой более низкочастотного задействованного канала в случае наличия "свободного места". Тем не менее, безусловное выполнение требований [1] или [2] исключает это замечание.

➤ Вспомним простое правило арифметики: «Удвоение четного или нечетного числа дает в ответе всегда четное число». В силу этого правила *не следует использовать каналы с четными номерами согласно табл.1*. Например, канал СК 2 (№7 по табл.1) своей второй гармоникой будет поражать канал СК 12 (№22).

□ **Интермодуляционные искажения** (Inter Modulation Distortion - IMD). Не смотря на то, что непосредственного отношения интермодуляционные искажения к частотной сетке конвертации не имеют, краткое их рассмотрение позволит правильно подойти к оптимальной расстановке каналов, при которой облегчается их трансляция при минимальных искажениях. Тем не менее, следует напомнить, что правильный расчет СКТ в части СХМА (кроссмодуляция), CSO и СТВ [6] позволяет расставлять каналы вне зависимости от их частотного кластерирования.

Под кроссмодуляцией понимают нежелательную (паразитную) модуляцию несущей видеоизображения рассматриваемого канала модулированным сигналом другого транслируемого канала (каналов). Практические испытания показывают, что частотное расположение каналов весьма мало оказывает влияние на результат взаимной модуляции. Аналогичное замечание можно сделать и в части СТВ, хотя именно эти два вида искажений быстрее всего накапливаются по магистрали.

IMD второго порядка (CSO) накапливаются по традиционному закону суммирования мощностей, т.е. не так быстро, как СТВ и СХМА. Напомним, что CSO появляются на суммарной или разностной частотах при взаимодействии двух каналов ($f_i = |f_1 \pm f_2|$). Обратимся опять к простому правилу арифметики: "Суммой или разностью двух нечетных чисел всегда является четное число". Следовательно, как и в предыдущем случае, *в целях полного исключения влияния CSO на качество транслируемых каналов, следует использовать каналы только с нечетными номерами согласно табл.1* (например, каналы ТВК 7, ТВК 9, ТВК 23 и т.д.).

□ **Зеркальные каналы приема.** Подавляющее большинство телевизоров строятся по супергетеродинной схеме с однократным преобразованием частоты (концерн Philips выпускает некоторые модели цифровых телевизоров со встроенным SAT-тюнером и двойным преобразованием частоты вверх. У таких телевизоров зеркальная частота лежит вне диапазона SATV). При этом промежуточная частота (рис.5) лежит ниже частоты любого из транслируемых каналов (обычно в диапазоне 31,5...38,9 МГц). Несущая частота изображения по промежуточной частоте (ПЧ) составляет 38,0 МГц (устаревшие модели отечественных телевизоров) или 38,9 МГц (последние модели отечественных телевизоров и импортные телевизоры).

В целях инверсии принимаемого радиочастотного сигнала, частота гетеродина $f_{гет}$ выбирается выше частоты несущей изображения $f_{из}$ на величину ПЧ $f_{ПЧ}$ (рис.5), т.е. выполняется условие: $f_{ПЧ} = f_{гет} - f_{из}$. Из теории радиоприемных устройств известно, что на выходе смесителя (а также на выходе УПЧ) сформируется сигнал такой же амплитуды при выполнении условия: $f_{ПЧ} = f_{из} - f_{гет}$, т.е. телевизор обладает паразитным зеркальным каналом приема, лежащим в диапазоне транслируемых сигналов. Это накладывает ограничения на планируемую сетку частот в части появления возможных паразитных зеркальных каналов приема.

