

№ 3831

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Таганрогский государственный
радиотехнический университет**

Байлов В.В., Плаксиенко В.С.

**БЫТОВАЯ РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ
АППАРАТУРА**

Учебное пособие

Таганрог 2005

УДК 621.396.6(075)

Байлов В.В., Плаксиенко В.С. Бытовая радиоэлектронная аппаратура: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 111 с.

Учебное пособие содержит теоретические сведения из теории радиоприема, а также сведения об основных параметрах и составе БРЭА, особенностях ее соединения, а также о методах поиска ее неисправностей.

Предназначено для студентов радиотехнических специальностей, обучающихся по направлению «Радиотехника», по специальностям «Радиотехника» и «Бытовая радиоэлектронная аппаратура» дневной и заочной форм обучения, будет полезно специалистам, занимающимся вопросами эксплуатации и обслуживания сложной БРЭА.

Табл. 23. Ил. 45. Библиогр.: 15 назв.

Рецензенты:

А.В. Володин, д-р техн. наук, ст. научн. сотр., действ. член АИН им. А.М. Прохорова, главный научный сотрудник «ВНИИ» ГРАДИЕНТ».

А.Ф. Гришков, канд. техн. наук, ст. научн. сотр. действ. член. МАИ, главный инженер ФГУП «ТНИИС».

© Таганрогский государственный радиотехнический университет, 2003

© Байлов В.В., 2005

© Плаксиенко В.С., 2005

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. Состав БРЭА.....	6
2. Структура присоединительных (входных и выходных) параметров.....	7
3. Усилитель звуковой частоты (УЗЧ) — основной компонент звуковой системы.....	12
3.1. Входные параметры УЗЧ.....	12
3.2. Выходные параметры УЗЧ.....	17
4. Согласование источников программ с усилителем.....	18
4.1. Согласование микрофона и усилителя.....	19
4.2. Согласование электропроигрывателей с усилителями.....	25
4.3. Тюнеры.....	31
4.4. Согласование магнитофонов с усилителем в режиме воспроизведения.....	39
5. Согласование магнитофонов с УЗЧ в режиме записи.....	40
6. Согласование акустических систем и наушников с выходом УЗЧ.....	44
6.1. Согласование акустических систем и УЗЧ по мощностям.....	44
6.2. Согласование акустических систем и УЗЧ по сопротивлениям.....	48
6.3. Параметры согласования наушников с выходом УЗЧ.....	49
7. Электрические соединения с однокорпусными видами БРЭА.....	55
8. Основные требования к согласованию видеозвуковых устройств с телевизионными приемниками.....	61
9. Методы поиска неисправностей бытовой радиоэлектронной аппаратуры.....	73
9.1. Метод анализа монтажа.....	74
9.2. Метод измерений.....	75
9.3. Метод замены.....	76
9.4. Метод эквивалентов.....	77
9.5. Метод исключения.....	77
9.6. Метод электрического воздействия.....	77
9.7. Метод механического воздействия.....	78
9.8. Метод электрического прогона.....	79
9.9. Метод последовательного контроля.....	79
9.10. Метод половинного деления схемы.....	80
10. Системы управления.....	81

10.1. Функциональные возможности систем управления бытовой аудиоаппаратуры.....	81
10.2. Структурная схема системы управления.....	81
11. Схемотехника систем управления.....	84
11.1. Системные и местные контроллеры.....	84
11.2. Клавиатуры управления.....	87
11.3. Системы дистанционного управления.....	92
11.4. Устройства индикации.....	94
11.5. Анализаторы спектра.....	95
11.6. Пример построения системы управления.....	97
12. Перспективы развития основных видов БРЭА.....	101
Заключение.....	109
Библиографический список.....	110

Введение

Ассортимент современной бытовой радиоэлектронной аппаратуры (БРЭА) очень широк. Это однокорпусные и разъемные виды аппаратуры (магнитофоны, телевизионные приемники, диктофоны, многопрограммные абонентские громкоговорители и т. д.). Поэтому особое значение приобретают вопросы их электрической и механической стыковки.

К общим параметрам, определяющим условия взаимных соединений и подключения различных внешних устройств, относятся так называемые присоединительные параметры БРЭА. Это уровни входных и выходных напряжений, входные и выходные полные электрические сопротивления, характеристики соединительных кабелей, внешних источников питания. Одна из целей настоящего пособия — дать представление о международных правилах межблочных соединений различных видов БРЭА, типовых входных и выходных параметрах аппаратуры и методах их измерений.

Материалы, изложенные ниже, позволят обоснованно решить следующие вопросы. Как правильно выбрать соотношение мощностей усилителя и автономной акустической системы? Каковы наиболее типичные причины перегрузки звуковой системы? В чем особенности присоединительных режимов «по току» и «по напряжению»? Как обеспечить стыковку компонентов, имеющих различные типы соединителей?

Полученная информация поможет пользователям по своему желанию скомпоновать домашнюю звуковую систему и разработчикам — избежать возможных ошибок при проектировании новых видов БРЭА.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению «Радиотехника», по специальностям «Радиотехника» и «Бытовая радиоэлектронная аппаратура» дневной и заочной форм обучения, будет полезно специалистам, занимающимся вопросами эксплуатации и обслуживания сложной БРЭА.

СОСТАВ БРЭА

Ассортимент бытовой радиоэлектронной аппаратуры (БРЭА) в настоящее время очень широк. Это однокорпусные виды аппаратуры (магнитофоны, телевизионные приемники, диктофоны, многопрограммные абонентские громкоговорители и т. д.) и разъемные виды (усилители звуковой частоты, акустические системы, тюнеры и т. д.), которые можно объединять по желанию потребителя в различные системы. Поэтому особое значение приобретают вопросы их электрической и механической стыковки. К общим параметрам, определяющим условия взаимных соединений и подключения различных внешних устройств, относятся так называемые присоединительные параметры БРЭА. Это уровни входных и выходных напряжений, входные и выходные полные электрические сопротивления, характеристики соединительных кабелей, внешних источников питания.

Принципиальное значение также имеют правильный выбор типа соединителей в зависимости от функционального назначения и распайка их контактов. В целях международной унификации присоединительных параметров разработаны и широко используются публикации МЭК, которые в последние годы приобрели статус международных стандартов. Эти публикации постоянно обновляются и совершенствуются. В ряде из них, например в [3], объединены все принятые в международной практике типы соединителей, приведены рекомендации по их использованию. Отдельные публикации МЭК посвящены присоединительным параметрам компонентов БРЭА при их взаимной стыковке [2]. Однако все эти материалы находятся в стадии согласования. В ряде случаев отсутствуют обоснования того или иного режима согласования, особенностей измерения входных и выходных параметров некоторых видов БРЭА.

Основная цель дисциплины — дать представление о международных правилах межблочных соединений различных видов БРЭА, типовых входных и выходных параметрах аппаратуры и методах их измерений. Здесь можно найти ответы на некоторые часто встречающиеся в практике эксплуатации БРЭА вопросы. Каковы, например, причины изменения громкости при переключении режимов работы в многодиапазонных приемниках, магнитолах, радиолах др. Как правильно выбрать соотношение мощностей усилителя и автономной акустической системы? Каковы наиболее типичные причины перегрузки звуковой системы? В чем особенности присоединительных режимов «по току» и «по напряжению»? Как обеспечить стыковку компонентов, имеющих различные типы соединителей? Обсуждение этих и некоторых других вопросов помогут пользователям по своему желанию скомпоновать домашнюю звуковую

систему и разработчикам — избежать возможных ошибок при проектировании новых видов БРЭА.

1. СТРУКТУРА ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫХ (ВХОДНЫХ И ВЫХОДНЫХ) ПАРАМЕТРОВ

Из года в год существенно обновляется и расширяется ассортимент бытовой радиоэлектронной аппаратуры. Наряду с традиционными видами техники в однокорпусном (моноблочном) конструктивном исполнении широкое распространение получают разъемные (блочные) виды конструкций. Такие виды блочной аппаратуры часто называют компонентами. По желанию пользователей те или иные компоненты можно объединять в звуковые или видеозвуковые системы, формируя полный цикл приема, обработки и воспроизведения информации.

К широко известным однокорпусным видам электронной техники [1] относятся:

— радиоприемные устройства (карманные, переносные, носимые, стационарные, автомобильные, монофонические, стереофонические), в том числе магнитолы, радиолы, магниторадиолы, телерадиомагнитолы; - телевизионные приемники; - магнитофоны; - диктофоны; - электрофоны; - плееры (Walkman); - многопрограммные абонентские громкоговорители.

Среди современных разъемных (блочных) видов аппаратуры выделяют:

- усилители звуковой частоты (далее усилители) — предварительные, мощные полные (бустеры); - акустические системы (активные, открытые, закрытые); - тюнеры; - магнитофонные панели (блоки); видеомагнитофоны (блоки); - электропроигрыватели, в том числе электропроигрыватели компакт-дисков; - электропроигрыватели компакт-видеодисков; - персональные ЭВМ; - устройства телевизионных игр; - цветомузыкальные установки; - переговорные устройства — низкочастотные и высокочастотные.

К разъемным видам техники относятся моно- или стереофонические пассивные автономные устройства, наушники, микрофоны, а также разного рода устройства дистанционного управления (проводные, инфракрасные, ультразвуковые).

Для каждого конкретного типа БРЭА число входных (выходных) гнезд для внешних подключений определяется его функциональными особенностями и указывается в руководствах по эксплуатации или других видах нормативно-технической документации (НТД).

На рис. 2.1. представлена структурная схема соединений компонентов звуковой системы, где М — микрофон; ГЛФ — телефон.

Основными характеристиками субъектов стыковки являются номинальные присоединительные параметры. Эти параметры не подлежат измерениям, а устанавливаются как опорные при измерениях или формировании других параметров [4]. К основной группе номинальных параметров, определяющих номинальные условия измерения входных или выходных параметров, относятся:

- номинальное напряжение источника питания;
- номинальное полное электрическое сопротивление источника сигнала;
- номинальная электродвижущая сила (ЭДС) источника сигнала;
- номинальное полное сопротивление нагрузки;
- номинальное выходное напряжение (мощность).

Здесь и далее под сопротивлением понимается модуль полного электрического сопротивления.

Режим измерения при номинальных условиях и значении ЭДС на входе устройства ниже на 10 дБ относительно номинального значения и частоте сигнала 1000 Гц называют нормальными рабочими условиями измерений. Этот режим измерений наиболее полно соответствует рабочим условиям эксплуатации и широко используется в практике как установочный (опорный) для измерения других параметров.

К входным параметрам аппаратуры, которые обычно нормируются в научно-технической документации (НТД) и измеряются с помощью стандартных средств измерения, относятся входные сопротивления, напряжения или токи. Эти параметры характеризуют экстремальные значения входных мощностей сигнала, необходимых для получения на выходе устройства заданных выходных уровней на номинальных сопротивлениях нагрузки. Для УЗ4 регламентируемыми входными уровнями являются минимальные ЭДС источника и ЭДС источника, соответствующая перегрузке входного каскада усилителя (ЭДС источника при перегрузке). Для различных видов источников сигнала условия формирования входных сигналов имеют свои специфические особенности. Так, для высокочастотных источников (радиоприемники, тюнеры, телевизоры и т.п.) минимальные и максимальные уровни сигнала на входе характеризуют условия радиоприема — от минимально допустимых значений соотношений сигнал - шум (E_{BXmin}) до максимально возможных напряженностей электромагнитного поля при максимальных модуляциях при амплитудной модуляции (АМ) или максимальных девиациях частоты при частотной модуляции (ЧМ) (E_{BXmax}). Для установки на входе высокочастотных источников заданных входных уровней применяют генераторы стандартных сигналов или генераторы поля (для радиоприемных устройств с маг-

нитными антеннами). На рис.2.2 эти генераторы обозначены соответственно ГСС и ГП.

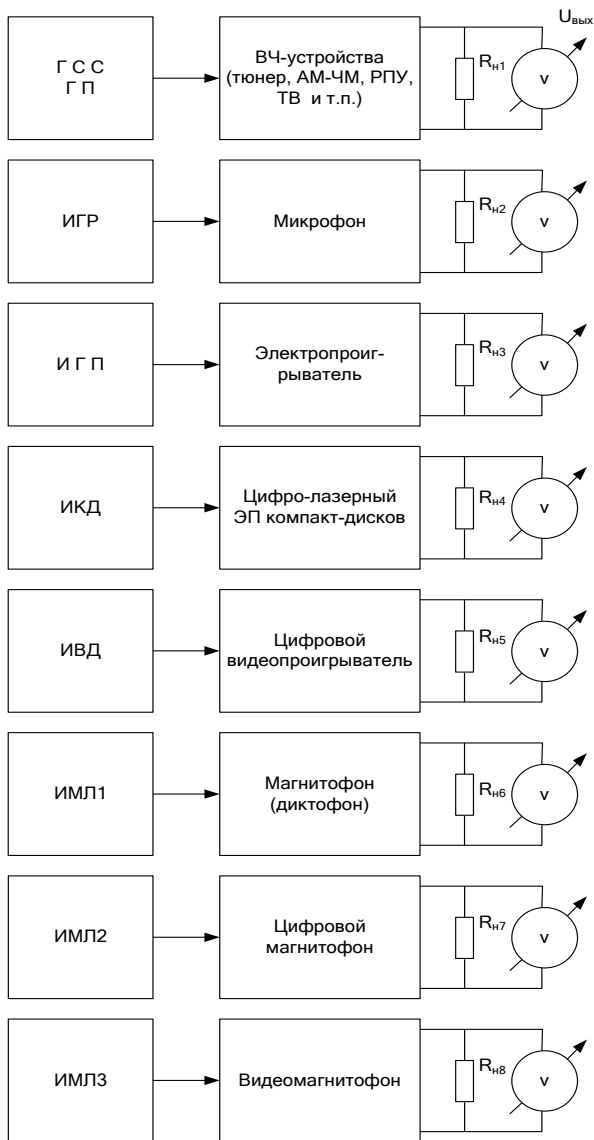


Рис. 2.2

Для микрофонов входные уровни определяются стандартными звуковыми давлениями, эквивалентными реальным условиям работы от номинальных значений до максимальных — около 10 Па (114 дБ относительно 20 мкПа). Здесь необходимые уровни обеспечиваются измерительным акустическим излучателем — громкоговорителем (ИГР) — с нормированным давлением звукового поля.

Входные уровни электропроигрывателей (звукоснимателей) задаются скоростью грамзаписи от $7,1$ до 17 см/с , для проигрывателей компакт-дисков стандартными параметрами лазерной записи. Для установки этих входных уровней используются измерительные грампластинки механической или соответственно лазерной звукозаписи. На рис.2.2 эти датчики звукового сигнала обозначены соответственно: ИГП — измерительная грампластинка механической записи; ИКД — измерительный компакт-диск; ИВД — измерительный видеодиск (звуковой канал).

Для магнитофонов, диктофонов и видеомагнитофонов (в режиме записи) входные уровни определяются стандартной сигналограммой измерительной магнитной ленты ИМЛ, параметры которой заданы в [5] и [6]. На рис.2.2 ИМЛ1, ИМЛ2 — магнитная измерительная лента соответственно со звуковой сигналограммой и с сигналограммой в цифровом коде; ИМЛ3 — измерительная лента с сигналограммой комплексного сигнала (видео + звук).

Для всех видов БРЭА выходные напряжения ($U_{\text{ВЫХ}}$), выделяемые на внешнем эквиваленте сопротивления нагрузки $R_{\text{Н}}$ (на $R_{\text{Н4}}$, $R_{\text{Н5}}$, $R_{\text{Н7}}$ — после цифро-аналогового преобразователя; на $R_{\text{Н8}}$ — отдельно после селектора «звук—видео»), характеризуют при заданном коэффициенте нелинейных искажений конечный продукт усиления, или преобразования звукового сигнала от минимальных до максимальных значений. Измеренные с помощью вольтметра V значения $U_{\text{ВЫХ}}$ будут представлять собой ЭДС источника сигнала, подводимую ко входам предварительных или корректирующих УЗЧ, микрофонным усилителям и др.

Причем для этих подключений должны быть соблюдены определенные правила, связанные с нормированием коэффициентов передачи (усиления) для каждого компонента звуковой системы и обеспечением заданных уровней при переключении источников сигнала на входе УЗЧ. При измерениях параметров следует учитывать допустимые уровни нелинейных искажений и соотношений сигнал-шум, которые обычно устанавливаются НТД. Все низкочастотные измерения, если не оговаривается дополнительно, проводятся на частоте 1 кГц , а напряжения выражаются в среднеквадратических значениях.

2. УСИЛИТЕЛЬ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ (УЗЧ) — ОСНОВНОЙ КОМПОНЕНТ ЗВУКОВОЙ СИСТЕМЫ

Основной функцией любого вида БРЭА является линейность усиления подводимых ко входу звуковых сигналов в широком интервале уровней. В любом варианте компоновки звуковой системы обязательно присутствует усилитель, и к нему предъявляются наиболее жесткие требования. В первую очередь это относится к автономным, предварительным и мощным УЗЧ. Для современного УЗЧ характерны такие значения основных параметров:

— эффективный диапазон воспроизводимых частот	— от 0 - 20 Гц до 40 тыс. Гц;
— неравномерность АЧХ	— $\pm 0,3$ дБ;
— общие гармонические искажения	— 0,005 %;
— переходное затухание между стереоканалами	— 60 дБ;
— отношение сигнал-шум (взвешенный)	— выше 90 дБ.

Реализация столь высоких требований обеспечивает устойчивую обработку звуковой информации с практически незаметными частотными и нелинейными искажениями, гарантируя тем самым воспроизведение программ, приближающееся к естественному.

Следует отметить, что более простые по схеме УЗЧ, встроенные в различные устройства, отличаются от автономных практически по всем параметрам и, как правило, не могут служить полноценным звеном звуковой системы, адекватным по параметрам другим компонентам. Вместе с тем и для таких УЗЧ также предусматриваются стандартные входные и выходные параметры, позволяющие по желанию потребителя включать их в систему с более высокой разрешающей способностью. Разрешающая способность системы в данном случае определяется ее свойствами не вносить заметных линейных и нелинейных гармонических искажений, а также иметь достаточные запасы по уровням шума и фона.

3.1. Входные параметры УЗЧ

Основным универсальным входом предварительного или полного усилителя является вход общего назначения, который в отечественной практике часто называют линейным входом в отличие от входа с скорректированной частотной характеристикой, например для подключения электромагнитных звукоснимателей, и других входов специфического назначения. Вход общего назначения рассчитывается на номинальную

ЭДС, равную 0,5В, развиваемую источниками сигнала. Такой вход предназначен для работы с любым источником, рассчитанным на этот уровень сигнала, и обеспечивает линейную амплитудно-частотную характеристику (АЧХ). Обобщенная схема для измерения входных и выходных параметров УЗЧ показана на рис. 3.1, а в табл. 3.1 приведены значения параметров линейного входа общего назначения УЗЧ, рекомендуемые МЭК для широкого использования в национальных стандартах и в международной практике.

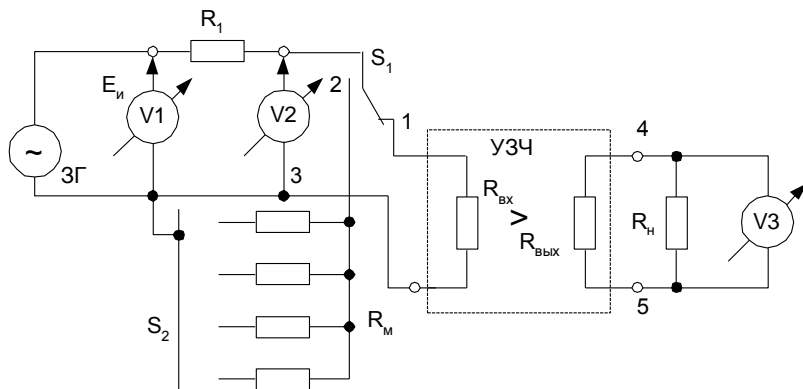


Рис. 2.1

Таблица 2.1

Параметр	Предпочтительное значение		
	I	II	III
Номинальное сопротивление источника, $\kappa\text{Ом}$	22	10 (4,7)	1
Входное сопротивление, $\kappa\text{Ом}$, не менее	220	47	10
Номинальная ЭДС источника, В	0,5		
Минимальная ЭДС источника, В	0,2		
ЭДС источника при перегрузке, В	2		2,8

В табл. 3.1 выделены три группы параметров. В 1960-х гг., когда преобладал выпуск аппаратуры на электровакуумных приборах и только начиналось освоение транзисторной техники, сопротивление линейного входа большинства УЗЧ составляло 0,5 — 1 МОм , но не менее 220 $\kappa\text{Ом}$

(I колонка). При этом номинальное выходное сопротивление источников принималось на порядок ниже и составляло 22 кОм .

В современных разработках сопротивление выхода источника не превышает 10 кОм (II колонка) и, как правило (для обеспечения необходимых запасов по шумам, помехозащищенности и др.), выбирается равным не более $4,7 \text{ кОм}$. Здесь так же, как и для группы I, рекомендуемые предельные входные сопротивления УЗЧ отличаются, по крайней мере, на порядок от номинальных сопротивлений источника. При таком соотношении практически исключается влияние входного сопротивления на выходные параметры источника.

В колонке III приведены входные параметры для перспективных моделей УЗЧ, рассчитанных на подключение источников с цифровой обработкой сигнала и аналоговыми выходами. Такие источники отличаются предельно высоким соотношением сигнал-шум и помехозащищенностью. Их выходное сопротивление составляет не более 1 кОм . Поэтому номинальное выходное сопротивление при оценке параметров усилителя устанавливается равным 1 кОм , как предельное значение, при котором гарантируются высокие параметры. Входное сопротивление УЗЧ также выбирается не менее чем на порядок выше номинального сопротивления источника.

Следует обратить внимание, что при цифровой обработке сигнала пиковые выходные напряжения источника (например, проигрывателя компакт-дисков) могут достигать значений $2B+3 \text{ дБ}$. В этой связи ЭДС источника, при которой не должен перегружаться УЗЧ, должна составлять не менее $2,8 \text{ В}$.

Входное сопротивление $R_{\text{вх}}$ определяется как внутреннее сопротивление, измеренное между входными гнездами усилителя 1—3 при нормальных рабочих условиях.

Для измерения $R_{\text{вх}}$ обычно используется метод замещения (см. рис.3.1). Переключатель $S1$ устанавливается в положение 1. Напряжение на входе УЗЧ измеряется вольтметром $V2$. Внутреннее сопротивление $V2$ должно не менее чем в 10 раз превышать измеряемое $R_{\text{вх}}$. Сопротивление последовательно включенного резистора должно быть одного порядка с $R_{\text{вх}}$. Далее переключатель $S1$ переводят в положение 2, и с помощью магазина резисторов $R_{\text{м}}$ устанавливают по показаниям вольт-

метра V_2 измеренное заранее значение входного напряжения. Сопротивление R_M при этом будет равно модулю полного входного сопротивления усилителя.

Минимальная ЭДС источника $E_{i \min}$ характеризуется значением ЭДС, которая при подаче на вход УЗЧ через эквивалент сопротивления источника сигнала R_I обеспечивает номинальное выходное напряжение на сопротивлении нагрузки R_H при положении ручного регулятора громкости или регулятора усиления, соответствующих максимальному усилению, а также при установке других регуляторов и переключателей в положения, соответствующие минимальной неравномерности АЧХ (см. рис 3.1).

Изменяя уровень E_H , устанавливают заданное в НТД номинальное выходное напряжение усилителя. Полученное при этом значение $E_{H \min}$ является значением минимальной ЭДС источника для конкретного типа УЗЧ (иногда эту величину называют чувствительностью усилителя). Предпочтительное значение этого параметра должно составлять 0,2 В. Меньшее значение этой величины характеризует запас по усилению УЗЧ. Чрезмерное повышение чувствительности УЗЧ приводит к ухудшению многих параметров, а также к нежелательным явлениям, связанным с устойчивостью усиления и надежностью работы входных каскадов.

ЭДС источника при перегрузке определяется максимальной ЭДС источника входного сигнала E_H , которую выдерживает УЗЧ в нормальных условиях без превышения заданного в НТД значения общих гармонических искажений (при выходном напряжении на 10 D_B ниже номинального).

С помощью ручного регулятора громкости на выходе УЗЧ в точках 4-5 (рис. 3.1) устанавливают напряжение на 10 D_B ниже номинального. Значение $U_{ВЫХ}$ регистрируется вольтметром $V3$. Контроль за нарастанием уровня общих гармонических искажений на R_H может выполняться с помощью осциллографа или измеряться измерителем нелинейных искажений, подключаемым также к точкам 4-5. Далее, поддерживая значение $U_{ВЫХ}$ на заданном уровне, уменьшают усиление с помощью регулятора уровня и одновременно повышают уровень ЭДС на входе до тех пор, пока общие гармонические искажения достигнут заданного (предельно допустимого по НТД) значения или не начнут резко нарастать. Значение ЭДС на входе, при котором регистрируется резкое нарастание искажений на выходе усилителя, принимается как ЭДС источника, соответствующая перегрузке входных каскадов усилителя. При согласовании

автономных предусилителей (ПУ) с усилителями мощности (УМ) следует учитывать ряд их входных и выходных параметров (табл.3.2).

Таблица 2.2

Предварительный УЗЧ		Усилитель мощности	
Выходной параметр	Предпочтительное значение	Входной параметр	Предпочтительное значение
Выходное сопротивление источника, κOm , не более	1	Номинальное сопротивление источника, κOm	1
Номинальное сопротивление нагрузки, κOm	10	Входное сопротивление, κOm , не менее	10
Номинальное выходное напряжение, B	1	Минимальная ЭДС источника, B	1
Выходное напряжение, ограниченное искажениями, B , не менее	3		

Для УМ, не имеющих регуляторов усиления, минимальная ЭДС источника практически является устанавливаемой величиной и идентична номинальной ЭДС источника. Усилитель мощности должен быть спроектирован так, чтобы при подведении к его входу минимальной (номинальной) ЭДС, равной $1 B$, на его выходе получалось номинальное выходное напряжение (мощность), заданное НТД. Для обеспечения заданной линейности усилителя мощность обычно рассчитывают, учитывая возможность превышения номинального уровня неискаженной ЭДС на входе не менее чем на 10 дБ ($>3B$). В ряде случаев, когда УМ имеют оперативные органы регулировки усиления, уровень подводимых к ним ЭДС может быть значительно выше и может достигать $8\text{—}10 B$. Особенно опасными в этом смысле являются схемы, когда регулировка усиления вводится по ряду причин после нерегулируемого каскада (например, схемы с операционным усилителем на входе).

3.2. Выходные параметры УЗЧ

Выходные параметры УЗЧ в зависимости от вида усилителя и его функционального назначения могут существенно различаться. Для ПУ выходные параметры в основном определяются оптимальным режимом согласования его с УМ, а для УМ — с акустической системой. В ПУ и полном УЗЧ широко используются выходы для стыковки с магнитофоном на запись. В любом из видов УЗЧ могут быть предусмотрены выходы для подключения головных телефонов, эквалайзеров, ревербераторов и других устройств специфического назначения.

Номинальное выходное напряжение ПУ при его согласовании с УМ принимается равным 1 В (см. табл. 3.2). Это напряжение должно обеспечиваться при подведении ко входу ПУ минимальной ЭДС источника, значение которой устанавливается в Н1Д на конкретный тип УЗЧ при регуляторе громкости, находящемся в максимальном положении.

Кроме выходного параметра в табл.3.2 приведены предпочтительные значения номинального сопротивления нагрузки R_4 (рис. 3.2) и выходного сопротивления источника R_3 , которое может быть измерено методом замещения, аналогично описанному ранее. В схеме согласования, показанной на рис. 3.2, за источник сигнала принимается ПУ, а нагрузкой является входное сопротивление усилителя мощности R_4 .

