

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ
ПРИЕМНЫХ УСТАНОВОК И ТЮНЕРОВ СПУТНИКОВОГО
ТЕЛЕВИДЕНИЯ ВЕДУЩИХ ЗАРУБЕЖНЫХ ФИРМ**

В докладе приводятся наиболее общие характеристики современных приемных установок и их составных частей, определяющие технический уровень, стыковочные показатели, а также эргономические и потребительские функции.

На основе сопоставления большого числа моделей тюнеров, выпускаемых зарубежными фирмами, выявлены параметры, характеризующие принадлежность модели к изделиям первого, второго или третьего поколения, а также тенденции изменения ряда технических параметров, ожидаемые в перспективных зарубежных разработках.

Результаты рассмотрения могут быть использованы при оценке показателей технического уровня тюнеров отечественного производства, а также при определении требований к перспективным разработкам.

Современные приемные установки различных западных фирм отличаются большим разнообразием выполняемых функций, широким диапазоном изменения электрических параметров и массогабаритных характеристик, значительно различается также их стоимость. Тем не менее сравнительный анализ характеристик большого числа приемных установок, проведенный на основе сопоставления потребительских свойств и технических параметров как установок в целом, так и их составных частей, позволяет выявить наиболее общие характеристики, определяющие технический уровень изделия и сформулировать основные требования к перспективным разработкам.

Как уже отмечалось выше, общепринятыми характеристиками для всех без исключения моделей приемных установок, предназначенных для Европейского рынка, можно считать:

103064, Москва, ул. Казакова, 16, НПО "Радио", тел. 2670652

- диапазон частот первой ПЧ 0,95-1,75 ГГц (для Американского рынка - 0,95-1,45 ГГц);
- способ подачи электропитания на наружный блок - по центральной жиле коаксиального кабеля;
- параметры сигнала управления поляризатором.

Эти характеристики определяют стыковку внутреннего блока с наружным. Необходимость их унификации очевидна, так как многие ведущие фирмы, выпускающие оборудование для спутникового телевидения, специализируются в выпуске отдельных компонент приемной установки: антенной системы, наружного или внутреннего блока. Потребитель должен иметь возможность легко компоновать установку, используя внутренний блок одной фирмы, реализующей, например, желаемый набор сервисных функций, и наружный блок другой фирмы, обеспечивающий нужные энергетические соотношения при выбранном диаметре антенной системы.

Напряжение электропитания конвертера в большинстве конструкций варьируется от 11,5 до 19 В, ток потребления - от 200 до 250 мА. В отдельных конструкциях напряжение электропитания конвертера может составлять 24 или 26 В, ток потребления - до 300 мА.

Появление нового поколения СВЧ-конвертеров, обеспечивающих прием сигналов в двух или трех диапазонах частот, привело к необходимости предусмотреть во внутреннем блоке устройство формирования напряжений, используемых для переключения диапазонов конвертера. В настоящее время значения этих напряжений лежат в пределах от 11,5 до 14 В для нижнего диапазона частот (10,95-11,7 ГГц) и от 16 до 19 В - для верхнего диапазона частот (11,7-12,75 ГГц).

Учитывая, что в будущих моделях конвертеров для переключения диапазонов могут быть использованы и другие значения напряжений электропитания, некоторые фирмы уже выпускают приемники высшего класса с устройствами формирования регулируемого напряжения электропитания с шагом регулировки 1 В. Это напряжение вводится в память устройства выбора канала и переключение диапазонов осуществляется автоматически. В качестве примеров можно назвать: модель SL 600 фирмы PALCOM; MS 8000 фирмы MEGASAT; UST 7007 и ALL 90 фирмы ALLSAT.

В связи с появлением двух- и трехполосных конвертеров наметилась тенденция к увеличению диапазона первой ПЧ. Предполагается, что в будущем диапазон выходных частот наружного

блока может быть увеличен до значения 0,95-3,0 ГГц.

Что касается полосы входных частот внутреннего блока, то, по оценкам зарубежных специалистов, перспективным можно считать диапазон 0,95-2,05 ГГц. В настоящее время уже имеются возможности увеличения верхнего предела полосы до значения 2,0 ГГц. Такая задача может быть решена, например, с помощью серийно выпускаемых модулей селектора-демодулятора фирмы SHARP серии BSF A77G.