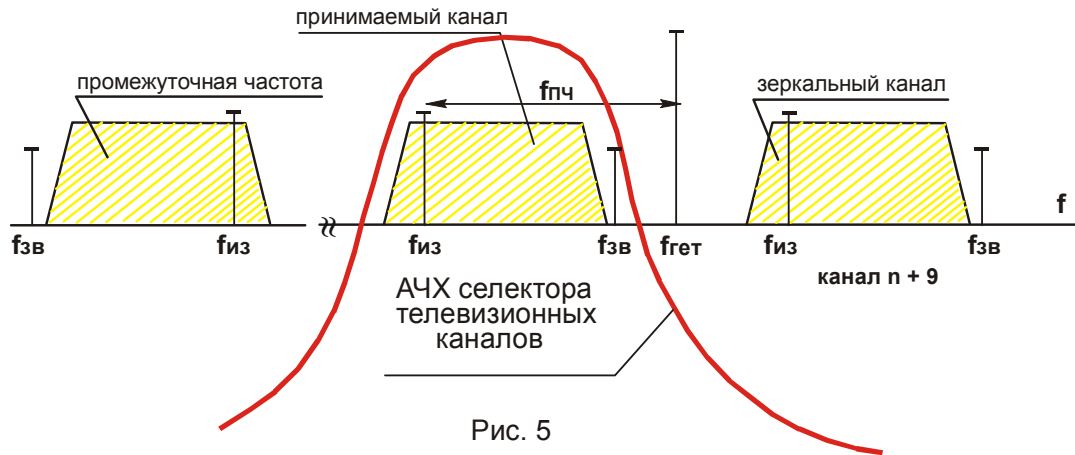


Рис. 5

Если за избирательность по соседнему каналу несет ответственность фильтр ПЧ (как правило, с использованием фильтра на поверхностных акустических волнах - ПАВ), то за избирательность по зеркальной частоте – входной фильтр по высокой частоте (ВЧ), конструктивно устанавливаемый в селекторе телевизионных каналов (СК). Как правило, ВЧ фильтр обладает электронной перестройкой по частоте (настройка на требуемый канал), выполнен на варикапах и не обладает должной избирательностью (особенно при использовании устаревших отечественных телевизоров с СК типа СКМ-24 и СКД-24). Проведенный анализ [7,8] показал, что типовая избирательность телевизоров по зеркальному каналу составляет 50...60 dB в диапазонах МВ и 40...50 dB в диапазоне ДМВ (1995г.). Только последние модели СК концерна Philips (или все телевизоры выпуска позднее 97-98гг.) обладают избирательностью по зеркальному каналу не менее 70 dB в диапазонах МВ и 60 dB в диапазоне ДМВ.

С учетом допустимой неравномерности АЧХ по диапазону и защитного интервала, можно считать, что телевизор должен иметь избирательность по зеркальному каналу в любом из диапазонов не менее 55 dB. Это означает, что для относительно малых СКТ (пансионат, санаторий, коттеджный поселок и т.п.) с новыми моделями телевизоров можно пренебречь наличием зеркальных каналов в любом из диапазонов. Для крупных СКТ (более 1000 абонентов) *можно смело пренебречь наличием зеркальных каналов приема (в случае безусловного выполнения требования п.1.3 табл.5.1 ГОСТ Р 52023-2003) в диапазонах МВ (часто и в диапазоне Нурбанд), но необходим обязательный учет в диапазоне ДМВ* (должно быть выдержано обязательное защитное отношение в 45 dB).

➤ Какой же номер канала является зеркальным по отношению к прямому? Рассмотрение табл.1 показывает, что по отношению к видео несущей вне зависимости от модели используемого телевизора, зеркальным $n_{зер}$ по отношению к рассматриваемому n является канал $n_{зер} = n + 9$. Например, если в СКТ задействован ТВК 25 (№55, см. табл.), то недопустим ТВК 34 и т.д. Таким образом, *при расстановке каналов только на нечетных номерах (см. табл.1), можно избежать паразитных зеркальных каналов приема.*

Выше рассмотренные правила расстановки каналов не распространяются на диапазоны МВ,II стандарта OIRT, где отсутствует жестко привязанный шаг расстановки в 8 МГц (см. табл.1). К данным каналам надо подходить индивидуально, избирательно, с учетом возможного появления выше описанных видов помех и искажений. Если же в сети использован реверсный канал полного диапазона (5-65 МГц) и FM диапазон (87,5-108 МГц), то все выше изложенные правила являются справедливыми для всех каналов, т.к. самым низлежащим каналом распределения окажется канал СК 1, начиная с которого выдерживается шаг в 8 МГц.

Интересно отметить, что при использовании частотной сетки стандарта CCIR (шаг расстановки каналов 7 МГц в диапазонах МВ, что иногда практикуется кабельными операторами для плотного заполнения SAT каналами КАТВ диапазона), $n_{зер} = n + 11$, т.е. опять действует простейшее *правило расстановки каналов в нечетных номерах*. Именно в силу выше названных причин все селекторы телевизионных каналов западноевропейского производства

подвергают обязательному тестированию на каналах $n \pm 1$, $n \pm 5$, $n \pm 9$ и $n \pm 11$ (зеркальный канал приема при шаге расстановки в 7 МГц).

□ **Гетеродинные напряжения.** Сам телевизор, вне зависимости от качества доставляемых сигналов, является источником помехи из-за паразитно просачиваемой мощности гетеродина СК на антенный вход а, следовательно, и в общую кабельную сеть (рис.6). Наиболее сильное влияние гетеродинные напря-