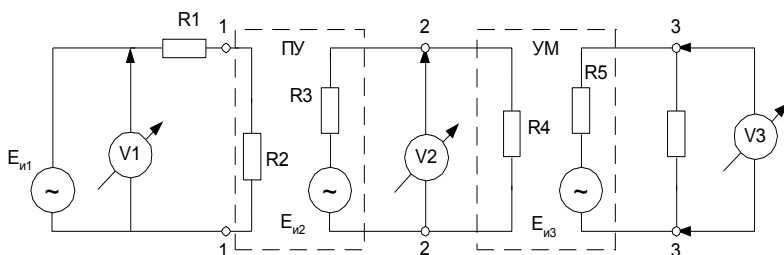


Рис. 2.2

Выходное напряжение, ограниченное искажениями, характеризуется напряжением на номинальном эквиваленте нагрузки, при котором общие гармонические искажения достигают значения, заданного НТД. Для предварительного УЗЧ это напряжение, измеренное вольтметром $V2$ на резисторе R_4 (см. рис. 3.2). При этом допускается возрастание общих гармонических искажений на порядок относительно номинального значения.

Для УМ напряжение, ограниченное искажениями, измеряется вольтметром $V3$ на резисторе нагрузки R_6 при нарастании искажений до 1 % (если в НТД не указано иное значение).

Методы измерения выходных напряжений ПУ мощного УЗЧ и полного УЗЧ не имеют принципиальных различий.

В зависимости от объекта измерений (рис. 3.2) генератор ЭДС источника $EИ1$ или $EИ2$ подключается к точкам 1—1 или 2—2. Электродвижущая сила источника регулируется так, чтобы выходное напряжение с заданным значением общих гармонических искажений обеспечивалось соответственно в точках 2—2 или 3—3 на резисторах $R4$ или $R6$. В качестве эквивалента номинального сопротивления источника используются соответственно значения $R1=R3=1\text{ кОм}$.

Практически в любом автономном усилителе кроме универсальных входов общего назначения предусматриваются входы для подключения различных типов звукоснимателей, микрофонов и других устройств. Для этих входов устанавливаются особые, только им присущие значения входных параметров. Эти параметры рассматриваются в последующих разделах, посвященных звукоснимателям и микрофонам.

Во многих вариантах звуковой системы широко используют эквалайзеры различных типов. Эти устройства позволяют с высокой точностью (до $0,1 — 0,5\text{ дБ}$) формировать АЧХ в зависимости от вкуса пользователя и интерьера помещения. Известны варианты систем, автоматически адаптирующихся к интерьеру помещения и с помощью процессора выбирающих оптимальную АЧХ.

Если звуковой процессор или эквалайзер рассчитаны на подключение между выходом ПУ и входом УМ, то его присоединительные параметры должны соответствовать параметрам, приведенным в табл. 3.2. Если же эти устройства подключаются на вход ПУ, то их выходные параметры должны удовлетворять параметрам входа общего назначения (см. табл. 3.1). Условия подключения этих устройств к усилителям обязательно оговариваются в НТД.

4. СОГЛАСОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПРОГРАММ С УСИЛИТЕЛЕМ

При различных вариантах компоновки звуковой системы в качестве источников программ (звуковых сигналов) могут использоваться различные радиотехнические устройства с преобразованным или усиленным сигналом на выходе. Это могут быть микрофоны, магнитные и лазерные звукосниматели, высокочастотные тюнеры, различные радиоприемные и телевизионные устройства. В качестве источников сигналов применяют аналоговые и цифровые магнитофонные панели (в режиме воспроизведения) и даже усилители как вторичные источники сигнала при коммутации выходов подключаемых источников.

Каждый вид источника сигнала характеризуется только ему присущими особенностями формирования входного сигнала, его преобразования и усиления. Но входные сигналы источника, как и выходные сопротивления, должны определяться по установленным международным правилам и в сочетании с входными характеристиками усилителя образовывать стандартную систему согласования компонентов звуковой системы.

4.1. Согласование микрофона и усилителя

В БРЭА используются в основном электродинамические, электретные и конденсаторные типы микрофонов. Наибольшее распространение для записи речевых и музыкальных программ на магнитную ленту получил электретный микрофон. Практически во всех видах переносных магнитофонов и магнитол компактный электретный микрофон встраивается в корпуса аппаратуры. В стереофонических устройствах применяется система из двух разнесенных на 500 — 600 мм капсулей. Типовая схема включения таких микрофонов показана на рис. 4.1.

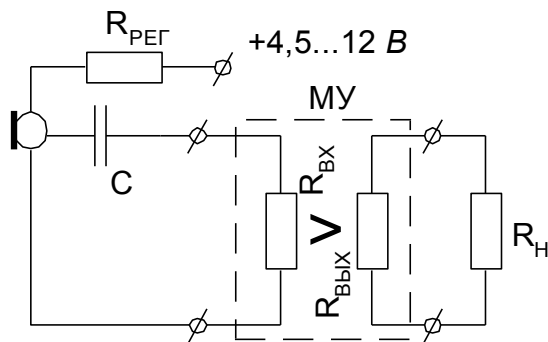


Рис. 4.1

Для встраиваемых микрофонов присоединительные параметры не регламентируются. Оптимизация режима согласования обеспечивается электрической регулировкой чувствительности или устройством автоматической регулировки уровня записи (АРУЗ). Входные и выходные параметры системы «внешний микрофон-усилитель» приведены в табл. 4.1. Для микрофонов бытового назначения предпочтительным в международной практике принято номинальное выходное сопротивление 600 Ом. В нашей стране в целях обеспечения устойчивых при массовом производстве технико-экономических характеристик выходные сопротивления микрофонов не превышают 200 Ом. С учетом этого устанавливается соответствующий ряд предпочтительных значений стыковочных

параметров системы «внешний микрофон — усилитель» (табл. 4.1, первая колонка слева). Типовая схема подключения встроенных электретных микрофонов ($R_{РЕГ}$ — резистор, регулирующий чувствительность капсуля микрофона; МУ — микрофонный усилитель; $R_{ВХ}=R_{ВЫХ}= 1—10 \text{ кОм}$; $R_H > 47 \text{ кОм}$) представлена на рис. 4.1. Параметры согласования микрофона с микрофонным усилителем приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Выходной параметр микрофона (источника)	Входной параметр микрофонного усилителя	Предпочтительное значение				
		Электродинамические и электретные микрофоны			Конденсаторные микрофоны	
Номинальное выходное сопротивление, Ом	Номинальное сопротивление источника, Ом	200	600	2 000	200	600
Номинальное сопротивление нагрузки, Ом	—	1	3	10	1	3
—	Входное сопротивление, кОм , не менее	1	3	10	1	3
Номинальное выходное напряжение, мВ	Номинальная ЭДС источника, мВ	0,2	0,35	0,6	1	2
—	Минимальная ЭДС источника, мВ	0,08	0,14	0,24	0,4	0,8
Максимальное выходное напряжение, мВ	ЭДС источника при перегрузке, мВ	2	35	60	—	—

Измерения указанных в табл. 4.1 параметров микрофона могут быть выполнены различными методами. Одним из наиболее распространенных является электроакустический метод сравнения с эталоном. Схема установки для измерения приведена на рис. 4.2, где МК-1 — испытуемый микрофон, МК-2 — рабочий измерительный микрофон, МУ1 и МУ2 — микрофонные усилители.

Звуковое давление p (в Паскалях) в рабочей точке поля контролируется вольтметром и вычисляется по формуле $p = \frac{U}{M \cdot k}$, где U — показания вольтметра, мВ; M — чувствительность рабочего измерительного микрофона (например, МК-2), $\frac{мВ}{Па}$; k — коэффициент усиления микрофонного усилителя МУ.

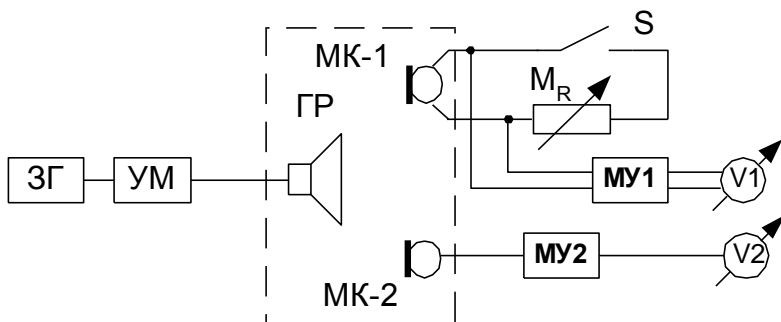


Рис. 4.2

Максимальное выходное напряжение микрофона $U_{\text{ВЫХmax}}$ (см. табл. 4.1), измеренное на эквивалентном сопротивлении нагрузки $R_{\text{вх}}$ микрофонного усилителя (рис. 4.3 — схема согласования микрофона и микрофонного усилителя, где МК — эквивалентная схема микрофона), соответствует звуковому давлению в точке размещения микрофона $10 Па$ или $114 дБ$ относительно $20 мкПа$. При этом принимается во внимание, что согласно рекомендациям МЭК чувствительность микрофона может превышать номинальное значение на $6 дБ$. Однако для устранения перегрузок в экстремальных условиях, особенно для стационарной аппаратуры с сетевым питанием, представляется целесообразной проверка системы при $U_{\text{ВЫХmax}}$, значение которого на порядок выше указанных в табл. 4.1.

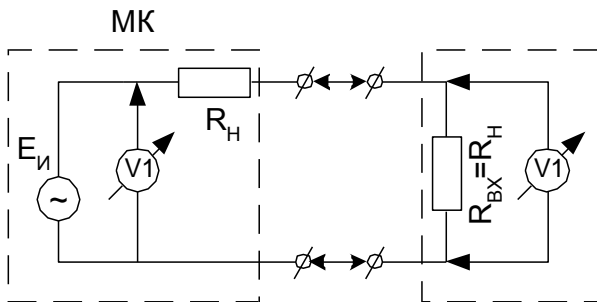


Рис. 4.3

Номинальное выходное напряжение микрофона устанавливается под воздействием звукового давления, создаваемого измерительным громкоговорителем, т. е. 8 дБ относительно 20 мкПа . Для микрофонов ближнего действия номинальный выходной уровень устанавливается при звуковом давлении 3 Па (104 дБ относительно 20 мкПа). Для таких микрофонов устанавливаемые номинальные выходные напряжения должны превышать указанные в табл. 3 на 20 дБ .

Если номинальное выходное сопротивление микрофона, как источника сигнала, составляет 200 Ом , то сопротивление входа микрофонного усилителя должно быть не менее 1 кОм . Тогда все выходные параметры микрофона определяются при номинальном сопротивлении нагрузки 1 кОм . На рис. 4.3 это сопротивление показано как эквивалент входного сопротивления микрофонного УЗЧ. Здесь выходные параметры микрофона представлены как ЭДС источника E_u с внутренним сопротивлением R_u . Предпочтительное значение E_u и значение номинального напряжения на выходе микрофона $U_{\text{вх} \text{ мин}}$ в табл. 4.1 имеют одинаковые значения, что соответствует реальным условиям эксплуатации при заданных соотношениях входных сопротивлений микрофона и усилителя.

Если же входное сопротивление усилителя составляет, например, 1 кОм , а к этому входу подключен относительно высокоомный микрофон (например, с $R_u = 2 \text{ кОм}$), то на входе образуется делитель на 10 дБ , снижающий коэффициент передачи системы «внешний микрофон — усилитель» с некоторым ухудшением отношения сигнал-шум, что эквивалентно ухудшению реальной чувствительности микрофона. Поэтому в инструкциях по эксплуатации на БРЭ обязательно указываются рекомендуемые к использованию типы микрофонов.

Минимальная ЭДС источника на входе микрофонного усилителя задается в целях регламентации его динамического диапазона (нижний предел) и должна соответствовать номинальному напряжению на выходе

микрофонного усилителя. Электродвижущая сила источника при перегрузке соответствует верхнему значению сигнала на сходе, определяющему динамический диапазон входных уровней. При указанных в табл. 4.1 значениях параметров общий коэффициент гармонических искажений при перегрузке может возрасти в 3 — 5 раз относительно номинального режима. Однако эти уровни не должны приводить к нарушению нормальной работы микрофонного преобразователя.

Для записи речевых и музыкальных программ обычно применяют микрофоны с электростатическим (конденсаторным) или электродинамическим принципом преобразования. Преобразователи микрофонов электростатического типа построены на основе плоского конденсатора, одна из обкладок которого неподвижна, а вторая, выполненная из тонкой пленки, является подвижной мембраной, воспроизводящей звуковые колебания. Для создания постоянного напряжения поляризации обкладок конденсатора используются внешние источники, или электреты. Преобразователи электродинамического типа конструктивно выполнены в виде звуковой катушки, прикрепленной к чувствительной пленочной диафрагме, воспринимающей звуковые колебания.

В микрофонах ближнего действия (они предназначены для работы от источника звука на расстоянии до 10 см) или ручных вводятся дополнительные средства защиты от ветра и системы амортизации.

Основные характеристики некоторых типов промышленных моделей отечественных микрофонов бытового назначения приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Основная характеристика	Тип микрофона			
	МКЭ-3	МКЭ-9, МКЭ-9А	МД-282	МКЭ-211С
Номинальный диапазон частот, Гц	50-16 000	50-18 000	50-16 000	50-17 000
Принцип преобразования	Электретный	Электретный	Электродинамический, катушечный	Электретный
Чувствительность по свободному полю, на частоте 1000 Гц, мВ/Па,	4	5	1, 3	3

не менее				
Модуль полного электрического сопротивления, <i>Ом</i>	3 000	200±40	100±20	200±40
Напряжение питания, <i>В</i>	4, 5±0, 5	1, 5	—	1, 5
Габаритные размеры, <i>мм</i>	13x21	51x173	37x178	46x153
Масса, <i>г</i> , не более	8	270	250	220
Тип соединителя	-	ОНЦ-ВГ-2	ОНЦ-ВГ-2	ОНЦ-ВГ-4

МКЭ-33 — конденсаторный электретный микрофон, предназначенный для встраивания в кассетные магнитофоны и магнитолы. В комплект микрофона входят капсуль с электретной мембраной, предварительный УЗЧ, выполненный на микросхеме *K513VE1A*, и держатель для крепления микрофона.

МКЭ-9 и **МКЭ-9А** — конденсаторные электретные микрофоны, относящиеся к устройствам ближнего действия. Микрофоны МКЭ-9 с симметричным выходом, МКЭ-9А с асимметричным выходом. В микрофонах используется капсуль с электретной мембраной и УЗЧ на микросхеме *K153VE1B*. Усилитель звуковой частоты питается от встроенного элемента *A316*. Для обеспечения малой восприимчивости к воздушному потоку при работе на близком расстоянии микрофоны снабжены ветрозащитным экраном из травленого пенополиуретана. Типовая диаграмма направленности электретного микрофона ближнего действия на частоте 1000 Гц показана на рис 4.4.

МКЭ-211С—двухканальный микрофон, предназначенный для записи стереофонических программ. Микрофон состоит из двух конденсаторных электретных односторонне направленных капсулей, размещенных друг над другом и развернутых под углом 180°. Питание и усилительный тракт микрофона аналогичны МКЭ-9. В связи с некоторыми эксплуатационными неудобствами стереофонические микрофоны имеют ограниченное применение.

МД-282 — катушечный микрофон с односторонней диаграммой направленности, с защитой от внешних электромагнитных полей.

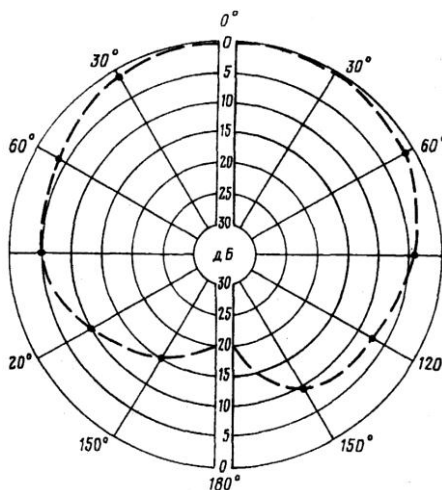


Рис. 4.4

Все модели микрофонов для БРЭА имеют одностороннюю диаграмму направленности в виде кардиоиды с соотношением векторов фронт — тыл 15 — 20 дБ. Обычно в стереофонической аппаратуре используются два самостоятельных микрофона, что гарантирует лучшее разделение каналов и более естественное воспроизведение звуковой картины.

4.2. Согласование электропроигрывателей с усилителями

Современные устройства воспроизведения механической звукозаписи — электропроигрыватели (ЭП) — относятся к наиболее высококачественным источникам звуковых программ. Лучшие промышленные модели отечественных и зарубежных ЭП обеспечивают:

- диапазон эффективно воспроизводимых частот — 20 — 20 000 Гц;
- взвешенное отношение сигнал-рокоет и сигнал-шум не менее — 76 дБ;
- взвешенный уровень детонации — $\leq 0,05\%$.

Выходные параметры ЭП (звукоснимателей) в основном определяются системой «грампластинка — головка звукоснимателя». Головки звукоснимателя по типу преобразования сигналов с грампластинок в электрические сигналы подразделяются на амплитудно-чувствительные и скоростно-чувствительные. Подавляющее число головок звукоснимателя выпускается в стереофоническом исполнении.

В табл. 4.3 приведены выходные параметры звукоснимателей с головками различного типа. Все напряжения и скорости указаны в среднеквадратических значениях на частоте 1000 Гц при угле записи 45°. В амплитудно-чувствительных звукоснимателях используются головки с пьезоэлектрическим преобразователем (ГЗП). В скоростно-чувствительных — преобразователи электромагнитного или магнитоэлектрического типа с подвижным или индуцированным магнитом или с переменным магнитным шунтом (ГЗМ-М). Кроме того, к этой группе звукоснимателей относятся электродинамические преобразователи с подвижными катушками (moving coil) ГЗМ-К.

Любой звукосниматель аналогового типа является системой с электромеханическим преобразованием. От конструктивного исполнения головки, тонарма, его балансировки, приведенной к игле массы, качества экранирующего провода во многом зависят выходные параметры во всем рабочем диапазоне частот.

Номинальные выходные напряжения устанавливаются при скорости записи измерительной грампластинки 7,1 см/с, а максимальные — при скорости записи 17,5 см/с на частотах 700 — 3 000 Гц (для ГЗМ) и частотах ниже 700 Гц (для ГЗП). Эти значения скоростей записи характерны для современных режимов записи. Зарубежная аппаратура звукозаписи способна обеспечить скорости до 30... 35 см/с и выше. Грампластинки с такими скоростями записи широко распространены на зарубежном рынке и все чаще появляются на прилавках наших магазинов. В этой связи при проектировании ГЗМ и корректирующих УЗЧ необходимо учитывать возможные превышения выходных уровней до 70 мВ (ГЗМ-М) и 5,6 мВ (ГЗМ-К) соответственно.

Таблица 4.3

Звукосниматель				Усилитель			
Входной параметр звукоснимателя	Предпочтительное значение			Входной параметр усилителя для подключения звукоснимателя	Предпочтительное значение		
	ГЗП	ГЗМ-М	ГЗМ-К		ГЗП	ГЗМ-М	ГЗМ-К
Номинальное сопротивление, кОм	Устанавливается изготовителем в НТД			Номинальное сопротивление источника, кОм	по НТД	2, 2	0, 01
Номинальное сопротивление	470	47 параллельно с	0, 1	Входное сопротивление	470	47 параллельно с	0, 1

тивление нагрузки, кОм		420 пФ		ние, кОм, не менее		420 пФ	
Номинальное выходное напряжение, мВ	5×10^2	5	0,3	Номинальная ЭДС источника, мВ	5×10^2	5	0,3
—	—	—	—	Минимальная ЭДС источника, мВ	2×10^2	2	0,12
Максимальное выходное напряжение, мВ	$2 \cdot 10^3$	70	5,6	ЭДС источника при перегрузке, мВ, не менее	2×10^2	70	5,6

Звукосниматели с ГЗП обладают относительно высоким коэффициентом преобразования и при значениях чувствительности не хуже $70 - 200 \text{ мВ см/с}$ обеспечивают $U_{\text{Выхном}} = 0,5 \text{ В}$ на номинальном сопротивлении нагрузки 470 кОм . Эквивалентное выходное сопротивление таких звукоснимателей имеет емкостный характер и составляет $800 - 1200 \text{ пФ}$. Поэтому за номинальное сопротивление источника при определении входных параметров УЗЧ часто принимается сопротивление 22 кОм (сопротивление емкостной составляющей на частоте 10 кГц). Для подключения таких звукоснимателей к УЗЧ вводится специальный высокоомный линейный вход. Входное сопротивление такого входа должно быть не менее 470 кОм для сохранения заданной линейности АЧХ в области нижних частот. Предпочтительные значения выходных параметров для звукоснимателей с ГЗМ-М установлены с учетом возможных изменений чувствительности от $0,7$ до 2 мВ см/с , а для звукоснимателей с подвижными катушками (ГЗМ-К) — от $0,04$ до $0,16 \text{ мВ см/с}$.

Если звукосниматели с ГЗП при выполнении всех условий согласования обеспечивают относительно линейную сквозную АЧХ и стандартный уровень звукового сигнала $0,5 \text{ В}$, то усилители с ГЗМ требуют введения дополнительного корректирующего усилителя с коэффициентом усиления $K = 10^2$ для ГЗМ-М и $K_y = 1,7 - 109$ для ГЗМ-К на частоте 1000 Гц . Усилитель должен иметь на выходе линейную форму АЧХ и возможность подключения ко входу общего назначения (линейному входу УЗЧ). На рис. 4.5 приведены типовые частотные характеристики записи и воспроизведения звукоснимателей с ГЗМ. Из этих соотношений уровней и выбирается АЧХ корректирующего УЗЧ. Здесь же показаны

значения постоянных времени для различных участков АЧХ. Как правило, корректирующие усилители встраиваются в автономные УЗЧ высоких групп сложности. При этом вводятся соответствующие нелинейные входы для ГЗМ-К. Для ГЗП используется стандартный вход общего назначения.

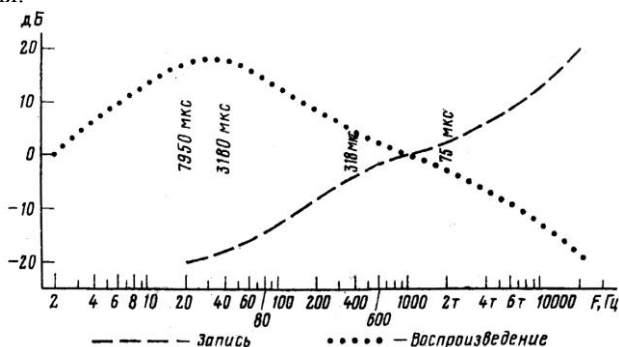


Рис. 4.5

При формировании сквозных АЧХ и определении присоединительных параметров звукоснимателей (ЭП) и УЗЧ существенное значение имеют емкостные нагрузки входа и выхода стыкуемых компонентов.

В табл. 4.4 (по материалам зарубежной печати) приведены входные емкости некоторых типов промышленных УЗЧ (вход для подключения звукоснимателя с ГЗМ). Из табл. 4.4 видно, что их значения колеблются от 50 до 500 $n\Phi$. Эти разбросы определяются рядом причин: во-первых, входными емкостями транзисторов или ламп, используемых в УЗЧ, во-вторых, монтажными емкостями входных коммутационных цепей, отличающихся разной сложностью, в-третьих, емкостью постоянно дополнительного конденсатора на входе для защиты от высокочастотных помех и выравнивания АЧХ.

Таблица 4.4

Фирма-изготовитель	Тип УЗЧ	Емкость, $n\Phi$
Acoustic Research	AR	150
Akai	AM-90	210
Audiolab	8000 A	35
Audiolab	8000 C	50
Audio Research	SP8/D70	50 (ламповый)
Counterpoint	SA7	110 (ламповый)
Croft	Micro	300 (ламповый)
Denon	PMA-707	300

Hitachi	HA-3	180
JVC	A-GX1	160
Linn	LK1	500
Luxman	LV-105	150 (гибридный)
Marant 2	PM-84	100
Musical Fidelity	MVT	60
NAD	3120	ПО
Onkyo	Integra A-8057	420
Perreaux	SA3/1850	130
Pioneer	A-77X	260
Sansui	AU-G30X	100
Sony	TA-AX320	235
Tandberd	300-BA	220
Yamaha	A-320	260

На рис. 4.6 показана обобщенная эквивалентная схема входной цепи усилителя для подключения электропроигрывателя с ГЗМ-М.

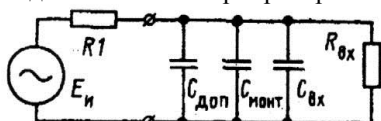


Рис. 4.6

Здесь показаны все три емкостные составляющие входа $C_{вх}$, $C_{доп}$, $C_{монт}$. В целях надежной защиты от высокочастотной помехи на радиочастотах вход УЗЧ должен быть зашунтирован емкостью около 220 нФ, включая емкости $C_{вх}$ и $C_{монт}$, значение которых колеблется в пределах 40 – 100 нФ. Именно такие суммарные емкости усилителя рекомендованы МЭК для типовых измерений АЧХ усилителя при стыковке с ЭП. В усилителях, где емкость входа превышает указанные значения, могут наблюдаться чрезмерные западания частотных характеристик в области верхних частот. Для таких УЗЧ, как правило, в НТД указывают предпочтительные типы ЭП с малыми выходными емкостями (не более 100 нФ).

Однако, как показывает практика, и для промышленных моделей ЭПУ характерен существенный разброс выходных емкостей. Так, для наиболее характерных типов ЭПУ зарубежного производства, приведенных в табл. 4.5, разброс емкостей составляет до 4 раз. Это связано и с конструктивными особенностями различных типов ЭПУ, и с наличием или отсутствием дополнительного конденсатора для корректировки АЧХ по верхним частотам.

Таблица 4.5

Фирма-изготовитель	Тип электропроигрывающего устройства	Емкость, $n\Phi$
Luxman	PD284	120
Denon	DP21	90
Technics	SLQX200	110
Trio	KD21R	280
NAD	5120	180
Pioneer	PL640	160
Bang & Olufsen	1800	220
JVC	LA100	310
Dual	CS514	180
Sansui	PD300	110
Akai	APD2	180
JVC	LL1	100
Akai	APM7	200
Bang & Olufsen	RX	200

Окончание табл. 4.5

Фирма-изготовитель	Тип электропроигрывающего устройства	Емкость, $n\Phi$
Sansui	SR222/4	80
Dual	CS505/1	180
Tensai	TD5400	120
Yamaha	P300	110
Sony	PSLX22B	80
Aiwa	PX30	160

Эквивалентная схема согласования ЭПУ с ГЗМ-М со входом усилителя показана на рис. 4.7. Здесь C_o — суммарная входная емкость усилителя ($C_{доп} + C_{монт} + C_{ax}$); $C1$ — выходная емкость проигрывателя (80 — 120 $n\Phi$); $C2$ — емкость соединительного кабеля (около 100 $n\Phi$), C_k — дополнительная емкость коррективки АЧХ (0 — 100 $n\Phi$).

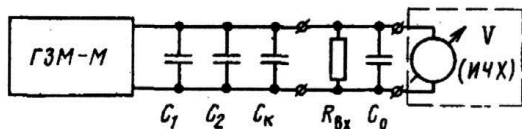


Рис.4.7

К выходным зажимам этой схемы на сопротивление R_{bx} , эквивалентное входному сопротивлению усилителя, может быть подключен

вольтметр или измеритель частотных характеристик (ИЧХ) для измерения частотно-независимых параметров ЭПУ.

Для измерений параметров корректирующего входа при подключении звукоприемника используются традиционные методы. В качестве ЭДС источника E_n (рис. 4.8) используется генератор звуковых сигналов ГЗ, внутреннее сопротивление которого входит составной частью в сопротивление R_1 , представляющее эквивалентное сопротивление источника. С достаточной для практики точностью измерений номинальное сопротивление источника установлено $2,2 \text{ кОм}$ — для ГЗМ-М и 100 Ом — для ГЗМ-К.

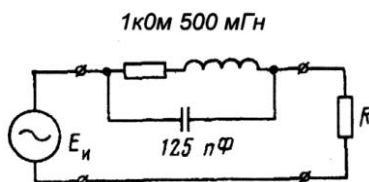


Рис.4.8

Следует заметить, что эквивалентное сопротивление источника, и в первую очередь для ГЗМ-М, имеет комплексный характер с индуктивной составляющей. Ряд зарубежных фирм в связи с этим рекомендует, например, проводить измерения соотношения сигнал-шум с эквивалентной цепью, показанной на рис. 4.8. Эти рекомендации закреплены, в частности, в национальном стандарте США RS-490 [7].