Приемная установка, в состав которой входит внутренний блок с расширенным диапазоном входных частот (например, MONTE-REY 20 фирмы SHAPPAREL, или UST 7007 и ALL 90 фирмы ALLSAT) и трехполосный конвертер (например, BSCW 85J100 фирмы SHARP), обеспечивает возможность приема любой программы, передаваемой в полосе частот от 10,95 до 12,75 ГГц с ИСЗ EUTELESAT, ASIRA, КОРЕННИКУС, TELECOM, TDF, TV-SAT и др. В качестве примеров приемных установок, в которых уже реализованы подобные устройства, можно назвать модели ALLSAT 90S и ALLSAT 75.

Напряжение электропитания как механического, так и магнитного поляризатора составляет +5 В, а параметры сигнала управления зависят от типа поляризатора. Для механического поляризатора управляющим сигналом является последовательность импульсов, длительность которых изменяется в пределах от 0,8 до 2,4 мс, для магнитного - постоянный ток, величина которого может изменяться в пределах от -50 до +100 мА.

Использование указанных выше сигналов для управления поляризатором обеспечивает стыковку внутреннего блока практически со всеми моделями поляризаторов, выпускаемыми сегодня западными фирмами. Поскольку магнитные поляризаторы появились в широкой продаже сравнительно недавно (1989-90гг.), большинство приемников, разработанных в предшествующий период, обеспечивает формирование сигналов для управления механическим поляризатором. В этом случае в составе приемной установки используют специальное устройство - интерфейс, преобразующее сигнал управления механическим поляризатором (последовательность импульсов) в сигнал управления магнитным поляризатором (постоянный ток).

Современные модели приемников, которые можно отнести к аппаратуре третьего поколения, формируют сигналы для управ-

ления обоими типами поляризаторов.

В отечественных разработках, особенно планируемых к экспорту, также следует выбирать напряжение электропитания конвертера и параметры сигналов управления поляризатором в указанных пределах. Учитывая, что напряжение электропитания самого внутреннего блока составляет обычно 12,6 В, необходимо предусмотреть в источнике электропитания отдельный стабилизированный выпрямитель.

К стыковочным параметрам относится также диапазон изменения уровня сигнала на входе внутреннего блока. Вследствие различия уровня принимаемого с ИСЗ сигнала, коэффициента передачи конвертера, длины соединительного кабеля, уровень сигнала на входе внутреннего блока может изменяться на 30 и более децибелл, и это не должно приводить к нарушению работы демодулятора.

Для большинства моделей внутреннего блока пределы изменения уровня входного сигнала составляют $-90 \dots -60$ дБВт. Учитывая, что предельные значения эквивалентной шумовой температуры наружного блока (с учетом потерь, вносимых поляризатором) составляет около 90 К (при $K_{ш}$ конвертера 0,9 дБ и потерях, вносимых поляризатором 0,3 дБ), а шумовая температура антенны - около 60 К, можно определить минимальный уровень сигнала на входе наружного блока ($P_{НВМН}$), обеспечивающий требуемое соотношение сигнал/шум на входе демодулятора. Полагая это отношение равным 8 - 9 дБ в полосе частот 27 МГц, что соответствует современному уровню порогопонижающих демодуляторов, находим:

$$P_{НВМН} = 10 \lg K T_{\Sigma} \Pi + 9,$$

где K - постоянная Больцмана; T_{Σ} - суммарная шумовая температура приемной установки ($T_{\Sigma} = T_{НВ} + T_{Д}$); Π - полоса частот основного канала.

$$P_{НВМН} = 10 \lg 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 150 \cdot 27 \cdot 10^6 + 9 = -123 \text{ дБВт}$$

Для современных конвертеров значения коэффициента передачи ($K_{пр}$) лежат в пределах 50-60 дБ. При минимально допустимом уровне сигнала на входе внутреннего блока ($P_{ВНБМН}$), равном -90 дБВт, допустимое затухание, вносимое кабелем,