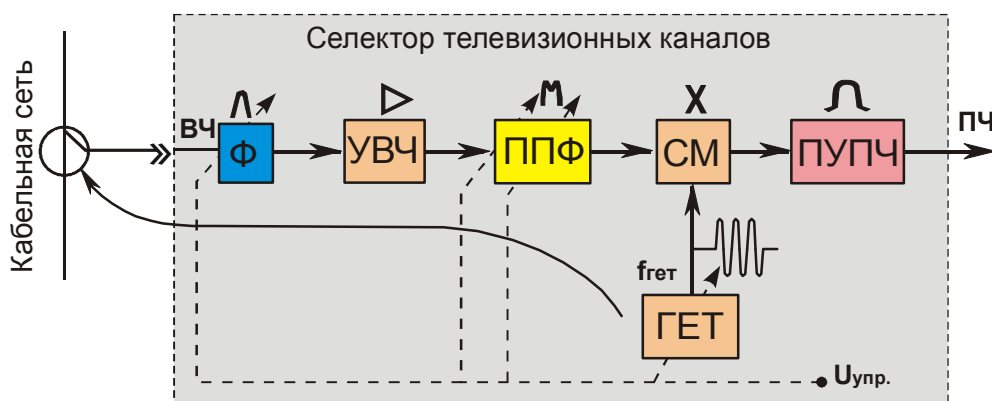


Рис. 6

жения оказывают на соседние телевизоры, подключенные к общему разветвителю ТВ сигналов (рис.7).

Как показал анализ отечественных и зарубежных СК [7,8], уровень гетеродинного напряжения на антенном входе отечественных телевизоров может достигать величины 60 дБмВ. У телевизоров западноевропейского производства согласно CENELEC данный уровень не должен превышать 52 дБмВ в любом диапазоне частот.

Учитывая, что частота гетеродина телевизионного приемника лежит выше видео-несущей принимаемого канала на $f_{ПЧ}$, обратившись к табл.1 можно заметить, что поражается каждый $n + 4$ канал (устаревшие модели телевизионных приемников с $f_{ПЧ} = 38,0$ МГц) или $n + 5$ канал (импортные телевизоры, последние модели отечественных телевизоров с $f_{ПЧ} = 38,9$ МГц).

Заметим, что при использовании телевизоров с $f_{ПЧ} = 38,9$ МГц и *при расстановке каналов только по нечетным номерам* (как было рекомендовано выше), поражаются только четные (не задействованные) каналы, т.е. влиянием гетеродинной помехи можно пренебречь.

Также отметим, что чем больше уровень сигнала на входе телевизора, тем меньшее влияние оказывает паразитно просачиваемое напряжение гетеродина соседнего телевизора (увеличивается отношение сигнал/помеха). Радикальным способом борьбы с гетеродинной помехой является применение абонентских разветвителей с повышенной величиной развязки между отводами. Согласно [1], с учетом частотно зависимого защитного интервала телевизора при произвольной частотной расстановке каналов, необходимо обеспечить развязку между выходами двух любых абонентских розеток величиной не менее 22 дВ, а при наличии реверсного направления - не менее 36 дВ (что связано с проникновением гармоник от мощных сигналов кабельных модемов). Согласно же Европейского стандарта [2], развязка в любом случае должна быть не менее 42 дВ во всем диапазоне частот. Таким образом, *при расстановке каналов по нечетным номерам согласно табл.1* и при использовании телевизоров выпуска позднее 2000 г. (переход на ПЧ только с 38,9 МГц), данный критерий вообще можно не брать в рассмотрение.

□ **Расстановка цифровых каналов вещания.** Под цифровыми каналами понимаются любые сигналы с цифровым форматом модуляции (например, наиболее часто используемые QPSK или QAM). Расстановка данных каналов может осуществляться произвольно, т.к. они не оказывают влияния на аналоговые каналы распределения даже по зеркальному каналу в силу их отличного формата модуляции (у таких сигналов отсутствует явно выраженная несущая) и малого собственного уровня относительно аналоговых ТВ каналов.

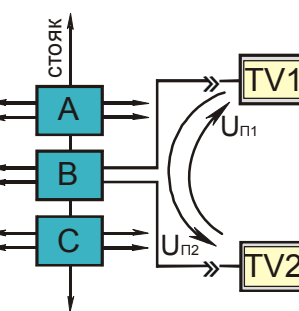


Рис. 7

По тем же причинам цифровые каналы можно расставлять даже в каналах, занятых эфирным вещанием. При этом лучше придерживаться прежнего *правила использования только нечетных каналов*.

Общие тенденции расстановки частотных каналов. Не вдаваясь в подробности приведем общие тенденции расстановки каналов по диапазонам. Приводимые рекомендации (см. табл.2) ни в коей мере не следует воспринимать как обязательные. Тем не менее, они учитывают региональные особенности России, характер внедряемых услуг интерактивного сервиса, типы (возможности) телевизионных приемников, требование трансляции в отведенных диапазонах обязательных (доступных) российских ТВ программ и т.п.