4.3. Тюнеры

Среди всех видов РПУ тюнеры занимают особое место прежде всего из-за высокого уровня электрических параметров. Именно поэтому в СТМЭК 268-15 тюнеры введены в качестве компонента звуковой системы.

Согласно принятой терминологии, тюнером называют устройство, предназначенное для радиоприема и преобразования высокочастотных сигналов радиовещания в сигналы звуковой частоты. Как правило, тюнеры имеют предельно технически достижимые параметры и рассчитаны на использование любителями музыки с взыскательными запросами к качеству звучания. Так как такое качество может быть обеспечено в диапазоне УКВ и в стереофоническом режиме, современные тюнеры часто выпускаются только с трактом ЧМ. Тем не менее и у нас в стране, и за рубежом в некоторых модификациях тюнеров вводится тракт АМ с самым разнообразным составом диапазонов. Чаще всего это диапазон средних волн (СВ), но могут выпускаться и всеволновые тюнеры, а также тюнеры с любыми вариациями состава диапазонов.

При этом если в диапазоне СВ в режиме «Местный прием» еще может быть обеспечено удовлетворительное качество воспроизведения музыкальных программ, то радиоприем в остальных диапазонах рассчитан в основном на речевое вещание. Типовая структурная схема всеволнового тюнера показана на рис. 4.9, где УПЧ-ЧМ — усилитель промежуточной частоты тракта ЧМ; УПЧ-АМ — то же в тракте АМ; ЧД — частотный детектор; СД — стереодекодер; драйвер УЗЧ — каскад предварительного УЗЧ; МА — магнитная антенна; Д — детектор АМ.

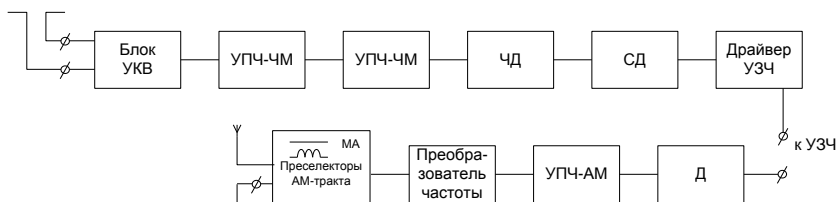


Рис.4.9

В табл. 4.6 приведены уточненные границы диапазонов частот, отведенные для радиовещания в различных регионах мира (г. Женева, 1980 г.) [8].

Таблица 4.6

Диапазон	Границы диапазона	
	Частота, МГц	Длина волны, м
ДВ	0,15 – 0,285	2000,0 – 1053,0
СВ	0,525 – 1,605	571,0 – 187,0
КВ (75 м)	3,95 – 4,0	75,9 – 75,0
49 м	4,75 – 4,995	63,16 – 60,06
Тропические диапазоны	5,005 – 5,06	59,94 – 59,29
	5,95 – 6,2	50,42 – 48,39
41 м	7,1 – 7,3	42,25 – 41,09
31 м	9,5 – 9,9	31,58 – 30,3
25 м	11,5 – 12,05	25,5 – 25,9
22 м	13,6 – 13,8	22,06 – 21,74
19 м	15,1 – 15,6	19,87 – 19,23
16 м	17,55 – 17,9	17,09 – 16,76
13 м	21,45 – 21,85	13,99 – 13,73
11 м	25,67 – 26,1	11,69 – 11,49
УКВ I	41,0 – 68,0	7,32 – 4,41
УКВ II	87,5 – 108,0	3,43 – 2,78
УКВ III	174,0 – 216,0	1,72 – 1,39

УКВIV	470,0 – 960,0	0,64 – 0,31
-------	---------------	-------------

В СНГ радиоприем радиовещательных (РВ) станций осуществляется в одном или нескольких диапазонах частот (волн), приведенных в табл. 4.7. В табл. 4.7 приведены также рекомендуемые для измерительной практики предпочтительные частоты. Диапазон СВ для удобства настройки иногда разбивается на два поддиапазона.

Таблица 4.7

Диапазон	Границы объектов		Предпочтительная частота для измерений, МГц
	частот, МГц	длин волн, м	
ДВ	0,1485 – 0,2835	2020,2 – 1058,2	0,16
СВ	0,5265 – 1,6065	569,8 – 186,7	0,25; 0,56; 1,0; 1,4
КВ	3,95 – 12,1	75,9 – 24,8	4,0; 7,2; 11,8
УКВ I	65,8 – 74,0	4,56 – 4,05	69,0
УКВ II	100,0 – 108,0	3,0 – 2,78	104

С той же целью диапазон коротких волн (КВ) разбивается на несколько растянутых, например 49, 41, 31, 25 м, или полурастянутых поддиапазонов. Начиная с 1991 г., изготовителям радиоприемной аппаратуры предоставлено право вводить также поддиапазоны КВ ниже 25 м, включая 19, 16, 13 и 11 м. В этих диапазонах внутрисоюзное вещание практически не ведется, а ряд зарубежных радиостанций ведут круглосуточные радиопередачи для СНГ. Могут быть также использованы отдельные диапазоны или фиксированные настройки на определенные отдельные частоты.

Известны три способа подведения высокочастотных сигналов ко входу тюнера.

Первый способ. Сигнал подводится через несимметричный ввод к входным цепям тракта АМ (ДВ-, СВ- и КВ- диапазоны) от всеволновой антенны, эквивалент которой \mathcal{E}_{AM} показан на рис. 4.10.

Второй способ. Сигнал вводится через кабель, согласованный с сопротивлением антенны и входной цепью тюнера. В этом случае измерительный генератор стандартных сигналов с внутренним сопротивлением 75 Ом включается непосредственно ко входу тракта ЧМ тюнера (диапазон УКВ), как это показано в нижней части рис. 4.10.

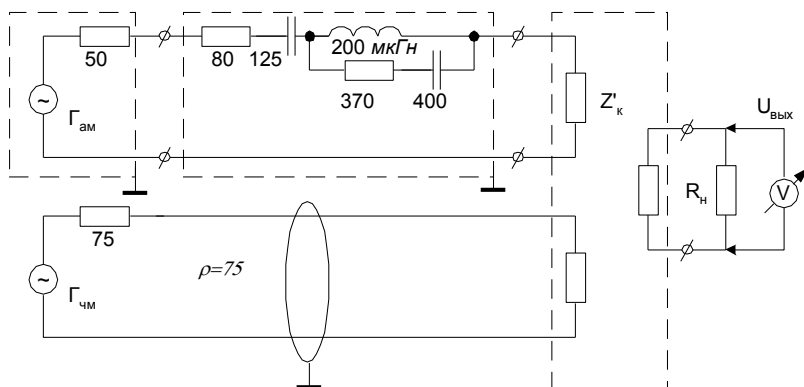


Рис. 4.10

Третий способ. Тюнер работает от встроенных антенн. В диапазонах ДВ и СВ это обычно магнитная (ферритовая) антенна. В диапазонах КВ — штыревая, значительно реже — магнитная. В УКВ-диапазоне это встроенный диполь или однолучевая асимметричная антенна.

Современный усилительный тракт тюнера выполняется на дискретных транзисторах или микросхемах с различной степенью интеграции. Как правило, чем лучше электрические характеристики трактов, тем ниже степень интеграции микросхемы. В ряде тюнеров используются совмещенные схемы УПЧ для АМ — ЧМ - тракта. Независимо от структурной схемы они должны быть спроектированы таким образом, чтобы при значительном разбросе уровней входных высокочастотных сигналов на выходе тюнера обеспечивался заданный уровень выходного сигнала на эквиваленте типовой нагрузки $K_{и}$.

В табл. 4.8 приведены принятые в международной практике значения выходных параметров тюнера в любом диапазоне принимаемых частот. В современном усилителе универсальный линейный вход рассчитан на подключение аппаратуры как с аналоговой, так и цифровой обработкой сигнала, обеспечивающей значение отношения сигнал-шум выше 90 дБ, широкий частотный диапазон обеспечивает высокую помехозащищенность. С учетом этого выходное сопротивление тюнера $R_{вых}$ (рис. 4.10 — схема измерения выходных параметров тюнера, где $\Gamma_{ам}$ и $\Gamma_{чм}$ — генераторы стандартных сигналов АМ и ЧМ; $Z_{ам}$ — всеволновый эквивалент антенны АМ-тракта; ρ — волновое сопротивление соединительного кабеля; $Z'_к$ — эквивалентное сопротивление входной цепи, приведенное ко входу не должно превышать 1 кОм при входном сопро-

тивлении УЗЧ (сопротивлении нагрузки R_H) 10 $\kappa\text{Ом}$ (табл. 4.8, колонка III).

Таблица 4.8

Параметр	Предпочтительное значение		
	I	II	III
Выходное сопротивление источника, $\kappa\text{Ом}$, не более	22.0	10.0 (4.7)	1.0
Номинальное сопротивление нагрузки, $\kappa\text{Ом}$	220.0	47.0	10.0
Номинальное выходное напряжение, V		0.5	
Минимальное выходное напряжение, V		0.2	
Максимальное выходное напряжение, V		2.0	

Однако в тюнерах, выпускаемых в начале 1980-х гг. согласно стандарту МЭК 268-15, выходные сопротивления устанавливались до 10 $\kappa\text{Ом}$ при $K_B = 47 \kappa\text{Ом}$ (табл. 4.8, колонка II). Практически же значение $R_{\text{вых}}$ составляет не более 4,7 $\kappa\text{Ом}$ и в последних моделях, так как наиболее полно удовлетворяет возрастающим электрическим требованиям к сквозному тракту звуковых систем.

В колонке I табл. 4.8 приведены значения $R_{\text{вых}}$ и R_H для аппаратуры переходного периода от ламповых схем к транзисторным. Характерно, что, несмотря на значительное изменение входных и выходных сопротивлений, международные требования на выходные уровни напряжений остались без изменений.

Обеспечивая стыковку аппаратуры по уровням выходных и входных сигналов, заводы-изготовители обычно предупреждают пользователей звуковых систем в руководствах по эксплуатации, что УЗЧ с номинальными входными сопротивлениями 220 $\kappa\text{Ом}$ и даже 47 $\kappa\text{Ом}$ будут заметно уступать УЗЧ с входным сопротивлением 10 $\kappa\text{Ом}$, характерным для усилителей выпуска последних лет.

Рассмотрим условия обеспечения заданных выходных уровней напряжения при подведении высокочастотных сигналов ко входам тюнера.

Входные параметры тракта АМ. При эксплуатации тюнера входной высокочастотный сигнал тракта АМ может изменяться от десятков микровольт до сотен милливольт. Глубина модуляции несущей огра-

ничивается на передающих станциях до 80 — 90 % во избежание резкого нарастания нелинейных искажений за счет перемодуляции.

Для сохранения постоянства выходного сигнала и предотвращения перегрузки каскадов тюнера применяется автоматическая регулировка усиления (APУ). Обычно в транзисторных каскадах APУ осуществляется путем подачи постоянной составляющей напряжения детектора в точки между базой и общим проводом регулируемого каскада. Широкое применение в каскадах на транзисторах и микросхемах получили так называемые «эстафетные» APУ. Для того чтобы при малых уровнях сигнала на входе значение отношения сигнал-шум возрастало пропорционально росту сигнала, широко используются задержанные APУ. В реальных трактах AM действие APУ начинается при уровнях входного сигнала, на 10 — 20 % превышающих реальную чувствительность. При изменениях уровня сигнала на входе на 46 — 60 дБ выходное напряжение тюнера изменяется не более чем в 2—3 раза. Во избежание возникновения нелинейных искажений необходимо, чтобы уровень сигнала, подводимого к управляемым элементам устройства, не превышал заданного значения. В особенно неблагоприятных условиях работают первые регулируемые каскады тракта. Для их защиты на входе тракта вводятся потенциометрические каскады на оптронах, рin-диодах или полевых транзисторах. Такие каскады обеспечивают надежную линейную регулировку усиления тракта при входных сигналах до вольта и выше.

Международной нормой номинального выходного напряжения на внешней нагрузке R_H является уровень 0,5 В. Это значение должно обеспечиваться при ЭДС генератора $E_{rAM} = 1$ мВ и глубине модуляции 80 %. Структурная схема включения V генератора стандартных сигналов G_{AM} показана на рис. 4.10. В связи с тем что тюнеры, как правило, не имеют регулировок выходных уровней, принципиальная схема тюнера, его схема APУ должны быть рассчитаны так, чтобы выполнялось заданное предпочтительное значение номинального выходного напряжения с разбросом уровней не более $\pm 0,1$ В.

Минимальное выходное напряжение характеризует способность тюнера воспроизводить уровни сигнала с предельным для удовлетворительного качества звучания значением отношения сигнал-шум на входе усилителя (26 дБ) и глубине модуляции (30 %). При уровнях высокочастотных сигналов на 2—3 порядка выше номинального уровня 1 мВ и предельной глубине модуляции 90 % максимальное выходное напряжение не должно превышать 2 В. В этом режиме контролируются перегрузочные способности тракта AM и уровни возможных перегрузок подключаемых к тюнеру входных каналов УЗЧ.

В основном эти условия формирования входных сигналов относятся к диапазонам СВ и ДВ и все измерения выходных уровней производятся на несущей частоте 1 МГц. Для всеволновых тюнеров эквивалент антенны в диапазонах КВ может быть представлен в виде активного сопротивления 400 Ом. Номинальные значения параметров всеволнового эквивалента антенны тракта АМ, при которых устанавливается номинальный выходной уровень или измеряются выходные уровни, приведены в верхней части рис. 4.10.

Входные параметры тракта ЧМ. По сравнению с работой тюнера в диапазоне тракта АМ радиоприем в диапазоне УКВ существенно отличается высоким качеством воспроизведения и повышенной помехоустойчивостью. Высокая естественность воспроизведения музыкальных программ особенно заметна при стереофонических передачах. Именно поэтому преимущественное развитие во всем мире получает радиоприемная аппаратура со стереофоническим трактом: от высококлассных УКВ-тюнеров до портативных стереофонических магнитол и плееров.

Входной сигнал от внешней антенны, настроенной на среднюю частоту диапазона и согласованной по волновому сопротивлению 75 Ом со входом тюнера, подводится к блоку УКВ. В блоке УКВ совмещаются п-каскадный преселектор и преобразователь частоты. Именно эти входные каскады тракта определяют чувствительность тюнера, а также его избирательность по зеркальному и побочным каналам приема. В значительной степени блок УКВ определяет устойчивость тракта к перекрестным искажениям. В высококачественных тюнерах никогда не используется встроенная антенна, так как при уверенном радиоприеме стереофонических программ должны отсутствовать фазовые и гармонические искажения сигнала из-за воздействия отраженных сигналов. Эти условия могут выполняться только при использовании настроенных и правильно ориентированных наружных антенн.

На выходе блока УКВ формируется сигнал промежуточной частоты. Каскады тракта УПЧ определяют избирательность тракта по соседнему каналу и подавляют сопутствующую АМ. Сигналы ПЧ, усиленные до уровня сотен милливольт, поступают на вход частотного детектора, который выполняет функцию демодуляции и выделения на нагрузке сигналов звуковой частоты. При монофоническом сигнале это звуковой сигнал. При стереофоническом сигнале это комплексный стереосигнал (КСС). Для выделения из КСС звуковых сигналов правого и левого каналов используется стереодекодер СД. Для обеспечения требуемого номинального выходного уровня в тракт вводится предварительный УЗЧ, функции которого также входит буферная защита СД и ЧД от обратного влияния основного УЗЧ.

Благодаря особенностям частотного детектирования, эффективной системе раннего ограничения и АРУ на выходе тракта ЧМ относительно просто устанавливается заданный номинальный уровень напряжения $U_{\text{вых}}$. Современные схемы построения входных каскадов тракта позволяют получать чувствительность в монофоническом режиме $0,5 \text{ — } 1 \text{ мкВ}$ при отношении сигнал-шум 26 дБ и девиации частоты 40 кГц .

С учетом разрешающей способности тракта ЧМ усиление и режимы автоматических регулировок уровня выбираются таким образом, чтобы заданный уровень выходного напряжения $U_{\text{вых.ном}}$ обеспечивался при сигнале на антенном входе тюнера 40 дБ (нВт) или $0,86 \text{ мВ}$ при сопротивлении $r_A = 75 \text{ Ом}$ и девиации частоты 40 кГц (при максимальной девиации частоты $\Delta f_{\text{max}} = 75 \text{ кГц}$) и $26,5 \text{ кГц}$ (при $\Delta f_{\text{max}} = 50 \text{ кГц}$). Естественно, что при этом уровне входного сигнала отношение сигнал-шум значительно превышает номинальный уровень 26 дБ .

Установленное в табл. 4.8 минимальное значение выходного сигнала тракта ЧМ характеризует случай предельных по минимуму значений входных сигналов при отношении сигнал-шум 26 дБ и девиации частоты $22,5 \text{ кГц}$ (при $\Delta f_{\text{max}} = 75 \text{ кГц}$) и 15 кГц (при $\Delta f_{\text{max}} = 50 \text{ кГц}$), при котором гарантируется удовлетворительное качество приема и воспроизведения.

Заданное значение $U_{\text{вых. max}}$ является предельным с точки зрения возможных перегрузок входных каскадов внешних УЗЧ. При правильно выбранной системе раннего ограничения и АРУ, как правило, значение $U_{\text{вых. max}}$ не превышает 1 В при входных уровнях $100 \text{ — } 200 \text{ мВ}$ и максимальных девиациях частоты, что вполне удовлетворяет установленной международной норме по максимальному выходному напряжению 2 В .

Работа тюнера на встроенные антенны. В ряде моделей тюнеров, помимо входов для трактов АМ—ЧМ, применяются встроенные антенны. Для приема в диапазонах КВ наиболее часто используются встроенные антенны телескопического типа. Значительно реже применяются рамочные или ферритовые антенны. В диапазоне УКВ для этих целей применяют настроенные симметричные диполи и однолучевые антенны, выполняемые также в виде телескопических конструкций.

В качестве встроенных антенн в диапазонах ДВ и СВ широко используются магнитные системы, эффективность которых в основном определяется геометрическими размерами ферритовых стержней. Антенны этого типа обычно монтируют внутри корпуса аппаратуры. Они не могут оперативно изменять пространственную диаграмму направленности. Вместе с тем известны системы, размещаемые снаружи на шарнирах, что дает возможность выбирать оптимальные условия отстройки от нежелательных сигналов.

При подведении сигнала ко входам трактов АМ—ЧМ на выходе тюнера естественно должны обеспечиваться те же уровни напряжений, которые установлены для работы от внешних антенн.

Для телескопических антенн КВ-диапазона измерительный АМ-сигнал от ГСС рекомендуется подводить через цепь последовательно включенных резистора сопротивлением 80 Ом и конденсатора емкостью 5 — 7 пФ. Это позволяет осуществлять качественный прием РПУ с объемом корпуса 6 — 8 дм³ при длине антенны 900 мм. Антенна должна находиться в сложенном нерабочем состоянии или быть отключенной. На УКВ при встроенном диполе сигнал подводится от ГСС [4].

С достаточной для практики точностью при измерениях на одной рабочей частоте 7 МГц (тракт АМ) или 69 МГц (тракт ЧМ 65,8 — 74 МГц) и 98 МГц (тракт ЧМ 88 — 108 МГц) уровни входных высокочастотных сигналов, значения модуляции и девиации частоты, а также отношение сигнал-шум могут быть приняты такими же, как при измерениях с гнезд внешней антенны.

При проведении измерений в аппаратуре с ферритовой антенной входным сигналом является стандартное электромагнитное поле, создаваемое одной или двумя излучающими рамками и подключенными к ним генераторами. Параметры таких генераторов поля приводятся, например, в рекомендациях МЭК 315-3.

Для обеспечения заданного $U_{\text{вых.ном}}$ напряженность поля должна составлять 5...6 мВ/м. Глубина модуляции — 80 %. Несущая частота — 1 МГц. Заданный уровень $U_{\text{вых.мин}}$ должен достигаться при уровне напряженности поля, соответствующем отношению сигнал-шум на выходе 26 дБ. Значение $U_{\text{вых.мах}}$ проверяется при предельно возможных уровнях поля, создаваемых генератором поля (с $U_{\text{вых}}$ ГСС не менее 1 В) и глубине модуляции 90 %.

Работа от встроенных антенн наиболее характерна для переносной и носимой радиоприемной аппаратуры. Следует еще раз подчеркнуть, что высококачественный прием в тюнере может быть гарантирован только при хорошей внешней антенне [3]. Тюнер, предназначенный для высококачественного приема стереофонических передач, определен по международным нормам как один из источников сигналов звуковой системы.

4.4. Согласование магнитофонов с усилителем в режиме воспроизведения

Магнитофон, как источник программ, является наиболее распространенным компонентом звуковой системы. Магнитофонные блоки (панели), включающие в себя лентопротяжные механизмы (ЛПМ), тракты

записи и воспроизведения и устройства управления, могут входить составной частью в однокорпусные магнитофоны, магнитолы, магниторадиола, магнитоэлектрофоны, а также использоваться в качестве ПЗУ для ПЭВМ.

В режиме воспроизведения магнитофонный блок (или диктофон, являющийся одной из разновидностей магнитофона) встроенный или автономный должен иметь выходные параметры, значения которых приведены в табл. 4.9. Указанные значения параметров, так же, как аналогичные значения для пьезоэлектрических звукоснимателей и тюнеров, являются параметрами стыковки с входом УЗЧ общего назначения (линейным входом).

Таблица 4.9

Параметр	Предпочтительное значение
Выходное сопротивление источника, $кОм$, не более	10
Номинальное сопротивление нагрузки, $кОм$	47
Номинальное выходное напряжение, В	0,5
Максимальное выходное напряжение, В	2

Выходные параметры стыковки с внешним УЗЧ определяются при сопротивлении источника (магнитофона) $R_{и} < 10 кОм$ (рис. 5.1) и $R_{и} = 47 кОм$.

Следует также учитывать, что многие современные усилители могут иметь входное сопротивление значительно ниже, чем указанное значение $R_{и}$, и достигать $10 кОм$ и ниже. Это характерно для автономных УЗЧ и для усилителей, встроенных в другие комплексы, в том числе в магнитофоны (режим перезаписи с другого магнитофона). Уменьшением входного сопротивления решается вопрос обеспечения улучшенных отношений сигнал-шум + фон. Эти входы в принципе рассчитаны на подключение магнитофонов с $R_{и} < 1 кОм$. Заданные значения выходных напряжений магнитофона должны обеспечиваться при воспроизведении сигналограмм стандартной измерительной ленты [5,6].

5. СОГЛАСОВАНИЕ МАГНИТОФОНОВ С УЗЧ В РЕЖИМЕ ЗАПИСИ

подавляющее большинство магнитофонных устройств, кроме функции воспроизведения фонограмм с магнитной ленты, имеет один или несколько входов для записи программ. И лишь в отдельных случаях магнитофон является только проигрывателем записей (например, плееры, некоторые типы простейших магнитол).

Типовыми входами магнитофонного устройства в режиме записи являются входы для подключения: внешнего микрофона; радиовещательного приемника, телевизора или тюнера, приемника проводного вещания; звукозаписывающей (электропроигрывателя); радиотрансляционной линии. Схема подключений источников ко входу магнитофона в режиме воспроизведения показана на рис. 5.1, в режиме записи на рис. 5.2.

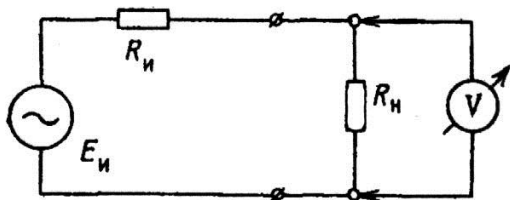


Рис. 5.1

Схема согласования внешних источников (в том числе магнитофона) и магнитофона в режиме записи потока приведена на рис. 5.3.

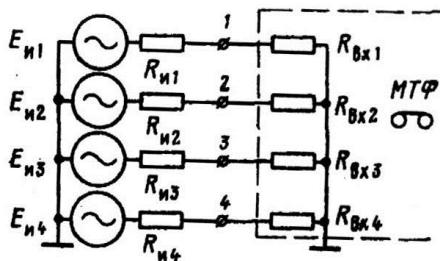


Рис. 5.2

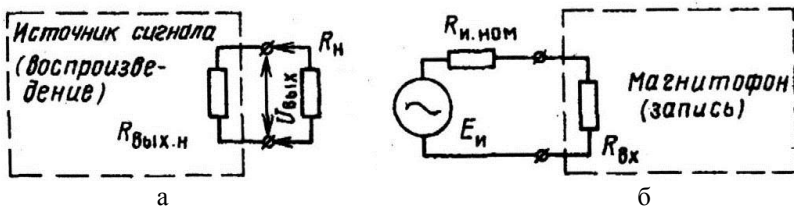


Рис. 5.3

При подключении микрофона номинальная ЭДС источника $E_{II}=0,2 \text{ мВ}$, номинальное сопротивление источника $R_{II}=200 \text{ Ом}$, входное сопротивление $R_{BX1} > 1 \text{ кОм}$.

При подключении проигрывателя (для ГЗМ и ГЗК после корректирующего усилителя), тюнера, многопрограммного приемника, цифрового и аналогового магнитофона, электрофона, УЗЧ и различных комбинированных устройств: $E_{II2}=0,5 \text{ В}$, $R_{II2}= 1 — 10 \text{ кОм}$, $R_{BX2} > 10 \text{ кОм}$.

При подключении высокочастотных устройств (радиоприёмных и телевизионных): $E_{II3} \approx 10 \text{ мВ}$ (токовый режим $I_{II} = 0,5 \text{ мкА}$), $R_{II3}=150 \text{ кОм}$, $R_{BX3} < 47 \text{ кОм}$.

Для трансляционной линии $E_{II4} = 24 — 30 \text{ В}$, $R_{II4} = 600 \text{ Ом}$, $R_{BX4} \geq 10 \text{ кОм}$.

Условия согласования внешнего микрофона и звукоснимателя с усилителем записи магнитофона рассмотрены ранее.

При согласовании внешних источников программ с линейным выходом различают два режима, условно называемых «по току» и «по напряжению». Выходные параметры в этих случаях обеспечиваются либо встроенным усилителем, либо непосредственно цепью детектора высокочастотного устройства. Условия согласования источника, близкие к режиму генератора тока, обеспечивают при прочих равных условиях более выгодные соотношения выходных и входных уровней. На рис. 5,3,а показана схема согласования источника сигнала со входом магнитофона по току. Параметры источника сигнала: $R_H = 47 \text{ кОм}$, $R_{Вых.И} > 150 \text{ кОм}$,

$$I_{Вых.ном} = \frac{U_{Вых}}{R_H} = 0,5 \text{ мкА}, I_{Вых.min} > 0,2 \text{ мкА}, I_{Вых.max} < 2 \text{ мкА}.$$

Параметры магнитофона в режиме записи (рис. 5,3,б): $R_{BX} < 47 \text{ кОм}$,

$$R_{II.ном} = 150 \text{ кОм}, I_{ном.ист} = \frac{E_{II}}{R_{II.ном} \times R_{BX}} = 0,5 \text{ мкА}, I_{BXmin} < 0,2 \text{ мкА},$$

$I_{BX max} > 2 \text{ мкА}$. При номинальном выходном токе источника $0,5 \text{ мкА}$ и значениях $R_{II} = 150 \text{ кОм}$ и $R_{BX} < 47 \text{ кОм}$ номинальное напряжение на входе магнитофона составит $23,5 \text{ мВ}$, а минимальное — $9,4 \text{ мВ}$. С учетом того, что вход по току обладает более высокой чувствительностью, чем вход общего назначения по напряжению, он часто используется для подключения выхода детектора транзисторных приемников, телевизоров и других источников, где по тем или иным причинам трудно обеспечить стандартный уровень $U_{Вых} = 0,5 \text{ В}$. Иногда для этих целей используют высокочувствительный вход для подключения микрофона.