соединяющем наружный и внутренний блоки ($L_{Доп}$), будет составлять:

$$L_{Доп} = R_{НБМНН} - R_{ВНБМНН} + K_{ЛЕР} = -123 + 90 + 50 = 17 \text{ дБ}$$

По данным, приведенным в литературе, затухание кабеля, используемого в современных приемных установках, составляет около 0,3 дБ/м на частоте 1,75 ГГц (например, кабель типа 7511 с волновым сопротивлением 75 Ом или RG 213/50 с волновым сопротивлением 50 Ом). Это означает, что максимальная длина кабеля может достигать 56 м. В отдельных моделях приемников (например, FUBA QDE 514 MASPRO SRE-90R) пределы изменения уровня входного сигнала расширены до -95...-55 дБВТ. В этом случае допустимое затухание возрастает до 23 дБ, а максимально возможная длина кабеля, соответственно, до 70 м. Дальнейшее снижение уровня входного сигнала на входе внутреннего блока вряд ли целесообразно, так как при этом возрастают требования к коэффициенту шума устройства. Типичное значение коэффициента шума внутреннего блока составляет 8-10 дБ. При этом дополнительный вклад шумов на входе внутреннего блока при указанных выше длинах кабеля не превышает 6К. Если длину кабеля увеличить до 100 м и затухание, соответственно, до 30 дБ, добавка станет равной 30 К. Чтобы избежать заметного ухудшения шумовой температуры приемной установки коэффициент шума внутреннего блока не должен превышать 3-4 дБ. Другой путь - это компенсация вносимого затухания с помощью специального широкополосного усилителя, подключаемого ко входу внутреннего блока, например, DSZ 2405 фирмы HIRSHMAN. Он обеспечивает в полосе частот 0,95-1,75 ГГц усиление от 19 до 24 дБ (отечественный аналог М42118, выпускаемый НПО "Салют" г. Нижний Новгород). Указанные оценки подтверждаются данными, приведенными в Tele-Satellit 1990 г, №2, где содержатся сведения о более чем 50 моделях приемных установок с антеннами малого диаметра, представленных на Европейском рынке. В подавляющем большинстве установок используется кабель длиной от 30 до 55 м, три установки рассчитаны на работу с кабелем длиной 70 м, в четырех - предусмотрена возможность работы с кабелем длиной 100 м и одна модель позволяет работать с кабелем длиной 200 м.

Для подачи сигналов изображения и звукового сопровожде-

ния на стандартный телевизионный приемник, не имеющий специальных входов видео и звука, они должны быть соответствующим образом преобразованы. В большинстве случаев осуществляется формирование телевизионного радиосигнала в дециметровом (ранее метровом) диапазоне с параметрами, соответствующими стандарту наземного телевидения: частота радиоканала может перестраиваться в пределах от 30-го до 39-го (в перспективе от 25-го до 45-го), частота поднесущей звука устанавливается равной 4,5, 5,5 или 6,5 МГц в зависимости от стандарта передаваемого сигнала (соответственно NTSC, PAL B/G, SECAM D/K). Кроме выхода радиоканала многие модели имеют входы видео и звукового сигнала для подачи на видеомаягнитофон или монитор.

Как известно, некоторые европейские страны приняли в качестве стандарта спутникового вещания систему MAC и ее разновидности. Совершенно очевидно, что приемные установки достаточно высокого класса должны быть рассчитаны на прием сигналов в стандарте MAC, тем более, что разработка микросхем для соответствующего декодера завершена еще в 1987 г. Однако, поскольку эти микросхемы пока еще сравнительно дороги и в то же время реальный выигрыш в качестве изображения при приеме сигнала, передаваемого в стандарте MAC, можно получить при соотношении сигнал/шум не менее 16 дБ (для обычного стандарта это соотношение 8-9 дБ), большинство фирм - изготовителей приемного оборудования ограничились тем, что предусмотрели специальный выход приемника (обычно соединитель типа SCART), с которого снимается полный видеосигнал для дальнейшей обработки внешним декодером. Как правило, используется внешний декодер, для подключения которого предусмотрен специальный соединитель типа Synch, SCART или Sub-Min-D.

В то же время следует отметить появление нескольких моделей приемников, специально предназначенных для приема сигналов в стандарте D2-MAC и имеющих встроенные декодеры. К ним относятся QDE511 фирмы FUHA, SAT 2100 фирмы ITT NOKIA, AV 1150 фирмы PHILIPS, STR 202 фирмы GRUNDIG.

В современных моделях приемников предусмотрена возможность приема зашифрованных (скемблированных) программ, передаваемых в стандарте PAL, например, SKY MOVIES, FILMNET и др.