Таблица 2 Общие тенденции расстановки частотных каналов

Диапазон	Каналы (МГц)	Назначение
МВІ	ТВК 1, ТВК 2 (48,5-66,0)	<p>Основные каналы, занятые в настоящее время для трансляции в СКТ ввиду удобства их приема ТВ приемниками любого поколения. Каналы разнесены по частоте, что создает удобство из совместной трансляции.</p> <p>Следует отметить несколько пониженное качество трансляции канала R1 из-за повышенного значения ГВЗ, обязанному скату АЧХ усилителей, а также плохой работе большинства телевизионных СК на краю диапазона перестройки.</p> <p>С расширением частотного диапазона реверсного канала до 5-65 МГц (а это неизбежная необходимость в ближайшие 5 лет) потребует исключение данных каналов из трансляции, как это повсеместно сделано в Европе.</p>
УКВ	(66,0-74,0)	<p>Трансляция УКВ программ по СКТ. Как правило, из-за больших мощностей УКВ передатчиков, трансляция программ не осуществляется, т.к. они с отличным качеством принимаются традиционными радиоприемниками (музыкальными центрами) на телескопическую антенну. Также большинство импортных SAT-приемников (радио) и FM-конвертеров не работают в данном диапазоне. Заказчик крайне редко пользуется такой услугой. Более того, этот диапазон не пользуется популярностью в центральных регионах. Например, в Москве осталось всего 2 радиостанции. В экономическом плане они себя не окупают. Население в подавляющем большинстве покупает только импортные радиоприемники с FM диапазоном 87,5-108 МГц. Скорее всего, в ближайшем будущем данный диапазон будет пересмотрен.</p>
МВІ	ТВК 3 (76,0-84,0)	<p>Широко используемый канал, аналогичный каналам ТВК 1 и ТВК 2. Иногда на частотах этого канала используют пилот-сигналы, служебные команды, прямые потоки информационных услуг и т.п., что ограничивает его использование. При диапазоне реверсного канала 5-65 МГц он не задействуется.</p>
МВІІ	ТВК 4, ТВК 5 (84,0-100,0)	<p>Широко используемые каналы. К недостатку следует отнести тот факт, что указанные каналы частично перекрывают диапазон FM (87,5 – 108,0 МГц), который все более заполняется в последнее время (до недавнего времени отводился только усеченный диапазон 100-108 МГц). Для крупных СКТ в больших городах данные каналы лучше не планировать.</p>
FM	(87,5-108,0)	<p>Весьма популярный диапазон стереофонического радиовещания из-за отличного качества звука с повышенной стереоразвязкой. Большое число заявок на получение лицензии на вещание в этом диапазоне.</p> <p>Диапазон удачно дополняется стереофоническими радиoproграммами со спутников. Иногда осуществляют конвертацию отдельных популярных программ из УКВ диапазона (66,0 – 74,0 МГц) в FM диапазон. Некоторые каналы сдаются в аренду радиостанциям, не имеющим лицензии на эфирное вещание. Ожидается, что в ближайшее время диапазон будет переполнен (в центральных регионах уже задействовано порядка 20 радиостанций). В дальнейшем ожидается переход на цифровое вещание.</p>