Однако в последние годы токовый режим все реже используется в мировой практике вследствие ряда присущих ему недостатков, прежде

всего связанных с необходимостью иметь большое выходное сопротивление источника, улучшенную экранировку кабеля, а также с необходимостью введения дополнительных входов. В связи с этим в 1989 г. в действующую рекомендацию МЭК 268-15 введена поправка о нецелесообразности применения в новых разработках БРЭА входов и выходов по току. В СНГ во всех новых разработках, начиная с 1990 г., токовый режим согласования исключен.

Вход магнитофонных устройств по напряжению всегда являлся предпочтительным, и в первую очередь для систем Hi-Fi. В последнее время все большее распространение получают устройства с цифровой обработкой сигнала. Цифровые магнитофоны с аналоговым выходом обеспечивают отношение сигнал-шум не менее 96 дБ. В табл. 5.1 приведены предпочтительные значения присоединительных параметров входа общего назначения магнитофона в режиме записи от источника с линейным выходом.

Значения параметров, указанных в колонке I, характерны для многих видов аппаратуры, выпускаемой в настоящее время. При согласовании с цифровым магнитофоном приведенные сопротивления и ЭДС источника при перегрузке могут неблагоприятно сказываться на шум-факторе и динамическом диапазоне сквозного тракта.

Таблица 5.1

Обозначения по рис. 5.2	Вход общего назначения магнитофона	Предпочтительные значения	
		I	II
$R_{И2}$	Номинальное сопротивление источника, $кОм$	10	1
$R_{Вх2}$	Входное сопротивление, $кОм$, не менее	47	10
$R_{И3 ном}$	Номинальная ЭДС источника, B	0,5	0,5
$R_{И2 min}$	Минимальная ЭДС источника для получения номинального уровня записи, B	0,2	0,2
$R_{И2 пер}$	ЭДС источника при перегрузке, B , не менее	2	2,8

В колонке II приведены предпочтительные значения входных параметров для новых разработок магнитофонной техники, обеспечивающих улучшенное отношение сигнал-шум. Это могут быть аналоговые устройства или цифровые магнитофоны с аналоговым выходом. Стыков-

ка таких магнитофонов с источниками, выпускаемыми в настоящее время (колонка I), практически не скажется на остальных параметрах, кроме уровня входного сигнала.

Выходные параметры усилителя или других видов БРЭА, например источников сигнала для записи на магнитофоне, имеющих номинальный выходной уровень $0,5 B$ и необходимые условия его обеспечения, были приведены ранее. Так, если источником сигнала является магнитофон, номинальный уровень $0,5 B$ должен обеспечиваться при воспроизведении сигналограммы — стандартной измерительной ленты, если источником сигнала является усилитель — при подаче номинальной ЭДС.

Минимальное выходное напряжение на выходе источника записи $0,2 B$ должно обеспечиваться:

- в случае, когда источником является магнитофон — при воспроизведении с ленты уровня записи на 8 дБ ниже уровня записи стандартной сигналограммы измерительной ленты;
- при записи через усилитель — при подаче на его вход минимальной ЭДС, заданной в НТД.

Максимальное выходное напряжение $2B$ для внешнего усилителя должно обеспечиваться при ЭДС на входе, соответствующей его перегрузке.

Предпочтительные значения выходных сопротивлений источников программ и сопротивлений нагрузки в режиме записи для различных групп БРЭА с выходом общего назначения ($0,5 B$) приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Параметр	Предпочтительное значение	
	I	II
Выходное сопротивление источника, кОм	10	1
Номинальное сопротивление нагрузки, кОм	47	10

Существует еще один вход для записи на магнитофон, рассчитанный на подведение относительно высоких уровней сигнала, и в частности сигналов от трансляционной сети. Этот вход с пассивным делителем обеспечивает нормальную работу от источника (линии) с напряжением до $30 B$ и характерен для аппаратуры, выпускаемой в нашей стране, где проводная система радиовещания получила широкое развитие.

В ряде моделей пассивный делитель распаивается непосредственно в соединительном кабеле, входящем в комплект магнитофона. Через такой кабель сигнал от трансляционной линии может подводиться

непосредственно к соединителю линейного входа. В таких моделях отдельный вход для подключения к трансляционной линии может отсутствовать.

Следует отметить, что многопрограммное радиовещание по проводам тоже в основном получило распространение только в нашей стране. Присоединительные параметры абонентских громкоговорителей для таких сетей должны обеспечивать параметры линейного выхода, аналогичные БРЭА с $U_{\text{вых.ном}} = 0,5 \text{ В}$.

6. СОГЛАСОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И НАУШНИКОВ С ВЫХОДОМ УЗЧ

6.1. Согласование акустических систем и УЗЧ по мощностям

Современное развитие высококачественных акустических систем (АС) направлено на удовлетворение противоречивых требований — расширение АЧХ в области низших частот и сокращение объемов корпуса. Для выполнения этих и других требований широко используют громкоговорители с низкой чувствительностью. Повышенное звуковое давление может быть обеспечено только за счет существенного увеличения выходных мощностей УЗЧ. За последние годы выходные мощности УЗЧ бытового назначения существенно возросли. Современная элементная база позволяет получать максимальные выходные мощности, ограниченные искажениями, до 100 Вт и более. Известны модели автономных УЗЧ с выходными мощностями 500 Вт и выше. Естественно, что рассеивание таких мощностей на громкоговорителях и других компонентах АС стало серьезной проблемой, приводящей к выходу из строя АС, выбранных без учета пиковых выходных мощностей УЗЧ.

В связи с этим оптимизация режимов согласования УЗЧ и АС приобретает весьма существенное значение. Для характеристики этих режимов стандартами МЭК установлены следующие понятия максимальных (предельных) кратковременных и долговременных мощностей.

Предельная кратковременная мощность АС ($P_{\text{АС кр}}$ — электрическая мощность сигнала взвешенного белого шума (рис. 6.1) в заданном диапазоне частот, которую АС выдерживает без необратимых механических повреждений в течение 1 с с интервалом 1 мин не менее 60 циклов). В этом режиме АС проверяется на воздействие кратковременных всплесков сигналов белого шума.

Предельная долговременная мощность АС $P_{\text{АС долг}}$ — электрическая мощность сигнала взвешенного белого шума в заданном диапазоне частот, которую система выдерживает без необратимых механических повреждений в течение 60 с интервалом 2 мин (не менее 10 циклов).

Эта мощность характеризует механическую прочность головок (в первую очередь высокочастотных), отличающихся, как правило, пониженными мощностями рассеивания относительно других элементов АС.

Кратковременная максимальная выходная мощность УЗЧ

$P_{УЗЧкрс}$ — максимальная мощность, развиваемая на сопротивлении нагрузки при подаче на вход УЗЧ импульса длительностью 1с с периодом следования 60 с, модулированного частотой 1000 Гц (рис. 6.2,б), при положении регуляторов, соответствующем наиболее равномерной АЧХ. Эта мощность характеризует возрастание сигнала до глубокого клиппинга (пиковой отсечки сигналов). Способ ее определения поясняет рис. 6.2,а.

Долговременная максимальная выходная мощность УЗЧ

$P_{УЗЧдолг}$ — максимальная мощность, развиваемая на сопротивлении нагрузки в течение 60 с при подаче на вход сигнала взвешенного белого шума (рис. 6.3 — схема измерения, где ГБШ — генератор белого шума; ВФ — взвешивающий фильтр с частотной характеристикой фильтра и генератора белого шума, показанной на рис. 6.1; ЗГ — звуковой генератор синусоидального сигнала для установки номинального режима УЗЧ), ЭДС которого не менее чем в 10 раз превышает установленное в НТД значение номинальной выходной мощности при положении регуляторов, соответствующем наиболее равномерной АЧХ. Эта мощность характеризует запасы мощности усилителя при возможных резких перепадах уровней сигнала (например, при переключениях источников сигнала).

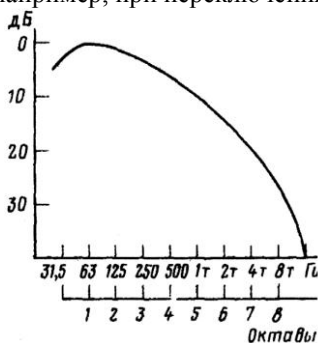


Рис. 6.1

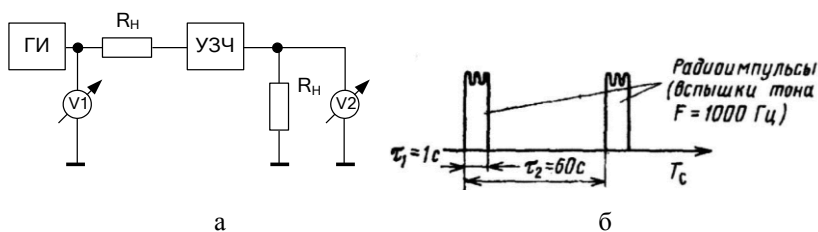


Рис. 6.2

Схема определения кратковременной максимальной выходной мощности УЗЧ приведена на рис. 6.3.

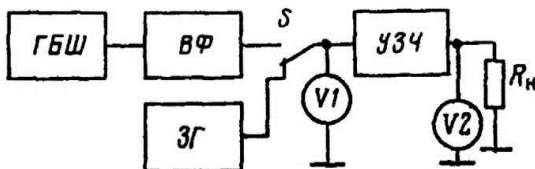


Рис. 6.3

При эксплуатации УЗЧ и АС могут быть выделены два типовых режима: малая вероятность возникновения клиппинга при перегрузке усилителя; вероятность клиппинга весьма велика, но она еще не приводит к самовозбуждению системы. Оба режима являются аварийными и могут привести к выходу из строя АС при несоблюдении условий согласования. Для УЗЧ режим перегрузки опасности не представляет благодаря средствам автоматической защиты.

Первый режим наиболее характерен для систем высококачественного воспроизведения Hi-Fi. При прослушивании музыкальных программ потребитель устанавливает требуемую громкость звучания. При определенных уровнях в отдельные моменты могут возникать выбросы, приводящие к отсечке сигнала и возникновению легкого клиппинга. Соотношение пиковой, и усредненной музыкальных мощностей характеризуется пик-фактором F :

$$F = \sqrt{\frac{P_{\text{пик}}}{P_{\text{max}}}}$$

где $P_{\text{пик}}$ — пиковое значение мощности — максимум мгновенных мощностей в заданном интервале воспроизведения музыкальной программы; P_{max} — усредненное значение мгновенной музыкальной мощности в заданном интервале воспроизведения.

Значение пик-фактора для конкретных видов программы колеблется от 7,5 (классическая музыка) до 3-4 (джазовые программы).

В режиме возникновения клиппинга с пик-фактором $F > 2$ слушатель практически не замечает искажений сигнала. Дальнейшее уменьшение значения F вызывает неприятные ощущения и заставляет слушателя уменьшить громкость. Таким образом, появление клиппинговых искажений вызывает необходимость ограничения мощности, рассеиваемой элементами АС [10, 11].

Возможны случаи, когда перегрузка усилителя является следствием неправильных или ошибочных действий потребителя, например следствием коммутации источников программ, имеющих различные выходные уровни. Несмотря на то, что этот процесс, связанный с переключением, может длиться не более 1–2 с, он весьма опасен для АС. При подобных перегрузках сигнал на выходе УЗЧ представляет собой ряд прямоугольных импульсов (глубокий клиппинг). В этом случае выходная мощность достигает пикового значения ($F = 1$) и мощность, рассеиваемая на элементах АС, может быть в 4 раза выше, чем в режиме легкого клиппинга. Для имитации режимов согласования используются соотношения предельных долговременных и кратковременных мощностей УЗЧ и АС. При малой вероятности возникновения клиппинга установлены следующие предельные условия безаварийной работы: $P_{AC \text{ долг}} < 4P_{УЗЧ \text{ долг}}$, при $P_{УЗЧ \text{ крит}} > P_{УЗЧ \text{ долг}}$.

Следует иметь в виду, что $P_{AC \text{ долг}}$ физически характеризуется порогом возникновения механических деформаций материалов головок громкоговорителей, фиксируемых, например, с помощью тепловизоров или других средств дистанционного неразрушающего контроля. Поэтому в НТД должны быть четко указаны значения предельных деформирующих мощностей АС и максимальных мощностей УЗЧ.

Иногда $P_{AC \text{ долг}}$ на отечественных предприятиях определяется по моменту возникновения дребезга, т. е. самой начальной стадии разрушения элементов акустических излучателей. Большинство зарубежных фирм фиксируют $P_{AC \text{ долг}}$ по нарушению теплового режима (пластичности звуковых катушек, перегреву проводов и др.). Поэтому если АС допускает четырехкратное превышение долговременной максимальной выходной мощности усилителя, в котором мала вероятность возникновения глубокого клиппинга, то это обязательно должно быть оговорено в руководстве по эксплуатации. Следует подчеркнуть, что здесь речь идет только

об измерительных долговременных мощностях УЗЧ и АС, характеризующих безаварийность их согласования.

Второй режим безаварийного согласования более распространен, так как относится к бытовым АС широкого применения. Пик-фактор усилителя может быть близок к единице, и режим возникновения глубокого клиппинга весьма вероятен. В этом случае при согласовании должны выполняться соотношения

$$P_{АС\ доз} > P_{УЗЧ\ доз}.$$

Такие условия согласования гарантируют нормальную работу АС при любых вариантах перегрузки УЗЧ, включая случаи возможных неисправностей систем защиты выходных каскадов. Вместе с тем понятно, что при прочих равных условиях по сравнению с первым случаем, когда клиппинг маловероятен, АС будет отличаться большей громоздкостью вследствие повышенных запасов прочности ее элементов.

6.2. Согласование акустических систем и УЗЧ по сопротивлениям

В целях унификации для АС любых видов в международной практике принят следующий ряд номинальных сопротивлений: 2; 4; 8 и 16 Ом. При этом значения 4 и 8 Ом считаются предпочтительными. Усилитель звуковой частоты должен нормально работать при любом значении из этого ряда. Поэтому выходное сопротивление УЗЧ должно составлять не более 1/3 наименьшего номинального сопротивления нагрузки в рабочем номинальном диапазоне частот. Практически выходное сопротивление не должно превышать 1 Ом.

При использовании в АС электростатических или пьезоэлектрических громкоговорителей следует также учитывать емкостный характер нагрузки на усилитель. При этом в руководствах по эксплуатации для АС должны быть указаны значения емкостной составляющей, а для УЗЧ — максимально допустимые значения емкости, которые во избежание нестационарных процессов и искажений могут быть на его выходе.

Известны конструкции, когда в одном корпусе с АС находится усилитель мощности с автономным источником питания. Для таких систем входные параметры для подключения предварительного усилителя должны удовлетворять требованиям согласования предварительного усилителя с усилителем мощности.

Особенности проектирования высококачественных АС класса Hi-Fi у нас в стране и за рубежом подробно рассматриваются в [12]. Там же приводятся наиболее характерные типы АС, даются рекомендации по их конструированию и выбору входящих в них элементов (излучатели, фильтры и др.).

6.3. Параметры согласования наушников с выходом УЗЧ

Известны несколько вариантов подключения наушников к аппаратуре (рис. 6.4).

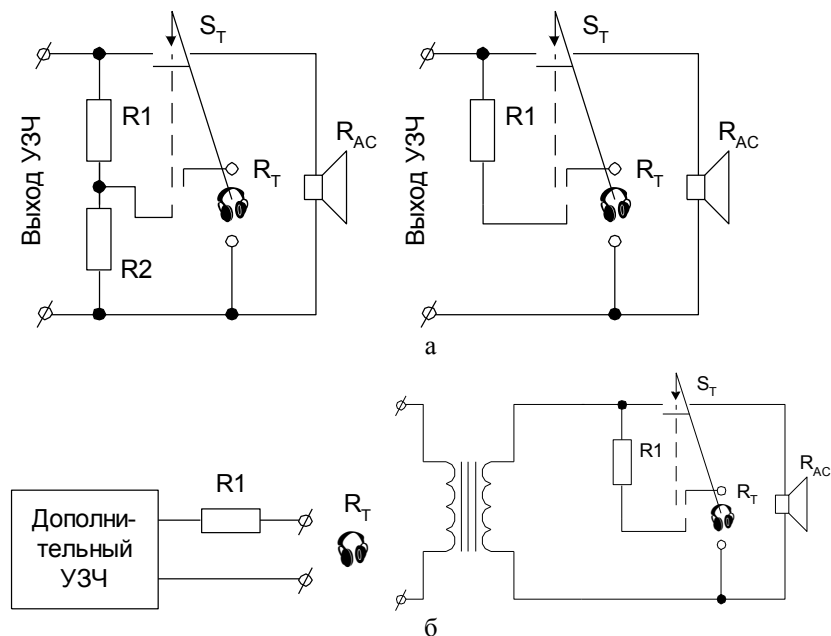


Рис. 6.4

Наиболее распространенным является способ непосредственного подключения наушников к выходу мощного УЗЧ, идя через делитель, обеспечивающий нормальный уровень громкости (рис. 6.4,а) при большом интервале сопротивлений подключаемых наушников. При таком подключении акустическая система отключается автоматически. Для устройств, где отсутствует усилитель мощности, необходимые условия согласования достигаются с помощью дополнительного усилителя (рис. 6.4,б). Здесь также одним из условий нормальной работы является обеспечение типового значения выходного сопротивления источника R_1 . Наушник может подключаться через делитель R_1, R_2 или непосредственно через последовательно включенный резистор R_1 .

На рис. 6.5,а представлена эквивалентная схема включения ($E_H < 5 \text{ В}$; $R_{1\text{ном}} = 120 \text{ Ом}$; $R_T = 8 \dots 4 \text{ 000 Ом}$); на рис. 6.5,б — график мощности, рассеиваемой на нагрузке — R_T наушников при различных зна-

чениях R_T (кривая 1 — при включении R_T через последовательное сопротивление $R1$, кривая 2 — включение R_T через делитель $R1R2$).

Графики на рис. 6.5 показывают, что подключение наушника непосредственно через последовательный резистор $R1$ энергетически более рационально (кривая 1). Если сопротивление $R1$ равно 120 Ом , мощность, рассеиваемая наушниками, будет изменяться от 10 до 50 мВт при сопротивлениях резисторов от 8 до 2000 Ом .

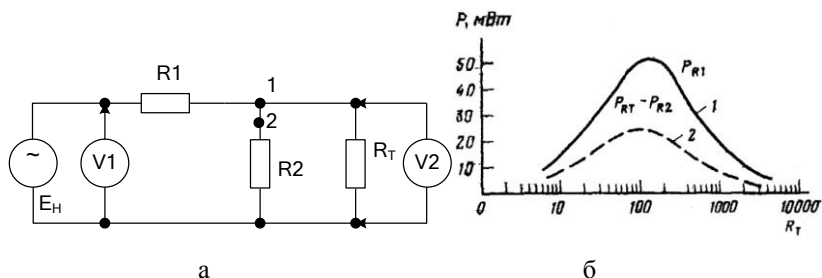


Рис. 6.5

Максимальная шумовая (паспортная) мощность наушников любого типа согласно СТ МЭК 268.7 и СТ МЭК 581-10 составляет 100 мВт . При введении на выход усилителя постоянного делителя (например, $120+120 \text{ Ом}$) мощность, выделяемая в цепи $R2, R_T$ будет изменяться в тех же пределах, что и без делителя, но на активной нагрузке R_T (кривая 2) ее изменение будет более плавным за счет шунтирующего действия $R2$. Такое включение обычно используют при необходимости гашения значительных мощностей источника посредством выбора значения $R2$.

Широко используется способ подключения наушника непосредственно ко вторичной обмотке выходного трансформатора (рис. 6.4,б). Наиболее часто этот способ применяется в аппаратуре с автономным питанием, где еще используются УЗЧ с трансформаторным выходом. В целях предотвращения режима холостого хода при возможных подключениях высокоомных наушников ко вторичной обмотке подключается резистор $R1$ сопротивлением $100 — 120 \text{ Ом}$.

В табл. 6.1 приведены типовые параметры согласования наушников с выходом усилителя, составленные с учетом международных рекомендаций.

Таблица 6.1

Выходной параметр усилителя для подключения наушника	Предпочтительные значения	Входной параметр наушников	Предпочтительные значения
--	---------------------------	----------------------------	---------------------------

Выходное сопротивление источника, Ом	120	Номинальное сопротивление источника, Ом	120
Номинальное сопротивление нагрузки, Ом	от 8 до 2 000	Номинальное сопротивление, Ом	8–32–200– 600–1 000
Выходное напряжение, измеренное при отключенных наушниках, В , не более	5	Номинальная ЭДС источника, В	5

В качестве типового выходного сопротивления R_1 источника, которым в данном случае является выход усилителя (рис. 6.5,а), принято значение, равное 120 Ом . Это сопротивление наиболее полно удовлетворяет требованию обеспечения удовлетворительного уровня звукового давления для всего ряда номинальных сопротивлений наушника, используемых в мировой практике почти без дополнительной регулировки усиления. Следует отметить, что в СНГ, как и в некоторых других странах, помимо указанных в табл. 6.1 значений используются наушники с сопротивлением 16 – 40 – 100 – 300 – 4000 Ом . Но, как следует из графика на рис. 6.5,б, их использование практически не влияет на энергетическую характеристику выхода УЗЧ для наушника.

Требованиями МЭК предусмотрено, чтобы выходное напряжение усилителя на гнездах для подключения наушника в режиме холостого хода составляло не более 5 В . В расчете на такое же значение ЭДС должны конструироваться все типы наушников, и это отражено в сводной табл. 6.1. Вместе с тем для аппаратуры, работающей при низких напряжениях источника питания 1,5 – 6 В , рекомендуемые значения выходных напряжений 5 В недостижимы. В такой аппаратуре должны использоваться, как правило, низкоомные наушники с повышенной чувствительностью. Рекомендуемые типы наушников должны быть указаны в руководствах по эксплуатации и другой НТД, если они не входят в комплектацию аппаратуры.

В табл. 6.2 приведены конструктивные и электроакустические особенности некоторых типов головных стереонаушников, выпускаемых отечественной промышленностью.

Таблица 6.2

Мо-	Тип	Анало-	Характеристика	Тип	Дополнитель-
-----	-----	--------	----------------	-----	--------------

дель	преобразователя	ги зарубежной фирмы	Модуль полного электрического сопротивления, Ом	Неравномерность частотной характеристики по звуковому давлению в диапазоне частот 20...20000 Гц, дБ	Уровень звукового давления на частоте 500 Гц при потребляемой мощности 1 мВ, дБ	Максимальная шумовая (паспортная) мощность, Вт	Масса (без шнура), кг	соединителя	ные данные
ТДС-3	Динамический, на базе головок 0.5 ГД-50	DR-S3 (Sony, Япония)	8	18	94	0,5	0,45	63ШК203	Комплектуется переходником 6.3→ОНЦ
ТДС-4	Динамический, на базе головок 0.5 ГД-36	AT704 (Audio Technica)	8	26	94	0,5	0,5	ОНС-ВГ-4-5/16	Комплектуется переходником 6.3→ОНЦ
ТДС-5	Ортодинамический	HP (Yamaha, Япония)	16	12	91	1	0,27	63ШК203 ОНЦ-ВГ-4-5/16	Переход на 63ШК203
ТДС-6	Динамический, на базе головок 0.5 ГД-50	SE305 (Pioneer, Япония)	100	25	94	0,1	0,45	63ШК203	Комплектуется переходником 6.3→ОНЦ
ТДС-7	Изодинамический	SS100 (Sansui, Япония)	8,0	16	90	0,1	0,40	63ШК203	

Продолжение табл. 6.2

Модель	Тип преобразователя	Аналоги зарубежной фирмы	Характеристика				Масса (без шнура), кг	Тип соединителя	Дополнительные данные
			Модуль полного электрического сопротивления, Ом	Неравномерность частотной характеристики по звуковому давлению в диапазоне частот 20...20000 Гц, дБ	Уровень звукового давления на частоте 500 Гц при потребляемой мощности 1 мВ, дБ	Максимальная шумовая (паспортная) мощность, Вт			

ТДС-10	Динамический, на базе головок 0.5 ГД-54	DT100 (Vayet, ФРГ)	8,0	22	94	0,5	0,2	35ШК203	Комплектуется переходником 6.3→ОНЦ для ГВ приемников с 63ШК203 и длиной кабеля 5м, переходник 3.5→ОНЦ
ТДС-13С (Н-13С)	Динамический, на базе капсуля	HA-M70 (JVC, Япония)	32	25	104	0,1	0,04	35ШК203	
ТДС-14	Динамический, на базе капсуля	МДР-60П (Sony, Япония)	40	22	102	0,1	0,56	63ШК203	
ТДС-15	Изодинамический	SS100 (Sansui, Япония)	16	14	91	0,8	0,3	63ШК203	
Эхо Н16С	Ортодинамический	УН-1 (Yamaha, Япония)	100	14	90	0,1	0,35	35ШК203	
ТДС-17	Динамический, на базе капсуля	HM-6 (JVC, Япония)	100	94	25	0,1	0,04	63ШК203	Переходник 3.5→ОНЦ
ТДС-18	Динамический, на базе головок 0.5 ГД-54		8	26	94	0,5	0,2	63ШК203	
ТДС-19	Ортодинамический	УН-1 (Yamaha, Япония)	100	14	90	0,5	0,12	35ШК203	

Окончание табл. 6.2

Модель	Тип преобразователя	Аналоги зарубежной фирмы	Характеристика				Масса (без шнура), кг	Тип соединителя	Дополнительные данные
			Модуль электроакустического сопротивления, Ом	Неравномерность частотной характеристики по звуковому давлению в диапазоне частот 20...20000 Гц, дБ	Уровень звукового давления на частоте 500 Гц при потребляемой мощности 1 мВ, дБ	Максимальная шумовая (паспортная) мощность, Вт			

ТДС-20	Динамический, на базе капсуля	МДР-E265 (Sony, Япония)	100	30	104	0,1	0,05	35ШК 203	Вкладной без оголовья
Н-21С	Ортодинамический	НД-1 (Yamaha, Япония)	32	14	96	0,5	0,12	35ШК 203	Переходник 3.5→63
ТДС-22	Динамический, на базе капсуля		100	25	104	0,1	0,005	35ШК 203	
ТДС-23	Динамический, на базе капсуля	НА-М70 (JVC, Япония)	40	22	104	0,1	0,04	35ШК 203	
ТДС-24	Динамический, на базе капсуля		32	21	104	0,15	0,04	35ШК 203	
Н-25С	Ортодинамический		32	14	98	0,1	0,2	35ШК 203	Переходник 3.5→63
Н-27С	Динамический, на базе капсуля	МДР-60П (Sony, Япония)	32	22	94	0,1	0,04	35ШК 203	
Мешера Н-29С	Динамический, на базе капсуля	НА-М70 (Sony, Япония)	40	22	102	0,1	0,56	35ШК 203	Переходник 3.5→63

В подавляющем большинстве это наушники на динамических или изодинамических головках. Вместе с тем в торговле появляются наушники с электростатическими и пьезоэлектрическими головками, полное сопротивление которых имеет значительную емкостную составляющую. В этой связи при проектировании схемы выхода УЗЧ для подключения наушников необходимо также учитывать возможность его работы на емкостную нагрузку.

Следует заметить, что основным отличием изодинамических (ортодинамических) типов головок является способ конструктивного исполнения магнитов и мембраны. В отличие от традиционных динамических систем, здесь отсутствует цилиндрическая катушка, а индуктивность выполняется в виде плоского рисунка, либо травлением фольгированного диэлектрика, либо методом нанесения (напыления). Мембрана с такой индуктивностью размещается в рассеянном магнитном поле n-пар магни-

тов круглой или прямоугольной формы, формируя тем самым электродинамическую систему.

Принятые в табл. 6.2 обозначения ТДС (телефон динамический стереофонический) постепенно, а чаще при очередной модернизации, заменяются на Н (наушник) с добавлением после цифрового индекса буквы С (для стереомоделей).