Важнейшим параметром внутреннего блока, определяющим чувствительность приемной установки, является пороговое отношение сигнал/шум. Разработка интегральных микросхем поро-

гопонижающих демодуляторов (преимущественно типа синхронно-фазового детектора) позволила достичь в большинстве моделей значений $C/N = 8-9$ дБ, что на 2-3 дБ лучше, чем у стандартного частотного детектора. Имеются отдельные сообщения о достижении значений $C/N = 7$ дБ и даже 6 дБ (правда, при девиации частоты ± 9 МГц). В перспективе ожидается создание демодуляторов с пороговым соотношением до 5,5 дБ в широкой полосе частот.

Качественные показатели изображения и звукового сопровождения определяются в значительной степени искажениями типа "дифференциальное усиление", "дифференциальная фаза" и коэффициентом гармоник в звуковом канале. Типичные значения составляют 5%, 5° и 2% соответственно. Отметим, что в отдельных моделях высокого класса, предназначенных для использования в системах коллективного приема, значения параметров "дифференциальное усиление" и "дифференциальная фаза" достигают 2-3% и 1-2°, соответственно, а значения коэффициента гармоник 1%. В качестве примера можно привести разработанные в США приемники ESR-1240 фирмы DRAKE, 1100-CKR фирмы MICRODYNE, 6602 и 6680 фирмы SCIENTIFIC-ATLANTA.

Высококачественному воспроизведению звука способствует также восстановление предсказаний с постоянными времени 50 и 75 мкс, применяемых при формировании большей части спутниковых ТВ программ в Европе. Лучшие модели обеспечивают прием и обработку сигналов также с предсказаниями согласно Рекомендации МККТТ J17.

Для передачи сигналов звукового сопровождения европейские вещательные организации используют различные номиналы поднесущих частот, в том числе 5,80, 6,50, 6,60, 6,65 МГц. Приемник должен обеспечивать выделение и обработку сигналов на любой из этих поднесущих, причем возможна как настройка на ряд фиксированных частот, так и плавная перестройка в полосе частот 5,5 - 8,5 МГц.

Большинство конструкций позволяет наряду с сигналом звукового сопровождения телевидения принимать стереосигналы звукового вещания, передаваемые в части спутниковых каналов на дополнительных поднесущих в диапазоне частот 7,0-8,5 МГц. (Способ передачи запатентован американской фирмой Wegener). Так в приемнике SAT 1200 фирмы NOKIA для приема сигналов звукового вещания предусмотрены 4 стереопары, пара-

метры которых установлены заранее и соответствуют системе Wegener Panda 1. Приемник ECHOSTAR SR 1500 обеспечивает возможность приема трех стереопрограмм или 12 монопрограмм звукового вещания. Прием стереопрограмм обеспечивает также большинство моделей фирмы GRUNDIG и другие приемники супер-класса. Из 54 моделей приемных установок, описанных в Tele-Satellit, 90, 2 более 30 имеет возможность приема стереопрограмм звукового вещания.

Стремясь обеспечить пользователям дополнительные возможности - прием французских стереопрограмм звукового вещания передаваемых через ИСЗ TELECOM, ряд фирм приступили к выпуску приемников с расширенной полосой перестройки звуковых поднесущих. Примерами являются модели SL-600 фирмы Palcom, QDE 520 фирмы FUBA и TELESAT 4 фирмы dnt, у которых полоса перестройки поднесущих звуковых частот лежит в пределах 5, 5-9, 99 МГц, а также одна из последних моделей фирмы FUBA-QDE 525, обеспечивающая возможность приема звуковых поднесущих в диапазоне частот 2, 0-9, 99 МГц.

Значительное разнообразие отмечается в части сервисных функций приемных установок. Если в моделях 1983-1986 гг. настройка на хелаемую программу осуществлялась преимущественно вручную, плавно или путем последовательного нажатия нескольких кнопок, то в моделях последних 3-4 лет преобладает автоматический режим поиска программы после нажатия одной-двух кнопок. Из памяти извлекается введенная туда ранее информация о положении антенны, виде поляризации, частоте настройки селектора, значении поднесущей частоты звукового сопровождения, стандарте предьскажений в звуковом сигнале, которая после соответствующей обработки подается на исполнительные механизмы. В памяти могут одновременно храниться данные для приема от 16 до более 100 ТВ программ. Приемники, появившиеся на Европейском рынке еще в период 1986-1988 годов, обеспечивают возможность программирования 48-50 каналов. К ним относятся значительное число моделей фирмы GRUNDIG (STR 10, STR 20, STR 22, STR 201) и HIRSHMAN (CSR 1000B, CSR 1100B, CSR 1600B, CSR 2100B), а также модели FUBA QDE511, MASPRO SRE-90R, NEC 2022, ITT NOKIA 5902, WISI CR 210 и др.