Диапазон	Каналы (МГц)	Назначение
КАТВ1	СК 1...СК 8 (110,0-174,0)	<p>Обычно каналы СК 1 и СК 2 отводятся для DSR – цифрового спутникового радиовещания, не находящего широкого применения в России. Часто эти же два канала отводятся под служебные сигналы (под служебными сигналами понимаются цифровые сигналы услуг интерактивного сервиса – телефония, Internet, Ethernet, менеджмент, банк базы данных, коммуникационные услуги и т.п.) или пакеты цифрового пакетного телевизионного вещания (DVB-C).</p> <p>СК каналы принимаются далеко не всеми телевизорами. Тем не менее, данный диапазон активно используется для трансляции SAT каналов (иногда и с шагом в 7 МГц) или для конвертации ДМВ каналов при их задействовании в устаревших сетях.</p> <p>Иногда на канале СК 5 (142,0 –150,0) проявляются помехи от любительской радиосвязи (диапазон 144 МГц с использованием частотной модуляции). Следует осторожно относиться и к каналу СК 8, в котором предусмотрена связь ФСБ (иногда даже мешает нормальной работе канала ТВК 6).</p>
МВШ	ТВК 6 – ТВК 12 (174,0-230,0)	<p>Самые широко используемые каналы как в России, так и в Европе. Обычно диапазон «заполняют до отказа» даже в ущерб качеству трансляции. Обычно, ввиду простоты и удобства физической реализуемости, сам TV приемник в данном диапазоне обладает наилучшими параметрами (коэффициент шума, усиление, неравномерность АЧХ, избирательность по зеркальному каналу, кроссмодуляция).</p> <p>В этом диапазоне целесообразно транслировать аналоговые TV каналы, предназначенные к обязательной трансляции. Данный диапазон не рекомендуется заполнять кодированными программами, цифровыми каналами и т.п.</p>
КАТВII	СК 11... СК 19 (230,0-302,0)	<p>Аналогичны диапазону КАТВ1, но требуют, как минимум, частотного диапазона СКТ до 300 МГц и телевизоров с перекрытием кабельных диапазонов.</p> <p>Необходимо принимать во внимание, что на верхних каналах (СК 18 и СК 19) ТВ приемники обычно обладают пониженной избирательностью по зеркальному каналу (специфика построения СК из-за ограниченности электронной перестройки по частоте).</p>
Hyper-band	СК 20 – СК 40 (302,0-470,0)	<p>Первоначально диапазон предназначался для телевидения высокой четкости (HDTV). Существовало несколько стандартов канальной расстановки в данном диапазоне, в том числе с полосой канала 12 МГц для трансляции TV сигналов в цифро-аналоговом формате D2-MAC. В последнее время, в связи с появлением стандарта DVB-C (цифровое телевизионное вещание в кабельных каналах), утверждена сетка частот с шагом 8 МГц для возможности трансляции как традиционных аналоговых сигналов, так и цифровых пакетов в формате QAM. Допустимо использование любого цифрового стандарта (например, OFDM, CDMA), не требующего ширины полосы канала свыше 8 МГц.</p> <p>Большинство телевизоров до V-го поколения не имеют диапазона Hyperband, в связи с чем в нем наиболее логично осуществлять трансляцию пакетов цифровых TV программ, а также служебные цифровые каналы, раскрываемые любыми кабельными цифровыми тюнерами или кабельными модемами.</p>
ДМВ	ТВК 21 – ТВК 60	<p>Диапазон, удобный для трансляции TV аналоговых сигналов. Необходимо учитывать тот факт, что большинство отечественных телевизоров до V-го поколения имеют диапазон до 790 МГц (ТВК 60), в связи с чем верхние каналы (ТВК 61...ТВК 69) логичнее задействовать в самую последнюю очередь, или отводить данные каналы под цифровые сигналы и пакеты. Можно использовать и диапазонное пакетирование по той простой причине, что обеспеченный абонент (кто подписался на платные услуги) всегда имеет в своем распоряжении импортный телевизор или отечественный телевизор выпуска позднее 2000г.</p>

Примеры составления частотных планов конвертации. Для лучшего восприятия изложенного выше материала, в табл.3 приведены два варианта частотных планов конвертации на 50 и 57 каналов. Наименования каналов даны условно. Вариант 1 является наиболее помехозащищенным. Вариант 2 - менее помехозащищенным, но с большим числом каналов. Надо отдать должное специалистам ФГУП ГРЧЦ, что после предоставления в их адрес подробного технического обоснования, они любезно согласились утвердить любой из предос-

тавленных вариантов с незначительными правками и комментариями. Все пояснения к общим частотным планам конвертации даны в конце таблицы. В эфире используются каналы: ТВК 1, ТВК 3, ТВК 9, ТВК 23, ТВК 26, ТВК 29, ТВК34, ТВК 36, ТВК 39, ТВК 41, ТВК 49. Предусмотрен канал видеостудии. Частотный план конвертации FM каналов радиовещания составлялся отдельно. Для удобства сравнения двух вариантов таблица составлена несколько в отличной форме от стандартного положения.

Следует также отметить очень важный момент, что в СКТ планируются к трансляции сразу 3 пакета: "Социальный" - доступен для всех, "Премиальный" и "Платинум" - коммерческие платные пакеты, защищаемые диапазонными фильтрами пакетирования. При такой ситуации частотная расстановка каналов еще более усложнилась из-за неизбежной потери некоторых частотных областей в силу технических ограничений исполнения заградительных фильтров с высокой крутизной скатов, особенно в диапазонах ДМВ.