7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ С ОДНОКОРПУСНЫМИ ВИДАМИ БРЭА

Мы рассмотрели наиболее типичные варианты согласования конструктивно законченных компонентов звуковой системы с усилителем. В этих вариантах каждый компонент выполнял определённую, только ему присущую функцию обработки звуковой информации. Для воспроизведения этой информации требовалось подключение внешнего усилителя и акустических преобразователей (АС, наушников). Такие блочные (разъемные) виды аппаратуры благодаря их качественным показателям и возможностям компоновки звуковой системы по вкусам пользователя получают все большее распространение. Но у пользователей в эксплуатации пока имеется в основном однокорпусная (моноблочная) техника. Производство именно этих видов аппаратуры еще долгие годы будет превалировать по объемам выпуска над компонентами блочных комплексов. Это связано с тем, что значительная часть потребителей предпочитает иметь изделие в законченном конструктивном виде, обеспечивающем полный цикл обработки воспроизведения сигналов. В зависимости от сложности и потребительских удобств в подавляющем большинстве однокорпусных видов БРЭА имеются гнезда для внешних подключений.

В табл. 7.1 приведены основные виды аппаратуры в однокорпусном исполнении и наиболее распространённые входы и выходы для соединений с другими видами приборов. Против каждого из устройств обозначено наличие (цифра) или отсутствие (тире) того или иного входа (выхода). Цифра, кроме того, обозначает соответствующий номер таблицы, в которой даются значения присоединительных параметров.

Таблица 7.1

Вид БРЭА	Входы					Выходы											
	ный	Запись на магнитофон	фон,	видео	игры,	атель	ком-	ней-	Теле-	фон-	ном-	ная	ду-	стен-	маг-	ПЭВ	М

		Линейный	Микрофон	От трансляционной линии									
Радиоприемники переносные, носимые, стационарные, радиолы	1 ¹	-	-	-	-	-	** ¹	10	14	* ¹	-	-	-
Магнитолы, магнито радиолы и др. радиоаппаратура с магнитофонными панелями	1 ¹	12	3	**	-	-	** ¹	13	14	*	-	-	12
Автомобильная БРЭА (приемники, магнитолы, проигрыватели и др.)	1 ¹	-	-	-	-	-	** ¹	10 ₁	14 ₁	*	17	-	12
Телевизоры	1 ¹	-	-	-	20	-	** ¹	10	14	* ¹	-	19	-
Магнитофоны, диктофоны	-	12	3	**	-	-		11	14	* ¹	-	-	12
Электрофоны	1 ¹	-	-	-	-	-		**	14	* ¹	-	-	-
Плейеры	-	-	-	-	-	-		-	14	* ¹	-	-	-
Многопрограммные приемники проводного вещания	1 ¹	-	-	-	-	21		10	14 ¹	-	-	-	-

ПРИМЕЧАНИЯ: 1 – относительно редко встречающиеся подключения;

* – см. раздел «Согласование АС с выходом УЗЧ»;

** – см. раздел «Согласование магнитофонов с УЗЧ в режиме записи».

Одним из наиболее многочисленных видов аппаратуры являются радиоприемные устройства от портативных до носимых и стационарных.

Наличие линейного входа УЗЧ и возможность подключения внешних АС характерны в основном для стационарной аппаратуры и реже – для носимой.

Однокассетные, двухкассетные и катушечные магнитофоны так же, как и магнитола, практически идентичны по номенклатуре входов и выходов. В некоторых типах портативных магнитол, магнитофонов и проигрывателей типа «плеер» могут отсутствовать функция записи и соответствующие гнезда для подключения внешних источников. Одной из новых функций магнитофонов является возможность их использования как ППЗУ для ПЭВМ.

В последние модели телевизионных приемников помимо традиционного выхода для записи звука на магнитофон вводятся входы (выходы) для подключения видеоманитофонов, а также входы для видеопроекторов, видеоигр, ПЭВМ. Во многих моделях отечественных телевизоров и переносных приемников линейный выход, используемый в основном для записи на магнитофон, выполняется с характеристиками, близкими к генератору тока (рис.5.3). Этот токовый режим принимался как более предпочтительный для источников с автономным питанием. В некоторых моделях телевизоров в тракте звука используется высоконадежная микросхема в экономичном режиме питания, в которой также использован выход по току, обеспечивающий заниженные значения уровней на линейном выходе. Поэтому при записи на магнитофон с таких телевизоров следует использовать более чувствительный вход по току.

В нашей стране широко распространены многопрограммные трансляционные приемники проводного вещания. В таких приемниках предусматривается стандартный линейный выход $0,5 В$ так же, как в тюнерах и другой блочной аппаратуре.

Электрофоны независимо от типа проигрывателя (аналоговый или цифровой с цифроаналоговым преобразователем), как правило, имеют выносную АС и стандартный линейный выход $0,5 В$.

Параметры выхода для подключения телефона должны соответствовать типовым требованиям, приведенным в табл. 6.1.

В качестве современной автомобильной БРЭА все шире используются однокассетные стереофонические магнитолаы с питанием от бортовой сети автомобиля $10,8 — 15,6 В$. Обычно выходная мощность такой магнитолы составляет $4 — 6 Вт$ на канал. Для повышения выходной мощности используются дополнительные усилители мощности (бустеры), которые могут подключаться к линейному выходу предварительного УЗЧ или к выходу встроенного усилителя мощности.

В табл. 7.2 приведены параметры согласования линейного выхода автомобильной аппаратуры (приемники, магнитолаы и другие виды комбинированной аппаратуры с лентопротяжными механизмами и электропроигрывателями компакт-дисков со входом бустера).

Таблица 7.2

Предварительный усилитель		Вход автономного усилителя мощности (бустера)	
Выходной параметр	Предпочтительное значение	Входной параметр	Предпочтительное значение
Входное сопротивление источника, $\kappa\text{Ом}$, не более	1	Номинальное сопротивление источника, $\kappa\text{Ом}$	1
Номинальное сопротивление нагрузки, $\kappa\text{Ом}$	10	Входное сопротивление, $\kappa\text{Ом}$, не менее	10
Номинальное выходное напряжение, V	0,5	Номинальная ЭДС источника на 1 $V\text{т}$ выходной мощности, V , не более	0,1
Номинальное выходное напряжение, ограниченное искажениями, V , не менее	1	ЭДС источника при перегрузке, V , не менее	2

Для создания в салоне автомобиля объемной звуковой картины, помимо фронтального разделения стереоканалов, в ряде случаев вводится система глубинной локализации. Для этого в салоне соответствующим образом располагаются громкоговорители и вводятся балансные регуляторы уровней «фронт — тыл».

Качество стыковки предусилителя со входом бустера в значительной степени определяется выходным сопротивлением источника R_u . Обычно при проектировании предусилителя значение R_u устанавливается значительно меньше 1 $\kappa\text{Ом}$ (табл. 7.3) и составляет 100 — 200 Ом , что обеспечивает улучшенное отношение сигнал-шум за счет снижения уровня помех, проникающих через емкость экранированного кабеля. Кроме того, низкоомное сопротивление уменьшает разброс чувствительности звуковой системы в целом при возможных случаях одновременного подключения к предусилителю параллельно нескольких бустеров.

Минимально допустимое неискаженное выходное напряжение обычно принимается равным 1 V . Такое ограничение по минимуму связано с необходимостью стабилизации напряжения питания. Уровни напряжения такого порядка также необходимы для защиты от возможных колебаний напряжения питания в реальных условиях эксплуатации, а также для исключения скачков напряжений, обусловленных работой оборудо-

вания автомобиля. Как правило, коэффициент усиления по напряжению для бустеров с выходной мощностью до 100 Вт должен составлять не более 30 дБ на линейном участке АЧХ (частота 1 кГц). В этом случае при ЭДС на входе до 0,1 В на выходе бустера при всех типовых значениях нагрузки (8 Ом, 4 Ом, 2 Ом) должна обеспечиваться мощность от 1 до 4,5 Вт. Для бустеров, рассчитанных на выходную мощность более 100 Вт, коэффициент усиления по напряжению может достигать значений выше 30 дБ в целях обеспечения устойчивых запасов по неискаженным выходным сигналам.

Номинальное выходное напряжение на выходе предусилителя (0,5 В) должно обеспечиваться при подключении к его входу различных источников сигнала, имеющих следующие характеристики:

- тюнер ЧМ: частота модуляции 1 кГц, девиация частоты 30 % от максимального значения;
- тюнер АМ: частота модуляции 1 кГц, $m=30$ %;
- телевизионный приемник: при девиации частоты 30 % максимального значения и входном сигнале на антенне 50 дБ (мкВ);
- кассетный магнитофон: при воспроизведении сигналаграммы измерительной ленты с уровнем ниже на 4 дБ относительно номинального уровня;
- электропроигрыватель компакт-дисков: при воспроизведении синусоидального сигнала с частотой 1 кГц, записанного на 18 дБ ниже уровня «полной шкалы» цифрового сигнала.

Под термином «полная шкала» понимается спектр положительных и отрицательных пиковых колебаний синусоидального сигнала, записанного с использованием всех 16 разрядов и представленных в цифровой форме (7FFF)h, (8001)h. Уровень 18 дБ выбирается с учетом того, что электропроигрыватель компакт-дисков обычно имеет уровни ниже, чем другие источники сигналов.

В большинстве случаев бустеры не имеют регуляторов громкости, поэтому номинальная ЭДС источника на его входе практически не отличается от минимальной ЭДС, а ЭДС источника при перегрузке не имеет смысла. При наличии регуляторов громкости ЭДС источника при перегрузке должна составлять не менее 2 В.

Параметры согласования усилителя мощности в автомобильных приемниках или автомобильных комбинированных устройствах с ЛПМ, электропроигрывателями компакт-дисков и других видов автомобильной аппаратуры с автономным бустером представлены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Усилитель мощности	Бустер
--------------------	--------

Выход	Предпочтительное значение	Вход для подключения УМ	Предпочтительное значение
Входное сопротивление источника, $Ом$, не более	$1/3 R_H$	Номинальное сопротивление источника, $Ом$	5.3
Номинальное сопротивление нагрузки, $Ом$	2; 4; 8; 16	Входное сопротивление, $Ом$, не менее	2
Номинальное выходное напряжение, B	2	Номинальная ЭДС источника в ЭДС перегрузки источника, B	2
Выходное напряжение, ограниченное искажениями, B , не менее	3		

Здесь номинальное сопротивление источника (на выходе усилителя мощности) получено как $1/3$ наибольшего номинального сопротивления нагрузки 16 Ом . Ряд номинальных сопротивлений нагрузки идентичен общепринятым значениям для выносных акустических систем. Выходное сопротивление усилителя мощности не должно превышать $1/3$ наименьшего номинального сопротивления нагрузки в номинальном диапазоне частот, на которое рассчитана его работа. Если в бустере предусмотрена регулировка громкости, то ЭДС источника при перегрузке должна составлять не менее $3 B$.

Согласование автомобильных устройств, не имеющих линейного выхода общего назначения, с внешним бустером широко используется благодаря своей универсальности.

В некоторые новые модели автомобильной аппаратуры вводятся специальные входы для воспроизведения звуковых сигналов от электропроигрывателей компакт-дисков, цифровых магнитофонов (ЦМ) персональных ЭВМ (ПЭВМ). В этих случаях присоединительные параметры должны удовлетворять стандартным значениям, приведенным в табл. 7.1.

Следует еще раз подчеркнуть, что наличие в моноблочной аппаратуре тех или иных входов (выходов) для внешних подключений не является обязательным и определяется конструктором и потенциальными пожеланиями потребителей. При введении же в аппаратуру соответствующих гнезд нужно строго выполнять условия согласования.

8. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОГЛАСОВАНИЮ ВИДЕОЗВУКОВЫХ УСТРОЙСТВ С ТЕЛЕВИЗИОННЫМИ ПРИЕМНИКАМИ

За последнее десятилетие видеомагнитофоны, видеокамеры, ЭВМ, являющиеся сугубо профессиональными, получили широкое развитие как бытовые устройства. Ассортимент бытовых видеозвуковых устройств быстро увеличивается. Так, помимо уже известных телевизионных (видео) игр, в настоящее время на мировом рынке широко представлены электропроигрыватели видеодисков, бытовые портативные видеокамеры, переносные ЭВМ и видеомагнитофоны. Для правильной стыковки видеозвуковых устройств установлены международные правила как по уровням электрических сигналов, так и по распайке 6-контактного цилиндрического соединителя типа ОНЦ или 21-контактного плоского разъема типа SCART.

На рис. 8.1 приведена структурная схема межблочных соединений бытовой видеозвуковой аппаратуры с ТВ-приемником для различных режимов записи и воспроизведения аналоговых видеозвуковых и декодированных цифровых сигналов. Стрелками на структурной схеме условно обозначены входы или выходы. Против каждого ввода указан номер таблицы, в которой приведены соответствующие присоединительные параметры и условия их определения. Способ согласования видеомагнитофонов и видеопроигрывателей с ТВ-приемниками по видеозвуковым частотам или по высокой частоте указывается в НТД на конкретный тип изделия.

В табл. 8.1 приведены параметры согласования выхода видеомагнитофонов (ВМ), видеопроигрывателей (ВП) и видеокамер (ВК) с ТВ-приемником в режиме воспроизведения, а также для режима записи на ВМ от ТВ-приемника ВП, ВК или другого ВМ при согласовании по видеозвуковым частотам. Эти же параметры, кроме напряжения коммутации, относятся к режиму записи от ТВ-приемника, видеопроигрывателя и видеокамеры на видеомагнитофон.

Указанные в таблице значения параметров для режимов воспроизведения и записи соответствуют случаю согласования по видеозвуковым частотам. Здесь, как и в других таблицах, кроме значений параметров принятой в нашей стране системы SECAM даны значения размаха цветовой поднесущей для цветového сигнала системы PAL. Это обусловлено тем, что видеомагнитофоны и телевизоры могут выпускаться с той и другой системой.

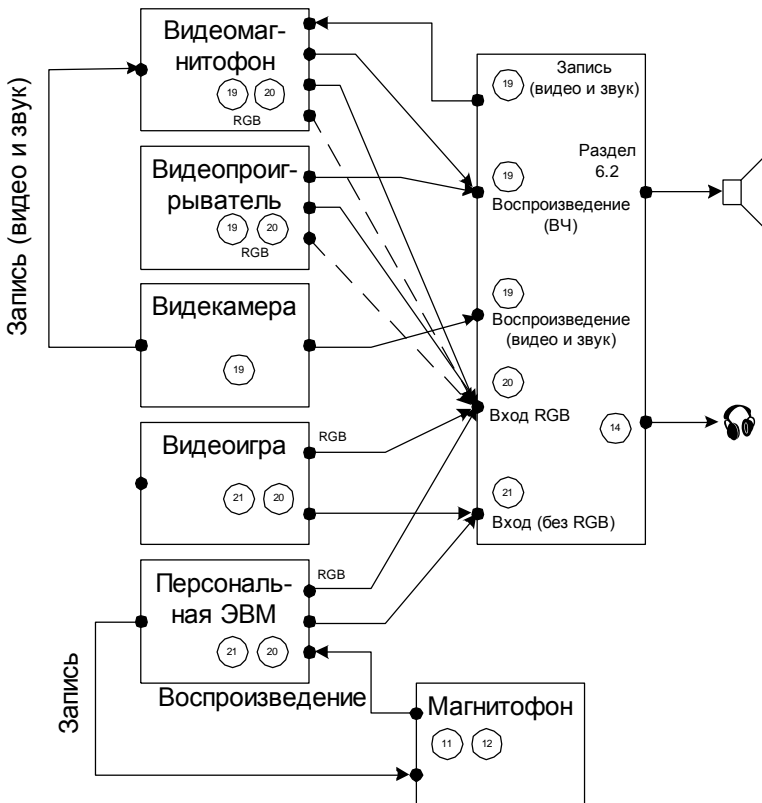


Рис. 8.1

В табл. 8.1 значения размаха полного ТВ-сигнала и добавочного постоянного напряжения измеряются на сопротивлении нагрузки 75 Ом . Размах сигнала цветности относится к номинальному значению размаха полного ТВ-сигнала: для системы SECAM он определяется по амплитуде поднесущей при отсутствии модуляции сигналов синих строк ($4,25 \text{ МГц}$); для системы PAL — по амплитуде вспышки цветовой синхронизации. Указанные в таблице выходные напряжения измеряются на нагрузке 10 кОм , а выходные напряжения питания и коммутации — через последовательно включенный диод.

Таблица 8.1

Выходной параметр	Предпочтительное	Входной параметр	Предпочтительное
-------------------	------------------	------------------	------------------

	значение		значение
Полный цветовой сигнал:		Полный цветовой сигнал:	
$R_{вых}, Ом$	75	$R_{вх}, Ом$	75
Полярность	Положительная	Полярность	Положительная
Размах полного ТВ-сигнала, B	$1 \pm 0,4$	Размах полного ТВ-сигнала, B	$1 \pm 0,4$
Размах сигнала цветности в системе SECAM, B	0,16	Размах сигнала цветности в системе SECAM, B	0,16
Размах сигнала цветности в системе PAL, B	0,3	Размах сигнала цветности в системе PAL, B	от 0,3 до 0,15
Добавочная составляющая напряжения, B	от - 2 до + 2	Добавочная составляющая напряжения, B	от - 2 до + 2
Выход сигнала звукового сопровождения $R_{вых}$, $кОм$, не более	1	Вход сигнала звукового сопровождения $R_{вх}$, $кОм$, не более	10
Выходное напряжение, B , (действ.) не менее	0,2	Входное напряжение, B , (действ.) не менее	0,2
Максимальное выходное напряжение, B , (действ.) не более	2	Максимальное входное напряжение, B , (действ.) не более	2
Напряжение питания, B	$12 \pm 0,6$	Входное напряжение питания, B	$12 \pm 0,6$
Напряжение коммутации, B	$12 \pm 0,6$	Входное напряжение коммутации, B	$12 \pm 0,6$

Напряжение питания от источника видеозвукового сигнала предназначено для питания переходного устройства сопряжения. Сумма токов в цепи коммутирующего и питающего напряжений обычно не превышает 200 мА.

Переключение ТВ-приемника из режима телевизионного приема, когда принимаемый сигнал подводится непосредственно к ВМ, в режим видеоконтрольного устройства производится подачей напряжения 12 В от ВМ, работающего в режиме воспроизведения. В режиме записи напряжение коммутации равно нулю. Указанное в таблице значение телевизионного выходного сигнала звукового сопровождения 0,1 В должно обеспечиваться при подведении ко входу ТВ-приемника входного сигнала 300 мкВ при девиации несущей частоты звука 15 кГц. Максимальное выходное напряжение соответствует сигналу на выходе телевизора на 40 дБ выше номинальной чувствительности при девиации несущей 50 кГц.

Для согласования выходных параметров ВМ и ВП с ТВ-приемником по высокой частоте отведены телевизионные каналы с 35-го по 60-й. В НТД на источнике высокочастотного ТВ-сигнала должны быть указаны номера каналов, по которым осуществляется стыковка со входом ТВ-приемника. Высокочастотный V телевизионный сигнал на выходе источника должен составлять 1 – 10 мВ, чтобы обеспечить на входе ТВ-приемника с сопротивлением 75 Ом уровень входного сигнала выше порога чувствительности, ограниченного шумами [13, 14].

При стыковке ПЭВМ, видеоигр (ВИ) и других видеоразвлекательных устройств существенное значение имеет наличие или отсутствие в них выхода декодера RGB (красный, зеленый, синий), а в ТВ-приемнике — соответствующего входа.

Для согласования со входом ТВ-приемника, имеющего входы RGB, устанавливаются значения параметров, приведенные в табл. 8.2.

Предусматривается наличие во всех типовых видеозвуковых источниках выхода RGB. Здесь, так же как и при согласовании с ТВ-приемником по видеозвуковым сигналам (табл. 8.1), измерение видео- и синхросигнала производится на сопротивлении нагрузки 75 Ом. Суммарный ток в цепи коммутации может достигать 50 мА при напряжении 12 В. Напряжение коммутации 5 В принято только для ПЭВМ и ВИ.

Для ВМ и ВП принят полный размах сигнала RGB, равный 1 В, а для синхронизации допускается подводить полный видеосигнал положительной полярности размахом 0,7 — 1,4 В. В тех случаях, когда у стыкуемой аппаратуры отсутствуют входы (выходы) RGB сигналов, устанавливаются условия согласования, приведенные в табл. 8.3. Для согласования в этом режиме условия измерений напряжения коммутации и установки полного ТВ-сигнала идентичны условиям, указанным в пояснениях к табл. 8.2.

Таблица 8.2

Входной параметр ПЭВМ, ВИ, ВМТФ, ВП	Предпочтительное значение	Входной параметр ТВ-приемника	Предпочтительное значение
Напряжение коммутации, <i>B</i>	$12 \pm 0,6$	Напряжение коммутации, <i>B</i>	$12 \pm 0,6$
Номинальное выходное сопротивление видеосигналов RGB и синхросигналов, <i>Ом</i>	75	Номинальное входное сопротивление видеосигналов RGB и синхросигналов, <i>Ом</i>	75
Размах выходного сигнала RGB положительной полярности, <i>B</i>	$0,7 \pm 0,3,$ $1 \pm 0,1$	Размах входного сигнала RGB положительной полярности, <i>B</i>	$0,7 \pm 0,3,$ $1 \pm 0,1$
Размах выходного синхросигнала отрицательной полярности, <i>B</i>	$0,3 \text{ 1} \pm 0,65$	Размах входного синхросигнала отрицательной полярности, <i>B</i>	$0,3 \text{ 1} \pm 0,65$
Добавочная постоянная напряжения в выходном сигнале RGB и синхросигнале, <i>B</i>	0 – 2	Добавочная постоянная напряжения в входном сигнале RGB и синхросигнале, <i>B</i>	0 – 2
Сигнал звукового сопровождения:		Сигнал звукового сопровождения:	
Выходное сопротивление, <i>кОм</i> , не более	1	Входное сопротивление, <i>кОм</i> , не более	10
Выходное напряжение, <i>B</i> , (действ.) не менее	0,2	Входное напряжение, <i>B</i> , (действ.) не менее	0,2
Максимальное выходное напряжение, <i>B</i> , (действ.) не более	1	Максимальное входное напряжение, <i>B</i> , (действ.) не более	1

Таблица 8.3

Выходной параметр	Предпочти-	Входной параметр	Предпочти-
-------------------	------------	------------------	------------

ПЭВМ, ВИ	тельное значение	ТВ-приемника	тельное значение
Напряжение коммутации, B	$12 \pm 0,6$	Напряжение коммутации, B	$12 \pm 0,6$
Размах полного выходного ТВ-сигнала, B	$1 + 0,4$ $- 0,3$	Размах полного входного ТВ-сигнала, B	$1 + 0,4$ $- 0,3$
Номинальное выходное сопротивление полного ТВ-сигнала, $Ом$	75	Номинальное входное сопротивление полного ТВ-сигнала, $Ом$	75
Сигнал звукового сопровождения:		Сигнал звукового сопровождения:	
Выходное сопротивление, $кОм$, не более	1	входное сопротивление, $кОм$, не более	10
Выходное напряжение, B , не менее	0,2	входное напряжение, B , не менее	0,2
Максимальное выходное напряжение, B , не более	1	максимальное входное напряжение, B , не более	1

Иногда для ПЭВМ в качестве ППЗУ используется обычный магнитофон. При этом сопряжение с магнитофоном производится через вход общего назначения $0,5 B$. Выходные параметры ПЭВМ при записи сигнала и входные при воспроизведении должны быть идентичны значениям, указанным в табл. 5.1 и 5.2 для случая сопряжения с УЗЧ при номинальном сопротивлении источника $1—10 кОм$ и входном сопротивлении не менее $10 кОм$. Типы соединителей и их распайка при сопряжении различных видов видеозвуковой аппаратуры приводится далее. Там же рассматривается новый тип 21-контактного соединителя, предназначенного исключительно для межблочной стыковки видеозвуковой техники. Конструктивные особенности соединителя и распайка контактов и кабелей прямо связаны со входными и выходными параметрами стыкуемых блоков. В последнее время этот тип плоского соединителя под шифром СНП-102 (SCART) получил широкое распространение. Соединитель универсален, при соответствующей распайке контактов он обеспечивает межблочные соединения бытовой видеотехники в различных сочетаниях независимо от страны-изготовителя.

В качестве приборного соединителя всегда используется соединитель-розетка (гнездовой разъем). Для возможных вариантов межблоч-

ных соединений предназначены три типа кабелей для 21-контактного соединителя (рис. 8.2, где Р – розетка; В – вилка).

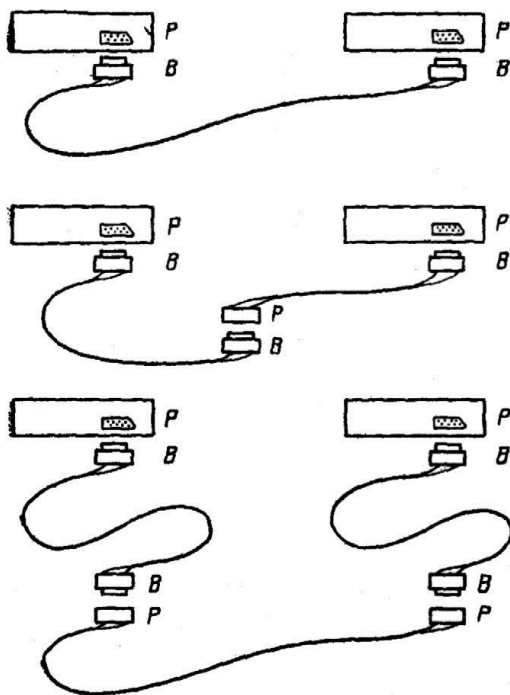


Рис. 8.2

Самый распространённый тип кабеля «вилка-вилка» обеспечивает непосредственное соединение двух блоков с гнездовыми разъемами. Получили распространение также типы кабеля «розетка-розетка» и «вилка-розетка». Первые два типа кабелей имеют так называемую «перекрестную» распайку, схема которой показана на рис. 8.3 (для 21-контактного соединителя «вилка-вилка» или «гнездо-гнездо»). Соединитель «вилка-розетка» имеет «прямую» распайку по номерам контактов.

В зависимости от назначения того или иного кабеля используется типовая цветовая маркировка: кабель типа U (универсальный) с распайкой всех контактов – цвет кодировки черный; кабель типа V, контакты звукового сигнала (1 — 4, 6) не распаяны — цвет кодировки белый; кабель типа С, контакты RGB сигналов (5, 7, 9, 11, 13 — 16) не распаяны — цвет кодировки коричневый; кабель типа А, контакты видеосигналов (5, 7, 9, 11, 13 — 20) не распаяны — цвет кодировки жёлтый. Цветовая

маркировка может быть выполнена непосредственно цветом изолирующей оболочки кабеля, нанесением краски на разъемы или другим способом, обеспечивающим четкое считывание цвета. Соответствующая кодировка должна быть четко обозначена на аппаратуре.

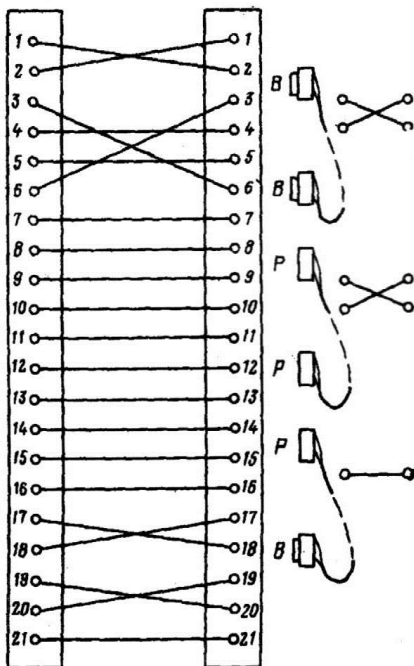


Рис. 8.3

Входные и выходные параметры ВМ, ВП, ПЭВМ, ВИ и ТВ-приемников при использовании 21-контактного соединителя с распайкой контактов приведены в табл. 8.4. В этой таблице номинальное выходное напряжение звуковой частоты для ТВ-приемников определяется при подаче на антенный вход сигнала несущей частоты изображения с уровнем 70 дБ (3,16 мВ) и девиации несущей частоты звука 54 % максимальной. При подаче на антенный вход ТВ-приемника максимального уровня сигнала несущей частоты изображения на 40 дБ выше значения номинальной чувствительности и максимальной (100 %) девиации несущей частоты звука (в нашей стране 50 кГц, для зарубежных стран 75 кГц) максимальное выходное напряжение не должно превышать 2 В.