Современные приемники высокого класса, такие как GRUNDIG STR 300Aр, ELAUFUNKT SR 3000 и SR 4000, HIRSHMAN DER 2000B, FUBA QDE520, Techni SAT ST 4000S, ST 6000S, STOG 6066, Palcom

SL-600, REA 4000RX, YUPITER 8402, COMTEC SIR-50, Eclipse, Titan SP, позволяют ввести в память данные для приема от 80 до 100 программ. Отдельные модели - QDE525 фирмы FUBA и TELESAT 4 фирмы dnt, ECHOSTAR SR-5505 [1. 29] и Monterey 20 фирмы CHAPPAREL, обеспечивает возможность программирования 200 каналов и более.

По оценкам зарубежных специалистов в перспективе ожидается увеличение числа программируемых каналов до 999, что обеспечит возможность приема 80 программ с каждого из 20 ИСЗ.

В большинстве приемных установок, разработанных в 1986-1988 гг. информация о номере (или частоте) канала, частоте звуковой поднесущей и положении антенны отображалась на лицевой панели внутреннего блока с помощью цифровых индикаторов. В некоторых моделях приемников предусмотрена также возможность отображения уровня принимаемого сигнала с помощью стрелочного прибора или светодиодной дорожки.

В современных моделях все чаще используется встроенная система экранной графики "On-Screen-Graphics", с помощью которой процесс перепрограммирования сопровождается отображением на экране телевизора названий выполняемых операций и состояния приемной установки. При этом лучшие модели QDE 525 FUBA, ECHOSTAR SR 1500, Titan SP (DRAKE), Palcom SL-600 обеспечивают пользователю возможность отображения информации на любом из 4-х основных языков - английском, немецком, французском или испанском, а приемник SAT 21000 фирмы ITT NOKIA отображает информацию на девяти языках.

Неотъемлемой частью приемной установки становится так называемый "позиционер"- устройство для управления переводом антенны с одного ИСЗ на другой в плоскости геостационарной орбиты. На первом этапе позиционер выполнялся в виде отдельного устройства с автономными органами управления и индикации. Примерами таких конструкций являются позиционеры, работающие совместно с определенными типами приемников, а именно: ITT NOKIA 5100 - с приемниками NOKIA 5902 и 5903; Uniden 771- с приемником Enhanced 7007 фирмы MEGASAT; Techni SAT Z300 - с приемником Techni SAT ST 3001; APS 4240E - с приемником ESR 4240E и др.

В некоторых моделях функции управления приемником и позиционером объединены в едином устройстве. Силовая часть позиционера - выпрямитель и привод электродвигателя - вы-

должны в отдельном корпусе без органов управления и индикации. Примером такой конструкции может служить позиционер OAZ 797 фирмы FUBA, управление которым осуществляется только с помощью приемника той же фирмы OSE 595, а также позиционер, входящий в комплект внутреннего блока (приемник/позиционер) MEGASAT MS 8000.

В некоторых моделях высшего класса, появившихся в последние годы на Европейском рынке, позиционер полностью встроен в приемник. По мнению зарубежных экспертов такая аппаратура представляет собой новое (третье) поколение спутниковых приемников. Например, приемники Titan SP фирмы DRAKE, Monterey 20 фирмы CHAPPAREL, Elipse фирмы DISCUS Satellites, ECHOSTAR SR-5500 фирмы Echophase, SIR 300AP фирмы GRUNDIG, CELESAT 4 фирмы cnt, Techni Sat ST 6000E и ST 6000S и др., имеют специальный выход для подключения кабеля, по которому подается напряжение электропитания на электродвигатель, управляющий положением антенны. Напряжение электропитания двигателя варьируется в пределах от 24 до 36 В, ток потребления - от 1 до 9 А.

Как и в телевизионных приемниках высокого класса важной сервисной функцией спутникового приемника стало дистанционное управление (ДУ). С пульта ДУ может осуществляться выбор канала, подстройка частоты, изменение положения антенны и смена поляризации, регулировка громкости и другие операции.

Предложенное рассмотрение отражает результаты анализа, проведенного на базе моделей 1988-1990 гг. выпуска, по которым имеется информация в технической литературе.