Таблица 3 Два варианта частотных планов конвертации

№ п/п	Канал в сети	Полоса частот канала, МГц	Вариант 1		Вариант 2		Комментарии
			Источник сигнала	Наименование программы	Источник сигнала	Наименование программы	
-	Реверсный канал	5-65		Интерактивные услуги	+	+	Доступны всем абонентам
-	FM диапазон	87,5-108		Сtereo радиoproграммы	+	+	Доступны всем абонентам (17 программ)
1	ТВК 1	48,5-56,5		-	-	-	Диапазон занят. Не используется
2	ТВК 2	58-66		-	-	-	
3	ТВК 3	76-84		-	-	-	
4	ТВК 4	84-92		-	-	-	
5	ТВК 5	92-100		-	-	-	Диапазон занят. Не используется
6	СК 1	110-118	Провайдер	Цифровой канал	-	Резерв	Социальный пакет
7	СК 2	118-126	Провайдер	Цифровой канал	Провайдер	Цифровой канал	
8	СК 3	126-134	ТВК 11	REN-TV	ТВК 11	REN-TV	
9	СК 4	134-142	Провайдер	Цифровой канал	-	Резерв	
10	СК 5	142-150	ТВК 23	ТНТ	ТВК 23	ТНТ	
11	СК 6	150-158	Провайдер	Цифровой канал	-	Резерв	
12	СК 7	158-166	-	-	-	-	
13	СК 8	166-174	-	-	-	-	
14	ТВК 6	174-182	-	-	-	-	
15	ТВК 7	182-190	ТВК 1	ОРТ	ТВК 1	ОРТ	
16	ТВК 8	190-198	ТВК 3	РТР	ТВК 3	РТР	
17	ТВК 9	198-206	-	DVB-C/DVB-T	-	DVB-C/DVB-T	
18	ТВК 10	206-214	ТВК 39	НТВ	ТВК 39	НТВ	
19	ТВК 11	214-222	-	DVB-C/DVB-T	-	DVB-C/DVB-T	
20	ТВК 12	222-230	ТВК 9	Культура	ТВК 9	Культура	
21	СК 11	230-238	ТВК 26	Муз-ТВ	ТВК 26	Муз-ТВ	
22	СК 12	238-246	ТВК 34	СТС	ТВК 34	СТС	
23	СК 13	246-254	ТВК 49	ТВЦ	ТВК 49	ТВЦ	
24	СК 14	254-262	-	-	-	DVB-C/DVB-T	
25	СК 15	262-270	-	DVB-C/DVB-T	-	Резерв	
26	СК 16	270-278	ТВК 46	MTV	ТВК 46	MTV	
27	СК 17	278-286	-	DVB-C/DVB-T	-	Резерв	
28	СК 18	286-294	ТВК 41	7TV	ТВК 41	7TV	

№ п/п	Канал в сети	Полоса частот канала, МГц	Вариант 1		Вариант 2		Комментарии
			Источник сигнала	Наименование программы	Источник сигнала	Наименование программы	
29	СК 19	294-302	-	-	-	-	"Премиальный" платный закрытый пакет
30	СК 20	302-310	-	-	-	-	
31	СК 21	310-318	-	-	-	-	
32	СК 22	318-326	-	-	-	-	
33	СК 23	326-334	-	-	-	-	
34	СК 24	334-342	-	-	-	-	
35	СК 25	342-350	-	-	-	-	
36	СК 26	350-358	-	-	-	-	
37	СК 27	358-366	A/V	ТВ студия	A/V	ТВ студия	
38	СК 28	366-374	-	-	-	Резерв	
39	СК 29	374-382	SAT	BBC World	SAT	BBC World	
40	СК 30	382-390	-	-	-	Резерв	
41	СК 31	390-398	TBK 29	ДТВ	TBK 29	ДТВ	
42	СК 32	398-406	-	-	-	Резерв	
43	СК 33	406-414	TBK 36	Проект	TBK 36	Проект	
44	СК 34	414-422	-	-	-	Резерв	
45	СК 35	422-430	SAT	Школьник ТВ	SAT	Школьник ТВ	
46	СК 36	430-438	-	-	SAT	Fox Kids	
47	СК 37	438-446	SAT	Югра ТВ	SAT	Югра ТВ	
48	СК 38	446-454	-	-	SAT	Deutsche Welle	
49	СК 39	454-462	SAT	Рамблер	SAT	Рамблер	
50	СК 40	462-470	-	-	-	-	
51	TBK 21	470-478	SAT	Спорт	SAT	Спорт	
52	TBK 22	478-486	-	-	-	-	
53	TBK 23	486-494	-	DVB-C/DVB-T	-	DVB-C/DVB-T	
54	TBK 24	496-502	-	-	-	-	
55	TBK 25	502-510	-	-	-	-	
56	TBK 26	510-518	-	-	-	-	
57	TBK 27	518-526	SAT	Ермак	SAT	Ермак	
58	TBK 28	526-534	-	-	-	-	
59	TBK 29	534-542	-	DVB-C/DVB-T	-	DVB-C/DVB-T	
60	TBK 30	542-550	-	-	-	-	
61	TBK 31	550-558	-	DVB-C/DVB-T	Провайдер	Цифровой канал	
62	TBK 32	558-566	SAT	Fashion TV	SAT	Fashion TV	
63	TBK 33	566-574	SAT	Discovery	SAT	Discovery	
64	TBK 34	574-582	-	-	-	-	
65	TBK 35	582-590	-	-	-	-	
66	TBK 36	590-598	-	-	-	-	
67	TBK 37	598-606	-	-	-	-	
68	TBK 38	606-614	-	-	-	-	
69	TBK 39	614-622	-	-	-	-	
70	TBK 40	622-630	-	-	-	-	
71	TBK 41	630-638	-	-	-	-	
72	TBK 42	638-646	-	-	-	-	
73	TBK 43	646-654	SAT	Телеклуб	SAT	Телеклуб	
74	TBK 44	654-662	-	-	-	-	
75	TBK 45	662-670	A/V	Видеостудия	A/V	Видеостудия	
76	TBK 46	670-678	-	-	-	-	
77	TBK 47	678-686	SAT	ТВ3	SAT	ТВ3	
78	TBK 48	686-694	-	-	-	-	
79	TBK 49	694-702	-	DVB-C/DVB-T	Провайдер	Цифровой канал	
80	TBK 50	702-710	-	-	-	-	
81	TBK 51	710-718	-	DVB-C/DVB-T	-	DVB-C/DVB-T	
82	TBK 52	718-726	-	-	-	-	