Таблица 8.4

№ контакта со стороны вилки	Назначение контакта при распайке на кабель	Входной и выходной параметры	Предпочтительные значения
1	Выход звукового сигнала у правого стереоканала; моноканал, зависимый канал В	Выходное сопротивление, $\kappa\text{Ом}$, не более, в диапазоне частот 20 — 20 000 Гц	1
		Номинальное сопротивление нагрузки, $\kappa\text{Ом}$	10
		Номинальное выходное напряжение, В	0,5
		Максимальное выходное напряжение, В, не более	2
2	Вход звукового сигнала у правого стереоканала; моноканал, зависимый канал В	Входное сопротивление, $\kappa\text{Ом}$, не более, в диапазоне частот 20 — 20 000 Гц	10
		Номинальное сопротивление источника, $\kappa\text{Ом}$	1
		Номинальная ЭДС источника, В	0,5
		Минимальная ЭДС источника, В	0,2
		ЭДС источника при перегрузки, В, не менее	2
3	Выход звукового сигнала у правого стереоканала; моноканал, зависимый канал А	Выходное сопротивление, $\kappa\text{Ом}$, не более, в диапазоне частот 20 — 20000 Гц	1
		Номинальное сопротивление нагрузки, $\kappa\text{Ом}$	10
		Номинальное выходное напряжение, В	0,5
		Максимальное выходное напряжение, В, не более	2
4	Общий обратный провод звукового сигнала		-
5	Обратный провод сигнала «синего»		-

Продолжение табл. 8.4

№ контакта со стороны вилки	Назначение контакта при распайке на кабель	Входной и выходной параметры	Предпочтительные значения
6	Вход звукового сигнала у правого стереоканала; моноканал, зависимый канал А	Входное сопротивление, $\kappa\text{Ом}$, не более, в диапазоне частот 20 — 20 000 Гц	10
		Номинальное сопротивление источника, $\kappa\text{Ом}$	1
		Номинальная ЭДС источника, В	0,5
		Минимальная ЭДС источника, В	0,2
		ЭДС источника при перегрузке, В, не менее	2
7	Вход или выход сигнала «синего»	Разность между пиковым значением и уровнем гашения, В	$0,7 + 0,3$ $- 0,4$
		Сопротивление, Ом	75
		Добавочное постоянное напряжение, В	от 0 до 2
8	Вход или выход напряжений переключений	Напряжение логического «0», В	от 0 до 2
		Напряжение логической «1», В	от 9,5 до 12
		Входное сопротивление, $\kappa\text{Ом}$, не менее	10
		Входная емкость, нФ, не более	2
		Сопротивление для проверки сравнительных испытаний, $\kappa\text{Ом}$	10
		Выходное сопротивление, $\kappa\text{Ом}$, не более	1
9	Обратный провод сигнала «зеленого»		-
10	Распайке не подлежит		-

11	Вход или выход сигнала «зеленого»	Разность между пиковым значением и уровнем гашения, V	$0,7+0,4$ $-0,3$
		Сопротивление, $Ом$	75
		Добавочное постоянное напряжение, V	от 0 до 2

Продолжение табл. 8.4

№ контакта со стороны вилки	Назначение контакта при распайке на кабель	Входной и выходной параметры	Предпочтительные значения
12	Распайке не подлежит		—
13	Обратный провод сигнала «красного»		—
14	Обратный провод сигнала «запирающего» (быстрое переключение)		—
15	Вход или выход сигнала «красного»	Разность между пиковым значением и уровнем гашения, V	$0,7+0,4$ $-0,3$
		Сопротивление, $Ом$	75
		Добавочное постоянное напряжение, V	от 0 до 2
16	Вход или выход «запирающего» (в пределах полосы видеочастот) (быстрое переключение или выход)	Напряжение логического «0», V	от 0 до 0,4
		Напряжение логической «1», V	от 0 до 3
		Сопротивление, $Ом$, не менее	75
		Напряжение логического «0», V , напряжение	от 0 до 0,45 ± 0,5
		Сопротивление, $кОм$, не менее	1

17	Обратный провод. Выход полного телевизионного сигнала		—
18	Обратный провод. Вход полного телевизионного сигнала		—

Окончание табл. 8.4

№ контакта со стороны вилки	Назначение контакта при распайке на кабель	Входной и выходной параметры	Предпочтительные значения
19	Выход полного ТВ-сигнала (положительной полярности)	Разность между уровнем «белого» и уровнем синхроимпульса	$1 + 0,4$ $- 0,3$
		Сопrotивление, <i>Ом</i>	75
		Добавочное постоянное напряжение, <i>В</i>	от 0 до 2
		Размах сигнала (только для синхронизации), <i>В</i>	0,3
20	Вход полного ТВ-сигнала (положительной полярности)	Разность между уровнем «белого» и уровнем синхроимпульса	1
		Сопrotивление, <i>Ом</i>	75
		Добавочное постоянное напряжение, <i>В</i>	от 0 до 2
		Размах сигнала (только для синхронизации), <i>В</i>	$0,3 + 0,65$ $- 0,1$
21	Общий обратный провод контактов 8, 10, 12; корпус; экран		—

Для режима переключения в ТВ-приемнике логический «0» соответствует воспроизведению сигнала с выхода детектора, а логическая «1» — воспроизведению сигнала от внешнего источника.

Напряжения звуковых частот в табл. 8.4 указаны в действующих, а напряжения видеосигналов и логических сигналов — в амплитудных значениях. Входные и выходные сигналы могут быть одновременно на всех контактах соединителя.

Начат промышленный выпуск 21-контактного соединителя СНП-102-21 ВО (РП) НЦО.364.055 ТУ. Эти соединители, наряду с разъемами типа ОНЦ, вводятся в новые разработки видеозвуковой аппаратуры и ТВ-приемников. Соединители-переходники СНП-102 ОНЦ в различных вариантах позволяют осуществлять стыковку компонентов видеозвуковой техники (независимо от завода и страны-изготовителя), и в частности с аппаратурой, имеющей шестиконтактный соединитель типа ОНЦ.

9. МЕТОДЫ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ БЫТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Неисправности, возникающие в бытовой радиоэлектронной аппаратуре при ее эксплуатации, хранении и транспортировке, могут быть вызваны различными факторами. В первую очередь их можно разделить на механические и электрические. *Механические* неисправности связаны с поломкой или повреждением элементов различных кинематических схем привода, устройств загрузки носителей аудиоинформации и т.п., а *электрические* вызываются выходом из строя или нарушением режимов тех или иных элементов электрической принципиальной схемы, а также дефектами монтажа.

Неисправности приводят к нарушениям работоспособности радиоаппаратуры. Такие нарушения работоспособности принято называть отказами. Сложившаяся классификация их видов представлена на рис. 9.1.



Рис. 9.1

Конструкционными называются отказы, возникшие вследствие нарушения установленных норм и правил конструирования радиоаппаратуры. *Производственные* отказы вызываются нарушениями технологических процессов ее изготовления (или ремонта), а *эксплуатационные* — нарушениями установленных правил или условий эксплуатации.

Для обнаружения *явных* отказов не требуется измерительных приборов, они проявляются сразу. *Неявные* (скрытые) отказы не имеют внешних признаков, и их можно обнаружить только с помощью соответствующих измерений.

Характерным свойством *внезапных* отказов является скачкообразное изменение одного или нескольких параметров. При *постепенных* отказах их значения изменяются постепенно.

Если отказ того или иного элемента радиоэлектронной аппаратуры вызван отказом другого ее элемента — это *зависимые* отказы. При отсутствии такой связи отказы считаются *независимыми*.

Сбоями называются самоустраняющиеся отказы, приводящие к кратковременным нарушениям работоспособности аппаратуры. *Перемежающиеся* отказы представляют собой многократно возникающие сбои одного и того же характера.

Практика показывает, что найти причину неисправности в современной бытовой радиоэлектронной аппаратуре часто бывает значительно сложнее, чем устранить ее. Знание наиболее распространенных практических способов поиска местонахождения отказа позволит провести ремонт с наименьшими затратами времени и средств. Ниже рассматриваются основные методы, позволяющие эффективно найти и устранить неисправности, возникающие в различных бытовых радиоэлектронных устройствах.

9.1. Метод анализа монтажа

Метод анализа монтажа позволяет с помощью зрения, слуха, обоняния и осязания определить местонахождение дефекта или направление дальнейшего поиска. Его целесообразно использовать на ранних этапах поиска неисправностей в аппаратуре, а также при аварийном режиме работы устройства. Дело в том, что принципиальная схема устройства, какой бы подробной она ни была, не отражает все компоненты, влияющие на его общую работоспособность. Это относится ко всякого рода перемычкам, изоляции, местам паяк и т.п.

Анализ монтажа может производиться как при включенном, так и при выключенном устройстве. Для этой цели лучше пользоваться увеличительной линзой (с двух- или трехкратным увеличением) и пинцетом.

При визуальном осмотре могут быть обнаружены сгоревшие радиоэлементы, изменения их формы, цвета и размеров, трещины и отслоения печатных проводников, некачественная пайка, а также появление дыма и искрения. Например, поверхность нормальной пайки должна быть гладкой, а для «холодной» пайки характерна неровная, пористая поверхность.

Неисправности некоторых элементов, таких, как импульсные трансформаторы, динамические головки, часто обнаруживаются на слух. Места чрезмерного нагрева тех или иных компонентов можно обнаружить, касаясь их рукой. При этом, конечно, следует помнить об опасности поражения электрическим током, так как на отдельных участках схемы присутствуют высокие напряжения.

9.2. Метод измерений

Метод измерений основан на использовании в процессе поиска неисправности различных контрольно-измерительных приборов. Он яв-

ляется наиболее эффективным в тех случаях, когда уже имеется предварительная информация о предположительном местонахождении неисправности в блоке или модуле. При этом проводятся наблюдения формы электрических сигналов, измерения величин постоянных и переменных напряжений в характерных контрольных точках схемы устройства, а также измерения временных параметров сигналов (длительностей импульсов, задержек, частоты и т.д.). В результате такого анализа выявляются противоречия в работе узлов, выход электрических параметров за границы зон допусков, и на основе этого делается вывод о неисправности тех или иных радиоэлементов. Заметим, что, если в технической документации ремонтируемого устройства не указаны допуски на отклонение измеряемых параметров, то обычно их принимают равными $\pm 20\%$ от приведенных величин.

При проведении измерений используют вольтметры постоянного и переменного тока, осциллографы, частотомеры и другие приборы. Для наблюдения формы сигналов часто требуются специальные испытательные генераторы, имитирующие входные воздействия. Следует помнить, что применяемые контрольно-измерительные приборы имеют конечные величины входных сопротивлений и емкостей и в ряде случаев могут вносить искажения в работу проверяемых каскадов. Разумеется, сами контрольно-измерительные приборы должны пройти метрологическую поверку и быть технически исправными.

Осциллографы являются, наверное, наиболее универсальными приборами, позволяющими проводить измерение параметров постоянных (при открытом входе) и переменных напряжений, временных параметров импульсов, частоты и периодов колебаний. Они позволяют анализировать форму модулированных радиочастотных сигналов, наблюдая их на экране электронно-лучевой трубки, оценить коэффициент модуляции и степень искажений сигналов. Кроме того, осциллограф дает возможность снять амплитудно-частотные (АЧХ) и фазочастотные (ФЧХ) характеристики трактов, измерить величину разности фаз двух колебаний (например, по фигурам Лиссажу) и провести многие другие комплексные измерения в широком диапазоне частот.

При выборе типа осциллографа в качестве средства контроля необходимо обращать внимание на величины его полосы пропускания и входного сопротивления, чтобы исключить погрешности, вызванные их несоответствием параметрам исследуемых цепей и сигналов. Так, например, многие доступные по цене приборы этого вида имеют полосу пропускания до 50 МГц, что не позволяет использовать их в радиочастотных трактах УКВ- и FM-приемников, а некоторые высокочастотные осциллографы имеют входное сопротивление 50 Ом.

При работе с осциллографом следует также знать и помнить, что он показывает мгновенные значения переменного напряжения и тока, в отличие от вольтметров и цифровых мультиметров, которые измеряют действующие значения напряжения U_d и тока I_d . В результате может возникнуть кажущееся несоответствие показаний, устраняемое простым пересчетом. Например, амплитудное значение напряжения U_m , измеренное с помощью осциллографа, зависит от действующего значения следующим образом:

$$U_m = \sqrt{2} \cdot U_A.$$

9.3. Метод замены

Этот метод весьма прост и позволяет достаточно быстро определить место неисправности в аппаратуре, но его применение возможно, если имеется заведомо исправный блок или модуль, которым можно заменить сомнительный модуль ремонтируемой аппаратуры. Естественно, что такой способ максимально эффективен в изделиях, построенных по блочному принципу.

Если в результате проведенной замены работоспособность аппаратуры восстанавливается, то неисправность следует искать более детально в подозрительном модуле. В противном случае подобную операцию можно произвести с другими составными частями изделия.

9.4. Метод эквивалентов

Данный метод похож на предыдущий и заключается в замене части схемы ремонтируемого изделия подобным ей узлом или какой-либо совокупностью радиоэлементов, оказывающими в результате такое же воздействие на остальную часть схемы. Такую операцию, например, можно произвести с источниками питания, эквивалентами нагрузок, генераторами сигналов и т.п.

9.5. Метод исключения

Метод исключения состоит в том, чтобы изъять на некоторое время из схемы неисправной аппаратуры отдельные радиоэлементы или узлы и провести анализ работы устройства в целом.

Данный способ предполагает временное отсоединение или перемыкание выводов подозрительных радиоэлементов, что в некоторых случаях позволяет определить местонахождение неисправности или конкретно неисправный элемент. Такое возможно, например, при временном

перемыкании дросселей или выпаивании конденсаторов LC- и RC-фильтров в цепях питания, а также дросселей в усилительных устройствах.

Кроме того, следует помнить, что электронные узлы, входящие в состав ремонтируемой аппаратуры, можно условно разделить на основные и вспомогательные. Основные узлы формируют выходные параметры устройства, а вспомогательные предназначены для обеспечения качества выходных параметров, например схемы АРУ, устройства защиты по напряжению и току и многие другие.

Исключение вспомогательных узлов позволяет определить, имеется ли неисправность в них или неисправен основной узел аппаратуры.

9.6. Метод электрического воздействия

Метод электрического воздействия позволяет получить информацию о местонахождении неисправности в результате анализа реакции схемы на различные манипуляции, которые проводит специалист, ремонтирующий РЭА. К таким манипуляциям относятся: установка перемычек; изменение напряжения питания схемы; изменение положения движков переменных и подстроечных резисторов; замыкание контрольных точек на корпус; подключение работоспособного конденсатора параллельно другому радиоэлементу; подача электрических сигналов к различным участкам схемы и многие другие действия.

9.7. Метод механического воздействия

Метод механического воздействия (или метод простукивания) позволяет выявить дефекты монтажа и обычно применяется при перемежающихся отказах, то есть когда неисправность носит «мерцающий», периодически повторяющийся характер. Причинами таких неисправностей служат: наличие «холодных» паяк в платах; замыкание близко расположенных радиоэлементов между собой; замыкание соседних дорожек на печатной плате каплями припоя, обрезками выводов радиоэлементов; уменьшение упругости, загрязнение или деформация контактов в соединителях, держателях предохранителей, переменных резисторах и т.п.; нарушение физической структуры материала и образование ненадежного механического контакта в местах пайки.

Поиск неисправностей с помощью метода механического воздействия проводится при включенном питании.

Когда ненадежный контакт проявляет себя кратковременным пропаданием, он может быть определен путем аккуратных ударов резиновым молоточком по местам пайки радиоэлементов к печатным проводникам плат. Не следует наносить удары по далеко выступающим из паяк

выводам радиоэлементов, так как они могут согнуться и замкнуть соседние печатные проводники. В случае, если при подобном механическом воздействии неисправность проявилась, необходимо попытаться выявить точное место плохого контакта. При этом можно использовать лупу, с помощью которой следует тщательно исследовать качество пайки монтажных элементов, или пошатать пинцетом выводы радиоэлементов со стороны монтажа и наблюдать, не двигаются ли они в местах распайки.

Иногда плохой контакт таким способом определить не удастся, поскольку легкое постукивание не приводит к его нарушению. В этом случае можно рекомендовать применение тонкой палочки, изготовленной из изоляционного материала, например карандаша без грифеля, рукоятки тонкой отвертки и т.п. Ею необходимо водить по плате попеременно в различных направлениях, наблюдая за реакцией на эти действия. При поиске места ненадежного контакта следует чередовать нажим палочки на печатную плату от слабого (при уверенном проявлении неисправности) до значительного (когда неисправность проявляется слабо).

В качестве механического воздействия можно использовать и другие способы, например подергивание за проводники, за жгуты, аккуратное изгибание печатной платы в различных плоскостях и т.д.

Часто бывает затруднительно точно обнаружить ненадежные контакты в паяных соединениях. Удастся выявить лишь некоторую небольшую область печатной платы, где имеется этот ненадежный контакт. При этом проще и быстрее повторно пропаять все пайки в найденной области.

9.8. Метод электрического прогона

Метод электрического прогона (электропрогона) применяют в тех случаях, когда неисправность носит неустойчивый характер, а метод механического воздействия не позволяет ее выявить. Электропрогон осуществляют путем включения радиоэлектронного устройства на длительный срок с повышенным напряжением питания (в пределах, допускаемых нормативно-технической документацией), увеличением температуры (тепловой удар) и т.д. Он должен проводиться под постоянным наблюдением специалиста, осуществляющего ремонт аппаратуры.

Конечной целью электропрогона является превращение обратимых неисправностей в схеме в необратимые. После достижения их устойчивого проявления следует оперативно, чтобы не нарушить тепловой режим, провести измерение напряжения в характерных контрольных точках схемы либо на выводах транзисторов (микросхем) и определить дефектный радиоэлемент.

9.9. Метод последовательного контроля

Метод последовательного контроля заключается в последовательной проверке прохождения электрического сигнала от блока к блоку, от каскада к каскаду до обнаружения неисправности.

Данный способ целесообразно применять при поиске неисправностей в устройствах с незначительным числом каскадов, выполненных на транзисторах и микросхемах. Одновременно с проверкой прохождения электрического сигнала контролируются значения постоянных напряжений на выводах транзисторов и микросхем, после чего они сравниваются со значениями, приведенными в таблицах технических описаний, инструкций по эксплуатации и иной документации.

Метод последовательного контроля прохождения сигнала обычно применяют по принципу «от конца к началу», то есть сначала контроль наличия сигнала осуществляют в выходной части устройства, а затем постепенно перемещаются в сторону его входа, пока не будет обнаружен нормальный сигнал. На рис. 9.2 в качестве примера показана последовательность проверок при поиске неисправности в низкочастотном тракте аудиоаппаратуры.

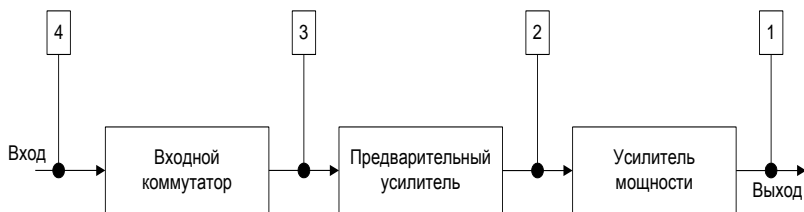


Рис. 9.2

9.10. Метод половинного деления схемы

Метод половинного деления схемы обычно используют для контроля прохождения сигнала в многокаскадных радиоэлектронных устройствах, что позволяет значительно сократить время поиска места неисправности. Суть заключается в мысленном делении схемы устройства на две половины. Далее проверяется наличие сигнала на выходе каскада, расположенного примерно в середине той части, где найдена неисправность. Если дефект не обнаружен, оставшаяся часть вновь делится пополам, и так далее, пока не будет обнаружен неисправный каскад. По-

следовательность проверок при использовании метода половинного деления схемы показана на рис. 9.3.

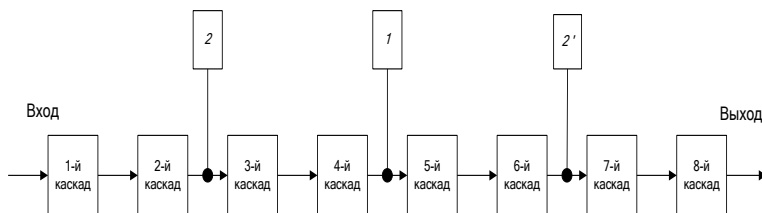


Рис. 9.3

Если неисправное радиоэлектронное устройство имеет, например, 8 каскадов, первую проверку наличия сигнала проводят на выходе 4-го каскада. При отсутствии сигнала вторую проверку делают на выходе 2-го каскада. Если же на выходе 4-го каскада есть сигнал, а на выходе всего устройства (т. е. на выходе 8-го каскада) его нет, вторую проверку проводят на выходе 6-го каскада, и т.д.

10. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Системы управления в бытовой аудиоаппаратуре строятся на базе цифровых микропроцессоров, позволяющих осуществить эффективное взаимодействие ее составных частей. Такие системы выполняют функции сбора информации от различных датчиков и сенсоров, обрабатывают данные, формируют управляющие сигналы для блоков аудиокомплекса, а также обеспечивают необходимые визуальную и звуковую индикации. Следует отметить, что многие функциональные возможности устройств, входящих в состав аудиокомплекса (магнитофона, проигрывателя компакт-дисков, тюнера и т.д.), стали доступны только благодаря применению микропроцессорных систем.

10.1. Функциональные возможности систем управления бытовой аудиоаппаратуры

Использование цифровых микропроцессоров в системах управления позволило значительно облегчить работу со сложными моделями аудиоаппаратуры и, кроме того, существенно расширить ее функциональные возможности. Современные ей темы управления способны решать многие задачи, главными из которых являются: оперативный контроль технического состояния компонентов аудиокомплекса за счет использования встроенных тестовых программ; формирование сигналов управления и сопряжения с внутренними и внешними источниками аудиосигналов; обеспечение режима индикации; дистанционное управ-

ление (на ИК лучах или по кабелю); запоминание режимов работы, задаваемых пользователем, с возможностью последующего воспроизведения; отображение на дисплее состояния органов управления аудиокомплексом и текущей информации; встроенный программируемый таймер и часы; встроенный спектроанализатор; оперативное управление громкостью воспроизведения при поступлении телефонного вызова (для автомобильных аудиосистем); встроенная система звуковой и визуальной сигнализации для защиты от несанкционированного доступа (для автомобильных аудиосистем); оперативная смена цвета индикации (по желанию пользователя).

10.2. Структурная схема системы управления

При построении систем управления бытовыми аудиокомплексами используются два основных способа их организации: централизованная и распределенная архитектура. В первом случае в качестве управляющего устройства применяется главный (системный) контроллер, связанный с датчиками и устройствами, расположенными в различных блоках аудиокомплекса. Такое построение требует значительного числа линий связи и оправдано, когда количество обслуживаемых устройств велико, например в автомагнитолах, аудиоплейерах с тюнером и т.п.

Распределенная архитектура предполагает наличие в каждом составном блоке аудиокомплекса местного контроллера, управляющего только этим блоком. Тогда системный контроллер осуществляет лишь глобальные функции управления местными контроллерами по специально выделенной цифровой шине. Такое построение обычно используется в сложных музыкальных центрах, особенно если их составные блоки (магнитофонная панель, проигрыватель компакт-дисков, тюнер, НЧ-блок и т.д.) конструктивно разделены.

Типовая структурная схема системы управления современного бытового аудиокомплекса приведена на рис. 10.1.



Рис. 10.1

Главным элементом схемы является системный контроллер, который связан по цифровой шине (обычно типа I2C – последовательный интерфейс Inter-Integrated Circuit) с местными контроллерами аудиоконкомплекса, датчиками информации и исполнительными устройствами. Программа работы системного контроллера «прошита» в его постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ). Для расширения функциональных возможностей процессора в некоторых моделях применяют дополнительную память. Пользователь имеет возможность осуществлять управление аудиоконкомплексом с помощью функциональных клавиш клавиатуры управления.

Для удобства работы с аудиоконкомплексом во многих моделях присутствует система в дистанционного управления (ДУ). Принцип ее работы (рис. 10.2) основан на формировании с помощью выносного пульта, имеющего клавиатуру и кодирующее устройство кодовых импульсных комбинаций, которыми модулируется несущее колебание инфракрасного диапазона частот (ИК-лучи).

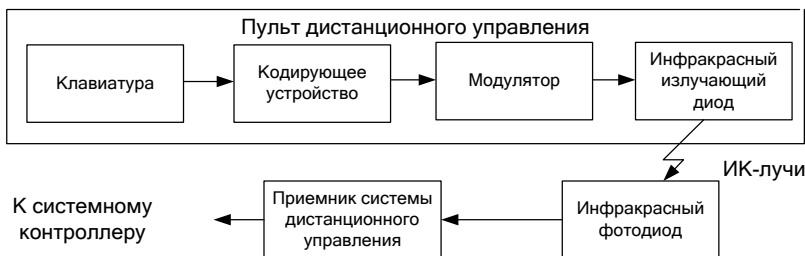


Рис. 10.2

Излучателем в данном случае служит инфракрасный светодиод. На плате, конструктивно укрепленной на передней панели аудиокomплекса, располагается приемник сигналов системы ДУ, содержащий в качестве чувствительного элемента инфракрасный фотодиод. После обработки и демодуляции принятого сигнала выделяется переданная кодовая комбинация, которая поступает непосредственно на один из входов системного контроллера, принимающего решение о выполнении той или иной операции. Если же передача информации от выносного пульта (джойстика) идет по кабелю, приемник осуществляет лишь функции согласования. Именно таким образом с помощью выносного пульта-джойстика организована работа системы ДУ в некоторых автомобильных магнитолах.

Устройства индикации включают в себя дисплей аудиокomплекса (индикатор, где отображается состояние основных блоков) и светодиодные индикаторы. Чаще всего функции управления индикацией выполняет системный контроллер, но есть модели, в которых для обслуживания индикаторов и клавиатуры управления установлен дополнительный микропроцессор – контроллер дисплея. Такой вариант позволяет высвободить часть ресурсов основного контроллера.

В некоторых моделях аудиоаппаратуры для удобства контроля параметров воспроизводимой фонограммы присутствует схема спектроанализатора с выводом визуальной графической информации на дисплей.

Система управления контролирует и многие другие параметры работы аудиокomплекса, в частности производит в необходимых случаях поблочную или полную блокировку сигнальных и питающих цепей. В ее функции входит также обеспечение отсчета времени в режимах таймера и часов.

11. СХЕМОТЕХНИКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В отличие от остальных частей аудиокomплексов системы управления реализованы на цифровой элементной базе, в том числе и на мик-

ропроцессорах. Рассмотрим способы построения узлов систем управления на примерах принципиальных схем аппаратуры ведущих мировых производителей.

11.1. Системные и местные контроллеры

Контроллер (системный или местный) представляет собой специализированный цифровой процессор (рис. 11.1), большую интегральную схему (БИС) с внутренней постоянной и оперативной памятью (ПЗУ и ОЗУ), арифметическим логическим устройством (АЛУ), портами для связи с другими узлами аудиосистемы или другими контроллерами.

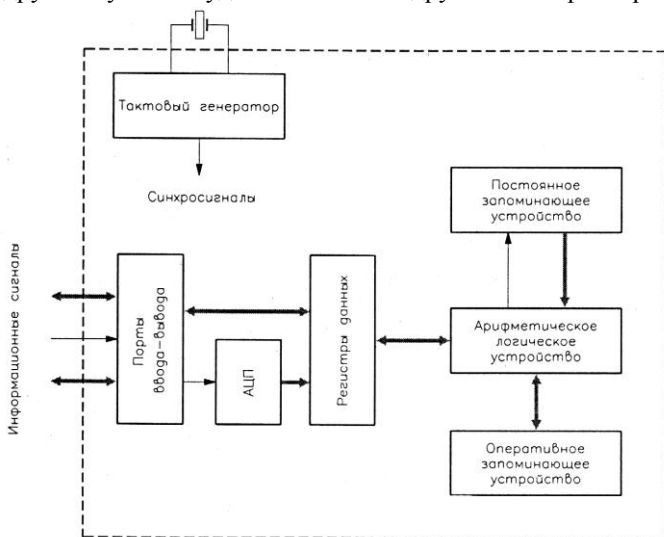


Рис. 11.1

Каждая фирма-производитель аппаратуры использует свою организацию управления, поэтому никакой взаимозаменяемости микросхем подобного типа не существует. Кроме того, даже похожие модели аудиотехники при внешне схожих микросхемах системных контроллеров могут иметь совершенно разные внутренние программы управления. Поэтому, приступая к ремонту систем управления, необходимо внимательно изучить назначение выводов подобных микросхем.