Платный закрытый пакет "Платинум"

83	ТВК 53	726-734	SAT	РБК	SAT	РБК	Платный закрытый пакет "Платинум"
84	ТВК 54	734-742	-	-	-	-	
85	ТВК 5	742-750	SAT	Русский банк	SAT	Русский банк	
86	ТВК 6	750-758	-	-	-	-	
87	ТВК 57	758-766	SAT	Детский мир	SAT	Детский мир	
88	ТВК 58	766-774	-	-	-	-	
89	ТВК 59	774-782	SAT	Euro sport	SAT	Euro sport	
90	ТВК 60	782-790	-	-	-	-	
91	ТВК 61	790-798	SAT	Наше кино	SAT	Наше кино	
92	ТВК 62	798-806	-	-	-	-	
93	ТВК 63	806-814	SAT	Music Box	SAT	Music Box	
94	ТВК 64	814-822	-	-	-	-	
95	ТВК 65	820-830	SAT	Euro News	SAT	Euro News	
96	ТВК 66	830-838	-	-	-	-	
97	ТВК 67	838-846	SAT	Romantics	SAT	Romantics	
98	ТВК 68	846-854	-	-	-	-	
99	ТВК 69	854-862	SAT	TV XXI	SAT	TV XXI	
Всего каналов:				47	54		
<i>Аналоговое TV</i>				34	36		
<i>Цифровое TV</i>				9	6		
<i>Служебные каналы</i>				4	3		
<i>Резервные каналы</i>				нет	9		

Примечания:

1. Наименования программ приведено условно.
2. Все каналы, транслируемые в СКТ, не подлежат перекрытию эфирными каналами (эфирные каналы не создают помех аналоговым ТВ каналам).
3. Служебные и цифровые каналы устойчивы к наличию паразитного зеркального канала приема (ТВ АМ модуляция) и не создают помех ТВ АМ каналам распределения (отсутствие несущей, выраженной в явном виде и низкий уровень сигнала).
4. Все ТВ каналы ДМВ диапазона (470-862 МГц) не подвержены воздействию зеркального канала приема как для отечественных, так и для импортных телевизоров (с ПЧ в 38,0 или 38,9 МГц). Для варианта 1 зеркальные каналы приема отсутствуют и для МВ диапазонов. Для варианта 2 в МВ диапазонах и диапазоне Superband (110-470 МГц) отдельные каналы подвержены воздействию зеркальных каналов приема. Ввод каналов СК 1, СК 4, СК 6, СК 15, СК 17, СК 28, СК 30, СК 32 и СК 34 (резервные каналы) допускается в последнюю очередь при условии выполнения п.1.3 табл. 5.1 ГОСТ Р 52023-2003 и использования телевизоров не ранее IV-го поколения (т.е. с избирательностью в диапазонах МВ не менее 50 dB).
5. В сети использована ГС 1-го класса, допускающая работу в смежных каналах распределения (т.е. с уровнем внеполосных гармонических составляющих ≤ -66 dBc).
6. Частотная разбивка по пакетам осуществлена как из коммерческих соображений, так и из условия простоты реализации заграждающих фильтров с минимальными потерями в полосе прозрачности при максимальной крутизне скатов. Учтен также тот факт, что большинство отечественных телевизоров V и более ранних поколений не имеют возможности работы в диапазоне Superband (СК 20...СК 40).
7. В варианте 1 цифровые каналы распределения задействованы в социальном пакете с целью возможности доступа к интерактивным услугам вне зависимости от наличия доступа к другим коммерческим пакетам. В варианте 2 в каждом из коммерческих пакетов предусмотрены как служебные каналы, так и каналы цифрового телевизионного вещания.
8. Каналы СК 7, СК 8 и ТВК 6 исключены из перечня каналов распределения, т.к. в диапазоне частот 160-175 МГц наблюдаются внешние эфирные помехи.

9. Каналы цифрового телевизионного вещания (DVB-C/DVB-T), являющиеся зеркальными по отношению к ТВ аналоговым каналам распределения, не создают помех, т.к. не имеют явно выраженной несущей, а их уровень не менее чем на 6-8 dB ниже уровня аналоговых ТВ каналов.

10. Каналы цифрового телевизионного вещания (DVB-C/DVB-T) не чувствительны к наличию зеркального канала приема с амплитудной модуляцией (стандартный АМ ТВ канал), т.к. имеют цифровой формат модуляции.

Рекомендации и выводы

✓ До проведения частотного планирования желательно провести эфирный зондаж в полном диапазоне частот (48-862 МГц) на предмет выявления каналов, наиболее подверженных эфирным помехам.

✓ Не желательно использование каналов ТВК 4 и ТВК 5, частично перекрывающих диапазон, выделенный для FM радиовещания (87,5-108 МГц).

✓ Не желательно использовать конвертирование из принятого канала НТВ в тот же самый канал.

✓ При значительном удалении от вещательного телецентра (т.е. при малой напряженности электромагнитного поля) можно обходиться без конвертации, особенно в диапазоне ДМВ, в котором мощности передатчиков не велики, а коэффициент радиоэкранной защиты здания повышен. Иными словами – можно смело использовать ГС прямого усиления или даже избирательные маломощные канальные усилители.

✓ При использовании ГС не ниже 2-го класса с двойным преобразованием по частоте, допустима работа в соседних (смежных) каналах, особенно при использовании телевизоров, начиная с IV поколения.

✓ С точки зрения исключения воздействия четных гармоник и интермодуляционных составляющих второго порядка, следует избегать каналов с четными номерами согласно табл.1.

✓ При построении малых СКТ (пансионат, коттеджный поселок и т.п.) с новыми моделями телевизоров (любого производства), можно пренебречь наличием зеркальных каналов во всех диапазонах. Для средних и крупных СКТ (более 1-2 тыс. абонентов) в диапазонах МВ использование зеркальных каналов нежелательно, а в диапазоне ДМВ – недопустимо.

✓ Цифровые каналы всех типов (DVB-C, DVB-T и др.) можно смело распределять в любых каналах, включая каналы, занятые эфирным вещанием.

✓ При расстановке каналов только на нечетных номерах (см. табл.1), можно избавиться от паразитных зеркальных каналов приема, всех четных гармоник и интермодуляционных составляющих второго порядка (CSO). Желательно придерживаться этого правила.

✓ При использовании телевизоров с $f_{ПЧ} = 38,9$ МГц (используется во всех моделях с 2000г.) и при расстановке каналов только по нечетным номерам согласно табл.1, влияние гетеродинной помехи телевизора при любой развязке абонентских телевизоров можно не учитывать.

✓ Увеличение уровней сигналов на выходе абонентской розетки приводит к снижению влияния не только гетеродинного напряжения, но и всех видов наводимых внешних помех. Радикальным способом борьбы с гетеродинной помехой является использование абонентских разветвителей с повышенной величиной развязки между отводами.

✓ Программы, предназначенные для обязательной трансляции (ОРТ, РТР, Культура и др.) с учетом широкого парка устаревших моделей телевизоров у населения, должны транслироваться в эфирных каналах МВ диапазона (ТВК 1 - ТВК 12).

Если у вас возникли проблемы с частотной расстановкой каналов – обращайтесь к нам и мы поможем вам.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 52023-2003. Сети распределительные систем кабельного телевидения. Основные параметры. Технические требования. Методы измерений и испытаний.
2. CENELEC EN 50083-7/A1. Cable networks for television signals, sound signals and interactive services. System performance. July 2000.
3. Data-Over-Cable Service Interface Specifications (DOCSIS). Radio Frequency Interface Specification SP-RFiv2.0-101-011231.
4. Миронов А.С, Чулков В.А. Опыт применения конвертеров с двойным преобразованием частоты в режиме канальных усилителей. Справочник "Кабельное телевидение", 2000-2001г.
5. Песков С.Н. Чувствительность телевизионных приемников. "Телеспутник", 2000г., №12.
6. Песков С.Н. Рабочий выходной уровень усилителей в широкополосных телевизионных сетях. "Телеспутник", 2004г., №10.
7. Песков С.Н., Нестеркин В.А., Иванча Н.Н., Свищев С.А. Современные селекторы телевизионных каналов. «Техника кино и телевидения», 1995, №9, с.25-35.
8. Песков С.Н., Нестеркин В.А., Иванча Н.Н., Свищев С.А. Селектор телевизионных каналов СК-МКД-15. «Радиолюбитель», 1995, №9, с.2-6.
9. Генеральный частотный план для широкополосных интерактивных сетей кабельного телевидения г.Москвы. Утвержден Первым заместителем Федерального Министра связи Москвы 19.09.96г.