В ПЗУ контроллера находится программа, записанная производителем микросхемы, в соответствии с которой процессор выполняет свои функции. Изменить встроенную программу невозможно. Вместе с тем, некоторые контроллеры обладают не внутренней, а внешней памя-

тью программ, для общения с ней выделяется специальная цифровая шина.

Основные вычислительные операции осуществляются в АЛУ микропроцессора, а промежуточные результаты вычислений хранятся в ОЗУ. Следует заметить, что информация, временно находящаяся в ОЗУ, в отличие от ПЗУ стирается при выключении напряжения питания. Поэтому для сохранения каких-либо установок пользователя при отключении от сети, например, фиксированных настроек на радиостанции необходим дополнительный неотключаемый источник питания (обычно гальваническая батарея).

Порты ввода/вывода служат для приема и передачи цифровой и аналоговой информации. Так как сам процессор работает с цифровыми сигналами, в последнем случае (при приеме сигналов) обязательна процедура аналого-цифрового преобразования. Общение системного контроллера с узлами аудиокомплекса чаще всего производится последовательными потоками данных с использованием выделенного синхроканала, что позволяет сократить количество проводов шины управления.

Для синхронизации работы всех узлов контроллера имеется встроенный тактовый генератор (а иногда и несколько таких генераторов).

На рис. 11.2 показана структурная схема микропроцессора MN171603JJP, которая используется в качестве системного контроллера музыкального центра JVC UX-T20. Чтобы представить все многообразие задач, поставленных перед ним, в табл. 11.1 приведено описание его выводов.

В качестве местных контроллеров применяются более простые микропроцессоры, например в музыкальном центре PHILIPS FW17 в магнитофонной панели установлена микросхема MC68HC05C4P фирмы Motorola с масочным ПЗУ емкостью 4 *Кбайт*, ОЗУ емкостью 174 *байта* и встроенным таймером. Она имеет 24 линии для ввода/вывода информации и 7 линий только для ввода. Стандартная внутренняя тактовая частота составляет 2 *МГц*.

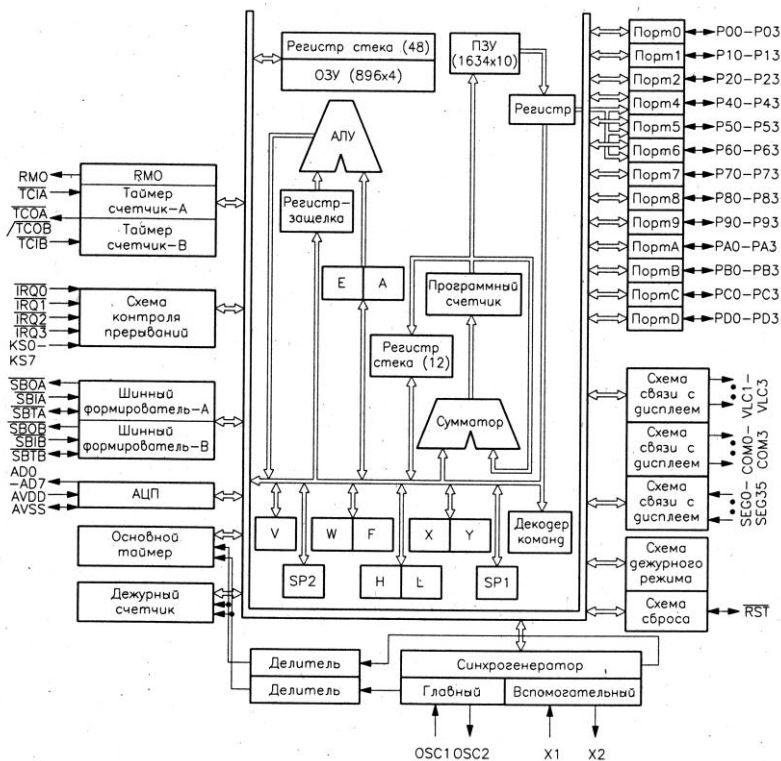


Рис. 11.2

При необходимости использования дополнительной памяти микросхемы ОЗУ или ПЗУ подключаются к системному контроллеру через специально выделенную многоразрядную шину адреса/данных. Пример такого подключения в схеме автомагнитол PANASONIC CQ-RD40LEN/45LEN показан на рис. 11. 3.

Дополнительная память системного контроллера в виде внешнего запоминающего устройства реализована на микросхеме IC601 YEAM3517ML15. Для сокращения числа соединительных проводов при организации доступа к ней применена совмещенная шина адреса/данных. Разрядность информационных данных равна 8, а адресных слов – 11, поэтому выводы системного контроллера IC603/10-17 используются в совмещенном режиме, а выводы IC603/18-20 – только для передачи старших разрядов адресов. Чтобы разделить во времени слова адреса и данных по сигналу ALE (вывод IC603/21), применяется параллельный регистр IC602

UPH573T1. Сигналы /SRAM CE (вывод IC603/7), /SRAM OE (вывод IC603/31) являются разрешающими для доступа к микросхеме памяти и к ее выходам соответственно. Уровень SRAM \overline{VE} (вывод IC603/32) определяет включение режимов записи или чтения информации.

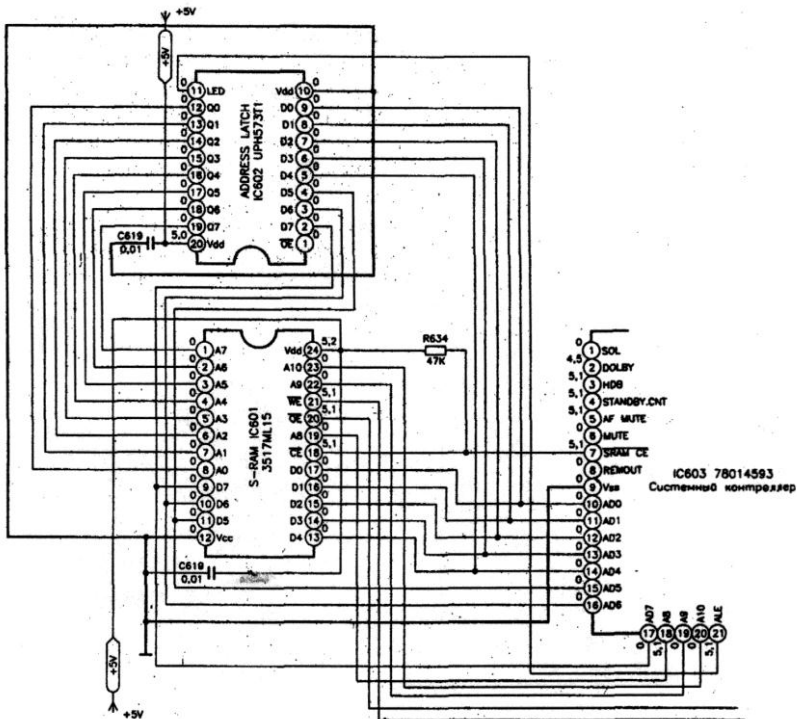


Рис. 11.3

Отечественная промышленность также выпускает микросхемы контроллеров для цифрового управления аудиоаппаратурой. Одна из последних разработок такого типа – ИМС фирмы «Ангстрем» КН1871ВЕ1-010.

11.2. Клавиатуры управления

Наиболее распространены следующие принципы организации клавиатур управления: матричный и на основе резисторных делителей.

В матричных клавиатурах каждая клавиша имеет свой адрес в матрице, состоящей из нескольких столбцов и строк (рис. 11.4). Факт нажатия той или иной клавиши определяется контроллером при зондиро-

вании импульсами столбцов матрицы и контролировании откликов по ее строкам.

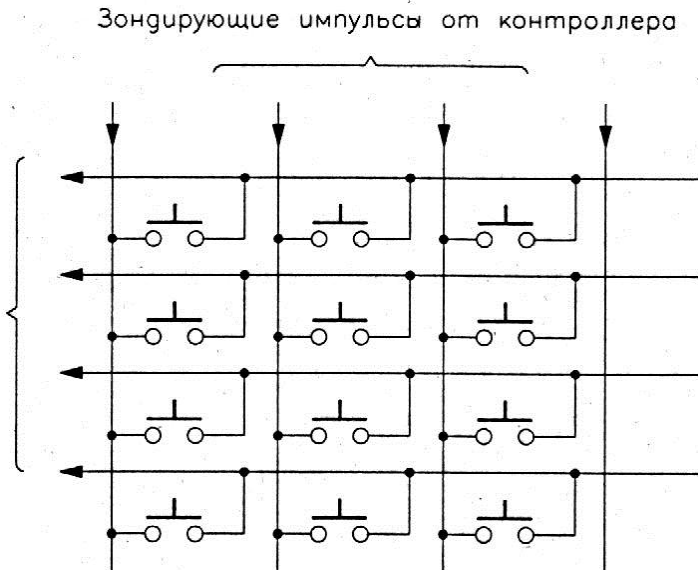


Рис. 11.4

Примером такой структуры служит клавиатура автомобильных магнитол PANASONIC CQ-R825EW/805EW (рис.11.5).

В ней зондирующие сигналы KS1 - KS6 формируются контроллером IC901 на выводах IC901/44-49 и подаются на шесть столбцов клавиатурной матрицы SW901 - SW923, SW926. Примерный вид таких сигналов показан на поле (рис. 11.5). При нажатии клавиши замыкается соответствующая перемычка «столбец — строка», и на одном из выводов IC901/50-54 появляется отклик (K11 - K15) в виде импульсного сигнала, позволяющий идентифицировать нажатую клавишу. Клавиатуры другого типа строятся на основе резисторных делителей (рис. 11.6). Такие устройства формируют информационные потенциалы, величины которых зависят от нажатия той или иной клавиши или их комбинации.

Оценка потенциалов и перевод их в цифровой код производится контроллером с помощью встроенных аналого-цифровых преобразователей.

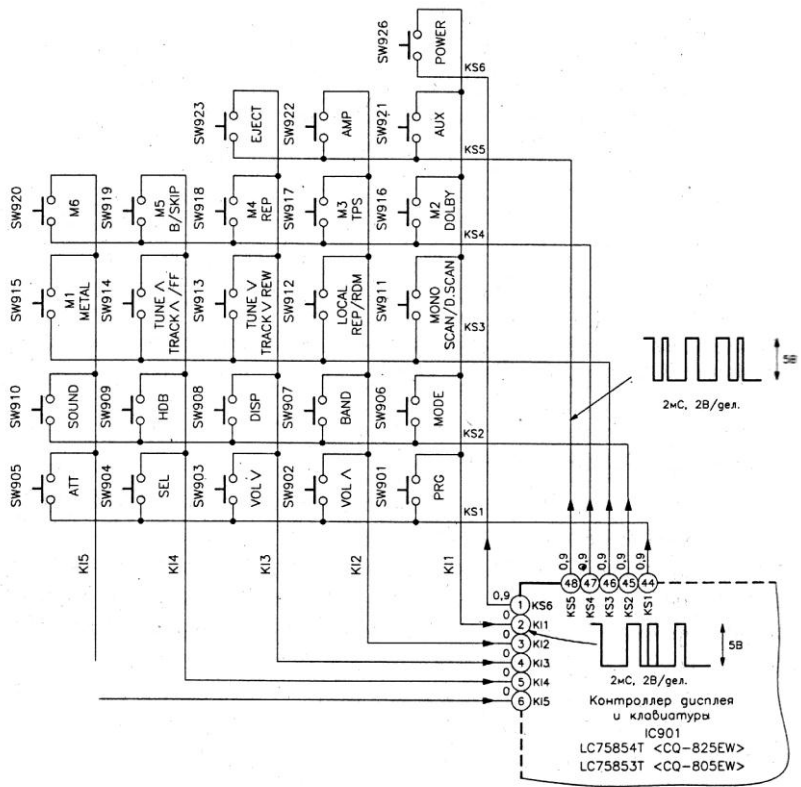


Рис. 11.5

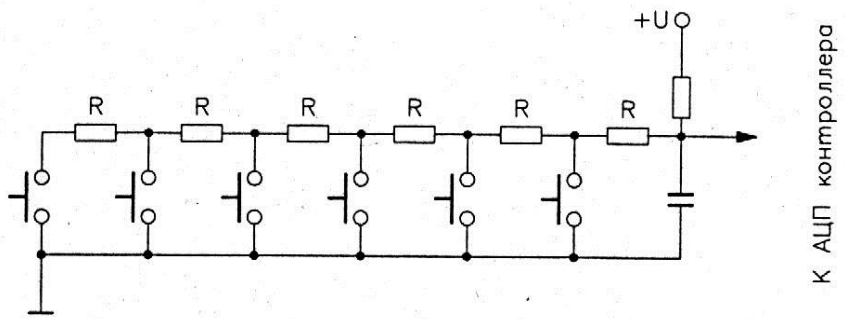


Рис. 11.6

На рис. 11.7 приведен фрагмент принципиальной схемы панели управления автомобильных магнитол PANASONIC CQ-RD40LEN/45LEN (схема клавиатуры на основе резисторных делителей автомобильных магнитол PANASONIC CQ-RD40LEN/45LEN).

Клавиатура разделена на три независимые секции: SW601 - SW606, SW608 - SW613 и SW615 - SW619. Каждая их них при нажатии какой-либо клавиши формирует свое напряжение (K10, K11 или K12), которое поступает на входы АЦП контроллера.

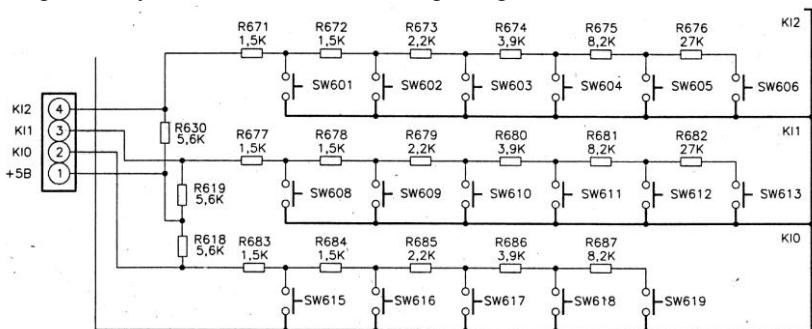


Рис. 11.7

Назначение выводов микропроцессора MN171603JJP приведено в табл. 11.1.

Таблица 11.1

Номер вывода	Название вывода	Назначение вывода
1	NC	Не используется
2	REQ	Вход сигнала запроса для магнитофонной панели
3	AVSS	Общий провод
4	SAFETY 3	Вывод для контроля напряжения
5-7	KEY	Вход сигнала от клавиатуры
8	DR/RST	Переключатель откр/закр загрузочного поддона
9,10	SAFETY 2.1	Выводы для контроля напряжения
11	VERSION	Вход установки тюнера
12	AVDD	Вывод для подключения напряжения питания
17-45		Выводы управления и питания индикатора
46,47	NC	Не используется
48,49	MT01	Выключатель двигателя заправки компакт-диска
50	STBY	Индикатор дежурного режима
51	LED 2	Светодиодный индикатор 2

Номер вывода	Название вывода	Назначение вывода
52	АНВ	Светодиодный индикатор АНВ
53	TIMER 1	Светодиодный индикатор TIMER 1
54	TIMER 2	Светодиодный индикатор TIMER 2
55	STTA	Сигнал управления контроллером магнитофонной панели
56	PER10DE	Стробирующий сигнал для синтезатора частот тюнера
57	P.OUT	Сигнал включения/выключения источника питания
58	S.MUTE	Сигнал общей блокировки системы
59	L.MUTE	Сигнал блокировки тюнера и линейного входа
60–63	BUS	Сигналы управления блоком проигрывателя компакт-дисков
64	CCE	Сигнал доступа к цифровому процессору проигрывателя компакт-дисков
65	BUCK	Синхросигнал цифрового процессора
66,67	LED1 XRST	Светодиодный индикатор 1. Сигнал сброса для цифрового процессора проигрывателя компакт-дисков
68	RST	Сигнал системного сброса
69,70	X1.2	Вывод для подключения дополнительного кварцевого резонатора 32,768 кГц
71	VSS	Общий провод
72,73	OSC1.2	Вывод для подключения основного кварцевого резонатора 4,19434 МГц
74	VDD	Вывод для подключения источника питания
75	BEAT	Сигнал изменения тактовой частоты
76	XKILL	Останов дополнительного кварцевого генератора
77	BUP	Сигнал дублирования
78	BSTL	Сигнал включения напряжения питания устройства дистанционного управления
79	LATCH	Стробирующий сигнал для схемы управления
80	SCK	Последовательный выход синхроимпульсов
81	SI	Последовательный вход синхроимпульсов
82	SO	Последовательный выход данных
83	MPX	Вход детектора мультиплексора
84	REM	Вход сигнала дистанционного управления

11.3. Системы дистанционного управления

Системы дистанционного управления бывают проводными и беспроводными. Проводные системы, в которых информация от пульта (джойстика) передается к системному контроллеру по кабелю, очень просты; их работа не требует дополнительных пояснений. Системы ДУ, использующие для передачи инфракрасное излучение, интереснее. Пульт дистанционного управления такой системы содержит клавиатуру, контроллер клавиатуры, модулятор и выходной каскад с ИК-диодом в качестве излучателя. На рис. 11.8 показано устройство пульта ДУ музыкального центра PANASONIC RX-DS30.

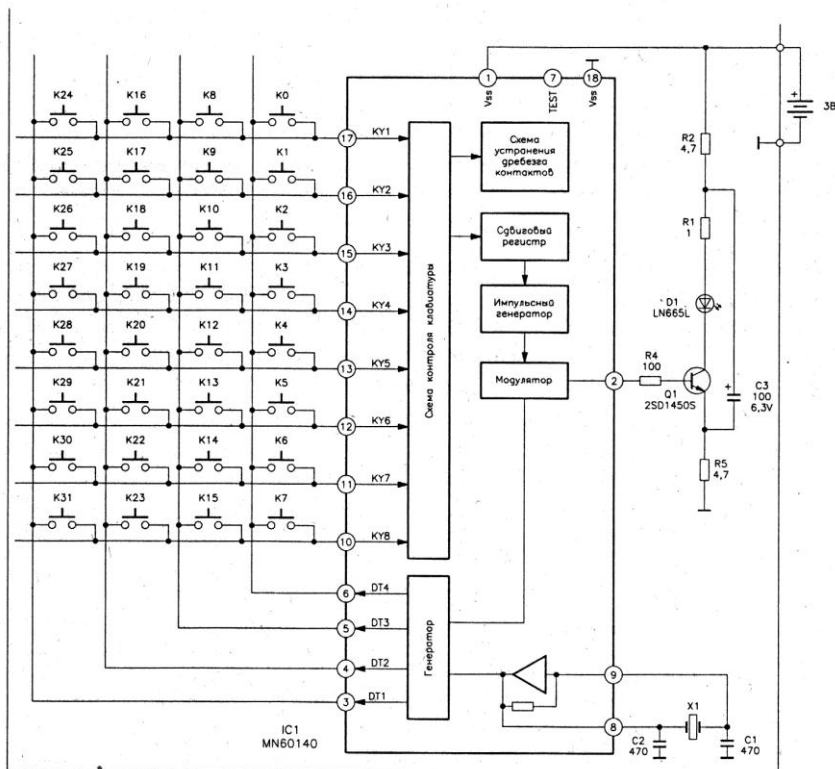


Рис. 11.8

В качестве контроллера используется микросхема IC1 MN60140. Клавиатура построена по матричному принципу (4x7). Зондирующие импульсы формируются на выводах IC1/3-6, а импульсы откликов кон-

тролируются по входам IC1/10-17. Контроллер в соответствии с нажатой клавишей вырабатывает цифровой код, которым модулируется несущее колебание. Для формирования сигналов тактовой частоты и несущего колебания есть встроенный генератор, частота которого стабилизирована кварцевым резонатором XI.

Модулированное колебание подается через вывод IC1/2 на транзисторный усилитель Q1. В коллекторную цепь транзистора включен излучающий ИК-диод D1.

Приемник ИК-лучей выполнен в виде одной микросхемы, куда входит и фотодиод. Он устанавливается на плате системы управления вблизи фронтальной панели аудиокomплекса. К числу таких микросхем можно отнести, например, SBX1790, SBX8035F, NJH32H367D, RCDHC-278N, GP1U90XB, они построены по одинаковому принципу. В качестве примера на рис. 11.9 показана структурная схема микросхемы приемника системы ДУ SBX8035F.

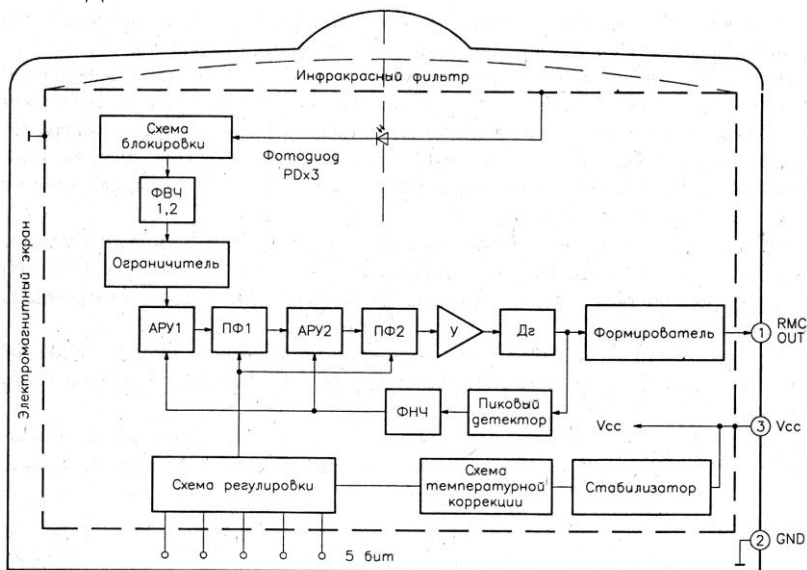


Рис. 11.9

Принимаемый ИК-сигнал преобразуется фотодиодом в электрический, из которого в результате фильтрации, усиления и детектирования выделяется сигнал кодовой комбинации, соответствующий нажатой клавише. Данная комбинация поступает непосредственно на один из входов системного контроллера, принимающего решение о выполнении той или

иной операции. Для устранения возможных колебаний амплитуды принимаемого сигнала в приемном тракте используется система АРУ.

Из отечественных разработок подобных систем можно назвать микросхемы КР1506ВГЗ и КР1506ХЛ7. Первая ИМС представляет собой контроллер, устанавливаемый на плате управляемого устройства, а вторая — контроллер пульта дистанционного управления с передатчиком, работающим в инфракрасном диапазоне волн.

11.4. Устройства индикации

Для визуальной индикации информации в бытовых аудиокomплексах применяются буквенно-цифровые дисплеи и светодиоды. Обычно используются дисплеи одного из двух типов: люминесцентные или жидкокристаллические. Для их подключения к выводам контроллера не нужно никаких дополнительных устройств, тогда как светодиодные индикаторы требуют наличия дополнительных транзисторных ключей или специализированных согласующих микросхем.

При выводе информации на дисплей чаще всего применяется динамический принцип индикации. Это означает, что отдельные элементы отображения (сегменты) включаются в разные моменты времени в течение кадра. За время длительности кадра происходит последовательный перебор всех сегментов дисплея. Естественно, время свечения одного сегмента обратно пропорционально общему количеству элементов отображения.

Для обращения к сегментам дисплея применяется двухкоординатная матричная адресация. При этом элементы отображения объединяются в строки и столбцы, а контроллер задает адрес сегмента, формируя управляющие импульсы на выводах, подключенных к нужным строке и столбцу.

На рис. 11.10 показано устройство жидкокристаллического дисплея CM 1200. Его элементы объединены в матрицу из трех строк (COMMON) и двадцати семи сегментов (SEGMENT).

Принципиальная схема подключения дисплея, используемого в автомагнитоле PANASONIC CQ-DP835EW, представлена на рис. 11.11. Она предельно проста: выводы дисплея LCD901 соединяются непосредственно с выводами контроллера IC901 LC75853W.

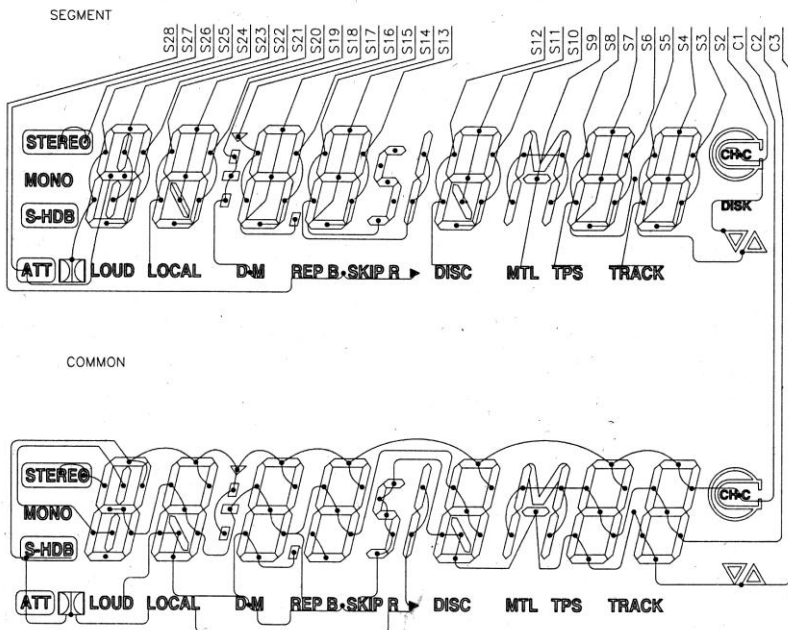


Рис. 11.10

Подключение люминесцентных дисплеев имеет свои особенности. В частности, они имеют цепи накала, питающиеся обычно переменным током синусоидальной или прямоугольной формы. Для этого в силовом трансформаторе блока питания создается специальная обмотка, формирующая напряжение накала. Иногда допускается питать цепь накала и от источника постоянного тока.

11.5. Анализаторы спектра

В некоторых моделях аудиоаппаратуры для удобства контроля параметров воспроизводимой фонограммы использована схема анализатора спектра (спектроанализатора) с выводом визуальной графической информации на дисплей. Принцип работы спектроанализатора, структурная схема которого представлена на рис. 11.12, состоит в следующем. Звуковой диапазон частот разбивается полосовыми фильтрами на несколько (5-7) узких полос. В соответствии с сигналами системного контроллера анализатор спектра циклически измеряет уровни сигналов в них

и передает эту информацию на вход системного контроллера для оцифровки и выдачи на дисплей. Для выполнения измерения сигналы на выходах полосовых фильтров детектируются пиковыми детекторами.

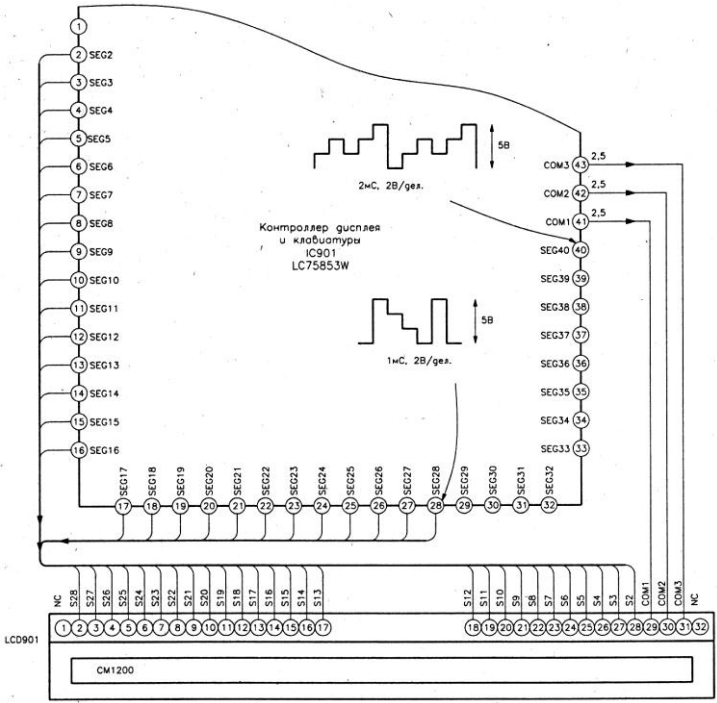


Рис. 11.11

Переключение выходов пиковых детекторов осуществляется с помощью мультиплексора, управляемого сигналами системного контроллера. Синхронно с сигналами опроса пиковых детекторов коммутируются соответствующие сегменты дисплея, на который выводится визуальная информация о спектре.

На практике встречается исполнение элементов спектроанализатора, в частности фильтров, в виде отдельных RC-цепей, но более распространена реализация этого узла в виде специализированных микросхем (BA3826S, BA3834S, XR1090). Структура таких микросхем практически аналогична показанной на рис. 11.12.

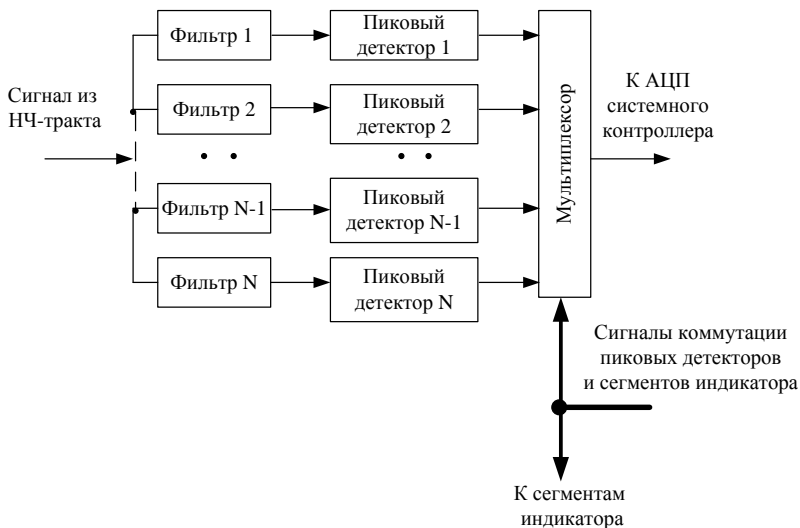


Рис. 11.12

11.6. Пример построения системы управления

Рассмотрим работу узлов системы управления на примере принципиальной схемы системы управления и навигации музыкального центра НТАСНІ АХ-С81, представленной на рис. 11.13 – 11.15. Главным элементом схемы является процессор IC801 HD6433836A12F (рис. 11.14), формирующий необходимые сигналы управления узлами музыкального центра и контролирующий состояние датчиков и клавиатуры. Кроме того, в его задачу входит обеспечение режима индикации.

Для синхронизации работы всех узлов системного контроллера IC801 в нем имеются два встроенных генератора (рис. 11.14). Частота основного генератора стабилизирована кварцевым резонатором X801 (4 МГц), подключенным к выводам IC801/10, 11. При необходимости для устранения частотных биений частота данного генератора может быть автоматически изменена при поступлении потенциала MB SW с контакта разъема PG401(рис. 11.15).

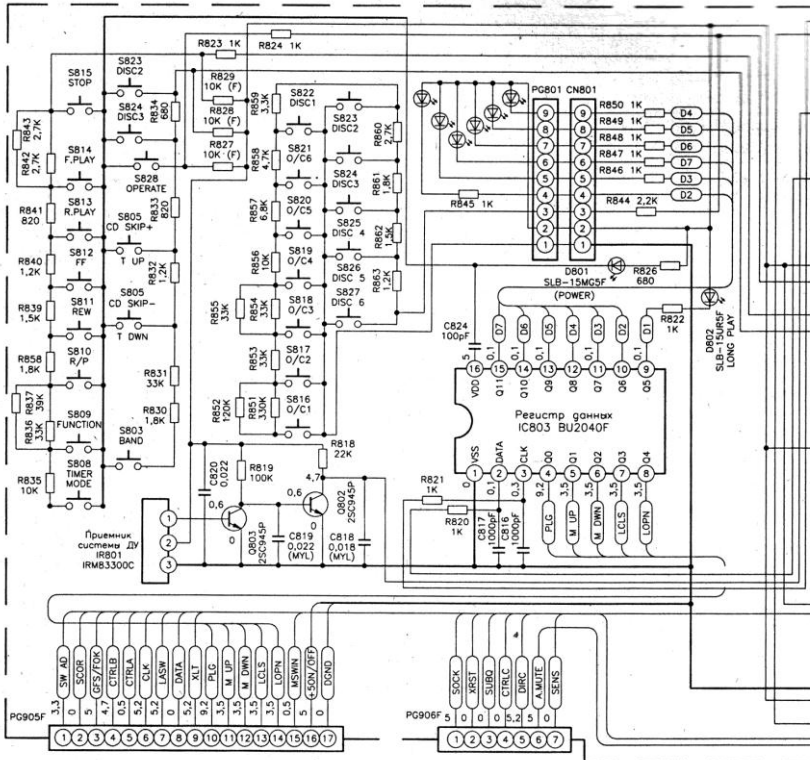


Рис. 11.13

Это приводит к срабатыванию транзисторного ключа Q801 (рис. 11.14), отключающего или подключающего дополнительный конденсатор C811 к корректирующим цепям. Частота вспомогательного генератора стабилизирована кварцевым резонатором X802 (32,768 кГц), подключённым к выводам IC801/7,8 (рис. 11.14). Такой генератор используется для обеспечения режимов «таймер» и «часы».

Начальная установка контроллера IC801 во время включения напряжения питания осуществляется при формировании на выводе микросхемы IC 802 KIA7029P/1 (рис. 11.14) импульса напряжения RESET, который поступает на вывод IC801/12 контроллера.

Сигнал ИК-диапазона с пульта дистанционного управления принимается фотодиодом микросхемы IR801-IRM8300C (рис. 11.13), обрабатывается в ней, в результате чего на выводе IR801/1 формируется после-

довательность импульсов управления. Они предварительно усиливаются и фильтруются в двухкаскадном активном ФНЧ, выполненном на транзисторах Q802, Q803, после чего подаются на вывод IC801/83 (рис. 11.14) системного контроллера, где подвергаются логической обработке.

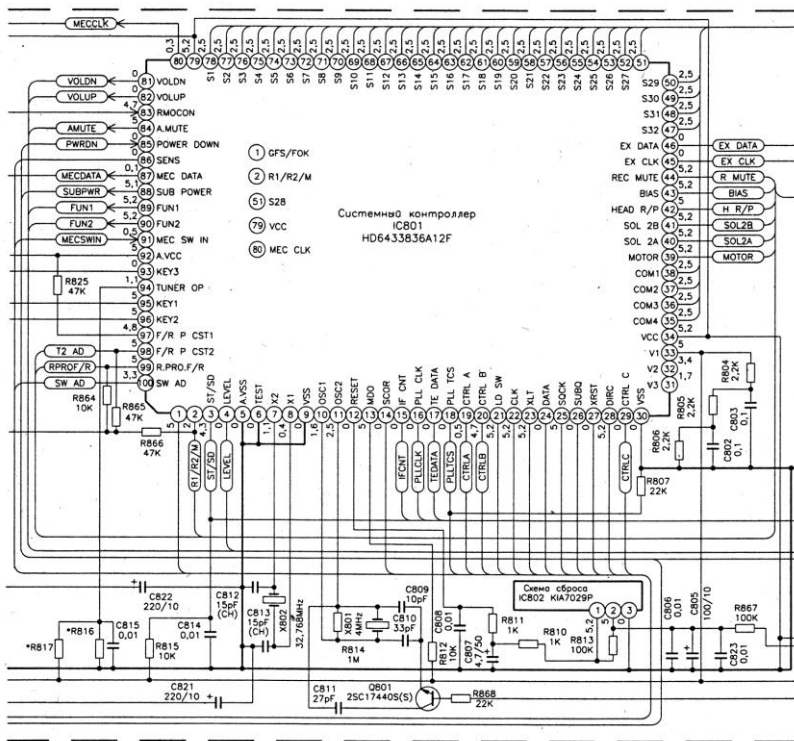


Рис. 11.14

Клавиатура управления музыкальным центром разбита на три части: S808 -S815 (KEY1), S803 - S807 (KEY2) и S816 - S827 (KEY3) (рис. 11.13). Нажатие той или иной клавиши определяет потенциалы на выводах IC801/93, 95, 96 (рис. 11.14) контроллера. С помощью аналого-цифрового преобразователя они преобразуется в управляющий код.

Регистр данных IC803 BU204QF (рис. 11.13) распределяет поток цифровой информации DATA, поступающий на вывод IC803/2 с вывода IC801/87 (рис. 11.14) и далее к светодиодным индикаторам D801 - D808 и схемам управления загрузкой компакт-дисков (через разъем PG905F - рис. 11.13).

Жидкокристаллический дисплей LCD801 (рис. 11.15) музыкального центра подключается непосредственно к выводам контроллера IC801 (рис. 11.14). Для этого служат выводы IC801/35-38.47-78. Лампочки PL801, PL802 (рис. 11.15) подсвечивают дисплей.

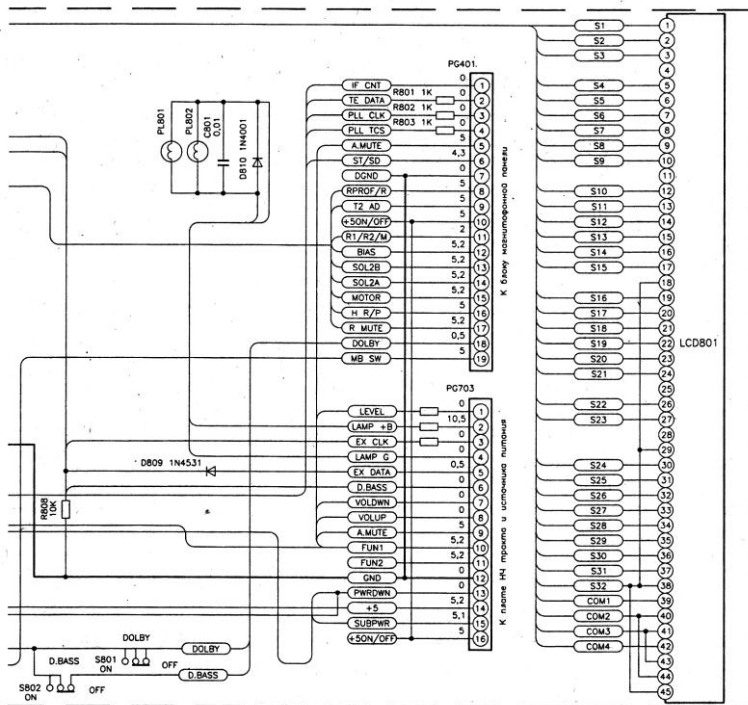


Рис. 11.15

Связь системного контроллера IC801 с остальными блоками музыкального центра осуществляется следующим образом. Сигналы PLL TCS, TE DATA, PLL CLK, IF CNT, ST/SD с выводов IC801/18,17,16,15,3 (рис. 11.14) соответственно используются для обмена информацией с устройствами тюнера. Управление проигрывателем компакт-дисков (кроме упомянутых схем загрузки компакт-дисков) производится сигналами с выводов IC801/1Д4Д9 — 29 (CTRLC), 84 (A.MUTE), 86 (SENS), 91 (MEC SW IN) (рис. 11.14). В магнитофонной панели применяются сигналы управления как механической (выводы IC801/39-41), так и электронной частью (выводы IC801/2, 42-44) (рис. 11.14).

В функции системного контроллера IC801 также входит управление устройствами низкочастотного усилительного тракта. На выводе

IC801/84 формируется сигнал блокировки (A MUTE), на выводах IC801/89,90 – сигналы управления коммутатором (FUN1, FUN2), на выводах IC801/81,82 – сигналы управления регулятором громкости воспроизведения (VOL DN, VOL UP), на выводах IC801/45,46 – сигналы управления графическим эквалайзером (EX CLK, EX DATA) (рис. 11.14).

12. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОСНОВНЫХ ВИДОВ БРЭА

В развитии современной бытовой аппаратуры можно выделить два направления:

- совершенствование традиционных видов аппаратуры, направленное на улучшение массогабаритных характеристик, повышение ее функциональной насыщенности, расширение ассортимента;
- создание нетрадиционных видов аппаратуры, связанных с развитием новых способов передачи и обработки информации. Это освоение новых систем телерадиовещания, систем записи и воспроизведения. Введение в аппаратуру новых, нетрадиционных функций, основанных на последних достижениях электроники.

Параметры современной стационарной аппаратуры высшей категории сложности практически достигли теоретических пределов по всем основным параметрам. Поэтому основное внимание в ближайшие годы будет направлено на дальнейшее расширение ее функциональных возможностей, повышение естественности воспроизведения. Разработаны, например, устройства, позволяющие информировать слушателя о характере той или иной передачи по жанру (классическая или танцевальная музыка, спорт, новости и т.п.) или по распознаванию спектра (речь – музыка). С помощью этого устройства можно передать сообщение о номере передаваемой программы или ее кодовое наименование. Указанная информация передается в виде повторения последовательных индексов, букв или цифр, формируемых с помощью двоичного кода путем, например, балансной амплитудной модуляции поднесущей частоты.

Значительный интерес представляет возможность создания на новой элементной базе радиоприемного тракта с приемом на одной боковой полосе и высокостабильным синхронным детектором. Радиовещание на одной боковой полосе имеет ряд преимуществ: повышенная помехозащищенность, защита от влияния соседних каналов и др.

Запланирован выпуск носимой стереофонической магнитолы объемом до 15 дм³ с двумя ЛПМ, автореверсом, системой поиска фонограмм, электронным расширением стереобазы и другими удобствами. Масса таких магнитол не будет превышать 4 кг. В дальнейшем планируется создание магнитол со встроенными проигрывателями компакт-дисков и цифровым управлением всеми функциями.

В автомобильные магнитолы будут вводиться автоматические системы управления функциями, системы автоматического сканирования программ радиовещания, системы расширения памяти до 20—30 станций, электронные кодовые системы защиты от хищения и др. Особый интерес у автолюбителей вызывает система дорожной информации, внедрение которой у нас в стране очень запаздывает. Актуальность введения этой системы возрастает с каждым годом по мере увеличения интенсивности движения по дорогам. Система дорожной информации предусматривает оперативную передачу сведений о состоянии дорог, путях объезда (при необходимости), введении новых дорог и целый ряд других информационных сообщений. Во многих странах мира такие системы уже действуют. В нашей стране наиболее вероятно будет применяться система, в которой дорожная информация будет передаваться на поднесущей в УКВ-диапазоне без перерывов основного радиовещания. Во избежание помех основному вещанию поднесущая должна находиться в области $55 - 70$ кГц.

Весьма перспективной для использования в движущемся транспорте является система стереофонического радиовещания на средних волнах с АМ.

Основными недостатками стереовещания на УКВ являются ограниченность его радиуса действия и искажения стереосигнала за счет многолучевого распространения. Эти недостатки особенно сказываются при автомобильном приеме, когда при большой скорости перемещения автомобиль быстро переходит из зоны действия одной УКВ-станции в зону действия другой, расположенной по ходу движения. При больших скоростях практически невозможно обеспечить качественный стереоприем без заметных помех, проявляющихся в виде кратковременных щелчков и искажений звука.

К настоящему времени разработаны три системы АМ-стереовещания, в которых отсутствуют недостатки УКВ-ЧМ-стереовещания. Это система с двоичной модуляцией АМ и ЧМ, система с разделением боковых полос и система с квадратурной модуляцией. В первой из них модуляция по амплитуде осуществляется суммой стереоканалов $A + B$, а по фазе или частоте – разностным сигналом $A - B$. Вторая система основана на том, что на одной боковой полосе при АМ передается сигнал A , а по другой – сигнал B . В модифицированной системе с квадратурной модуляцией при передаче складываются три сигнала: немодулированная несущая и продукты балансной модуляции сигналами правого (A) и левого (B) каналов той же несущей, но сдвинутой по фазе. С помощью амплитудного ограничителя из полученного АМ-ФМ-колебания срезаются АМ-составляющая, а ФМ-колебание подается на

передатчик как немодулированная по амплитуде несущая. Срезанная АМ-составляющая детектируется и подается на вход модулятора передатчика. В приемнике суммарный и разностный сигналы выделяются с помощью двух балансных детекторов, работающих со сдвигом на $\pi/2$, т.е. в квадратуре. При существующей элементной базе радиоприемный тракт может быть построен достаточно просто с обеспечением полной совместимости приема моно- и стереопрограмм. Система обладает хорошими шумовыми свойствами, не требует расширения спектра передатчика, лишена некоторых недостатков первых двух систем и является поэтому наиболее вероятной для стандартизации в большинстве стран мира. В настоящее время в ряде стран проводятся испытания этой системы в виде регулярного опытного вещания.

По мере увеличения выпуска кассетных магнитол объем выпуска радиоприемной аппаратуры несколько сокращается. Тем не менее во всеволновых носимых приемниках планируется дальнейшее расширение состава диапазонов КВ до 13 м, введение расширенной памяти и ряда удобств управления на базе синтезатора частоты. Для малогабаритных приемников объемом менее 0,3 дм планируется снижение напряжения питания до 3 В, а затем и до 1,5 В. Это потребует разработки новых микросхем. Предполагается ввести УКВ-диапазон, а для диапазонов КВ до 16 и 13 м — квазисенсорное управление. Разрабатывается система персонального вызова абонента, работающего с портативным приемником. Ведутся работы по созданию портативных маломощных приемопередающих связных станций на УКВ с радиусом действия не более 1-1,5 км. Для этих целей выделяется один из любительских диапазонов.

В новых разработках УЗЧ особое внимание предполагается уделить дальнейшему расширению потребительских удобств и таким параметрам, как динамический диапазон и линейность каналов в диапазоне частот от единиц герц до 50 кГц и выше, что в значительной степени определяет естественность воспроизведения звуковых программ.

Для повышения качества звучания и естественности звуковоспроизведения ряд предварительных, мощных и полных УЗЧ будет выполняться частично или полностью на электровакуумных приборах. Естественно, что такие технические решения приведут к некоторому ухудшению массогабаритных характеристик и снижению предельной долговременной выходной мощности до 40... 50 Вт на канал. Но, как показывает опыт, именно ламповые схемы позволят реализовать усилительный тракт с меньшей глубиной обратных связей и тем самым снизить вероятность возникновения интермодуляционных гармонических искажений высоких порядков. Для таких схемных решений, обеспечивающих значительное снижение паразитных высокочастотных составляющих в

спектре выходного сигнала, характерна пониженная заметность возникновения ограничения по слуховому восприятию. Так, например, по статистическим данным заметность возникновения ограничения в ламповом усилителе средней мощности (20 – 40 Вт) в 4 раза ниже, чем в транзисторном (при прочих равных условиях).

В некоторые типы усилителей планируется ввести встроенные эквалайзеры, в том числе автоматизированные системы со звуковыми процессорами, что даст потребителю дополнительные удобства при работе со звуковой системой.

Предполагается, что в ближайшие годы в результате применения новейших технологий и новой элементной базы существенно повысится надежность всех видов аналоговой радиоаппаратуры. Будут совершенствоваться также цифровые виды БРЭА за счет эффективно развивающихся методов дискретной обработки высокочастотных и звуковых сигналов. На базе этих методов будет формироваться новое поколение цифровой БРЭА, а именно: телевизионное и радиовещание; кассетные магнитофоны; лазерные проигрыватели с компакт-дисками; видеопроигрыватели.

Для реализации возможностей цифровой техники потребуется расширение динамического и частотного диапазонов громкоговорителей.

Лазерные проигрыватели первого поколения широко распространены за рубежом. Начато производство стационарных моделей лазерных проигрывателей и в нашей стране. Однако наибольшие потенциальные возможности имеют проигрыватели с компакт-дисками второго поколения. Это малогабаритные модели, способные работать от автономных источников питания, и в том числе от бортовой сети автомобиля. Освоение подобных изделий в виде модуля, встраиваемого в различные комбинированные устройства, ожидается к середине этого десятилетия и позволит создать такие, например, разновидности БРЭА, как: компакт-дисковые стереомагнитолы; автомобильные комбинированные устройства, включающие в различных сочетаниях радиоприемный тракт, лазерный проигрыватель с компакт-диском, ЛПМ, УЗЧ, бустеры; компактные комбинированные стационарные устройства с лазерными проигрывателями — аналоги современных радиол, электрофонов, магниторадиол, отличающихся использованием вместо аналогового ЭПУ цифрового проигрывателя для воспроизведения компакт-дисков.

Дальнейшим развитием цифровых лазерных проигрывателей будет, видимо, создание устройств записи на диск. В ближайшие 5-7 лет следует ожидать появления на рынке лазерных проигрывателей, работающих на нереверсивном магнитооптическом диске, позволяющем производить однократную цифровую запись. Создание реверсивных магнито-

оптических дисков, обеспечивающих многократную запись, следует ожидать лет через 10—15. Решение проблемы реверсивности дисков пока еще сдерживается сложностью оптических и электронных узлов проигрывателя, сложностью технологии выполнения реверсивного носителя. Создание дискового носителя для многократных циклов «запись — стирание» позволит преодолеть один из основных недостатков цифровых лазерных проигрывателей. Такие диски будут иметь практически неограниченное количество циклов «запись—стирание» (известно, что ленточный магнитный носитель выдерживает только до 200 циклов без заметного ухудшения качества записи).

Аналоговую структуру и динамику развития получают и цифровые видеозвуковые проигрыватели.

Еще одним источником цифровых программ, который будет интенсивно развиваться, является цифровой кассетный магнитофон. Среди важнейших факторов, обеспечивающих предпочтительность этого вида техники перед аналоговыми магнитофонами и электропроигрывателями всех типов, можно выделить:

- высокий уровень основных электрических параметров (полоса частот 20 – 20 000 Гц; динамический диапазон 90 дБ; отношение сигнал-шум более 92 дБ; коэффициент общих гармонических искажений менее 0,005 %; практически полное отсутствие детонации);

- длительность звучания одной кассеты до 150 мин (у компакт-диска до 74 мин);

- поиск требуемого участка фонограммы в 10 раз быстрее, чем в аналоговом магнитофоне;

- размеры кассеты почти вдвое меньше объема стандартной компакт-кассеты.

Следует ожидать, что оба вида цифровых источников звуковых сигналов — лазерные проигрыватели и кассетные магнитофоны — также будут развиваться параллельно, не конкурируя между собой. С одной стороны, это определяется отмеченными преимуществами цифровых магнитофонов и проигрывателей на магнитооптическом носителе, а с другой — возможностями расширения областей применения компакт-дисковых носителей. Эти новые типы носителей информации могут выполнять функции запоминающих устройств для хранения разнообразной видеографической и текстовой информации (включая видеосюжеты, стоп-кадры с изображением или текстовой информацией, емкостью до 20 000 страниц), а также прикладных цифровых программ.

Воспроизведение информации, хранящейся на таких компакт-дисках (в том числе и в интерактивном режиме), будет осуществляться специальными лазерными проигрывателями, оснащенными в простей-

шем варианте декодерами и жидкокристаллическим дисплеем или имеющими в своем составе центральный процессор и операционную систему. Считываемая таким образом информация может использоваться в учебных, бытовых и других информационно-справочных целях.

Интенсивные поисковые работы по созданию твердотельных ЗУ большой емкости (десятки и сотни мегабит), целью которых является замена таких традиционных хранителей информации в ЭВМ, как магнитные диски, позволяют ожидать, что в период до 2005 г. станет возможной техническая реализация твердотельных ЗУ, емкость и конструктивные характеристики которых будут приемлемы для хранения и воспроизведения больших объемов цифровой информации, что сделает возможным создание безкинематических устройств «записи — воспроизведения» звуковых программ достаточной длительности.

Интересны новые направления развития спутникового и цифрового теле- и радиовещания. Для непосредственного спутникового приема выделены следующие полосы частот:

Диапазон, ГГц	Полоса частот, ГГц
2,8	2,95 – 2,7
12	11,5 – 12,5
42	41 – 43
85	84 – 86

Основные эксперименты сейчас проводятся в диапазоне частот 12 ГГц. Прием в этом диапазоне может вестись на параболическую антенну, устанавливаемую на крыше здания или непосредственно над приемником. Такая система вещания через искусственные спутники Земли становится возможной, благодаря открывающимся техническим возможностям, и в частности увеличению мощности передатчиков, размещенных на спутниках, и совершенствованию передающих антенн. Искусственные спутники Земли с передатчиком находятся на так называемой «геостационарной» орбите — 42 тыс. км над экватором. Спутник на этой орбите совершает один оборот вокруг Земли за 24 ч, т. е. остается практически неподвижным для наблюдателя. Три таких спутника обеспечивают зону обслуживания, охватывающую практически весь земной шар.

Реализация вещания через искусственные спутники Земли позволит решить многие вопросы теле- и радиовещания, связанные с расширением зоны обслуживания, выбором и широким обменом программами с другими странами.

Принципиально новым видом источника звукового сигнала в ближайшие годы станет цифровое радиовещание. Так же, как в телевидении, система цифрового радиовещания потребует полной смены и передающего, и приемного оборудования.

Но, несмотря на это, цифровые методы обработки высокочастотных сигналов привлекают все большее внимание исследователей. Цифровое радиовещание может обеспечить практически неискаженное воспроизведение звука (нелинейные искажения в полосе 20 – 16000 Гц не более 0,1 - 0,2%), отношение сигнал/шум 80 дБ, разделение стереоканалов 70 дБ при практически идеальной помехозащите. Значительно возрастает разрешающая способность передачи дополнительной, вспомогательной информации, появится возможность запоминания фрагментов радиопередач, вывода на дисплей или телеэкран «бегущей строки» подключения принтеров и т. д. В ближайшие годы цифровым радиовещанием могут воспользоваться абоненты кабельной системы вещания. К середине этого десятилетия планируется введение спутникового наземного цифрового радиовещания в диапазоне 3 – 30 ГГц.

Успешное развитие новых видов БРЭА в значительной степени определяется техническим уровнем входящих в нее комплектующих изделий. Для современных аналоговых микросхем характерно расширение (удельных на один кристалл) функций, снижение напряжения питания до 0,9 – 1 В и токов потребления до 2 - 3 мА, уменьшение количества внешних дискретных компонентов. Так, например, в микросхему совмещенного АМ/ЧМ-тракта с напряжением питания 1 В входят детектор с ФАПЧ, драйвер УЗЧ, выходы на индикатор и электронную коммутацию и др.

Среди основных направлений развития цифровых БИС – создание однокристалльных программируемых микроконтроллеров, совмещённых с синтезатором частоты и устройством управления индикатором, разработка многофункциональных БИС управления индикатором и т.д.

Значительное внимание предполагается уделить совершенствованию транзисторов для выходных каскадов УЗЧ. Решается задача уменьшения напряжения насыщения коллектор-эмиттер до 0,05 – 0,1 В для повышения КПД выходных каскадов. Широкое распространение получают биполярные транзисторы со встроенной схемой защиты, отключающей транзистор при превышении допустимой мощности рассеяния. Интересны работы по созданию новой линейки мощных полевых элементарных пар с выходной мощностью свыше 20 Вт.

При разработке разного рода индикаторов стремятся к повышению яркости свечения светодиодов при снижении тока потребления, созданию светодиодов голубого свечения, расширению номенклатуры жидкокристаллических дисплеев.

Дальнейшее совершенствование конденсаторов планируется в следующих направлениях: переход на чип-структуры для поверхностного монтажа; разработка новой линейки малогабаритных оксидных конденсаторов взамен дорогостоящих танталовых; существенное улучшение

массогабаритных характеристик; создание конденсаторов, способных работать при значительных импульсных токах (до 5 А) и переменных составляющих напряжений до 25 В. Эти задачи решаются путем создания новых типов особо чистой анодной фольги, неагрессивных по отношению к диэлектрику электролитов, а также ряда других технических решений.

Интенсивно обновляется номенклатура постоянных и переменных резисторов. Становятся общедоступными чип-резисторы для поверхностного монтажа, расширяется номенклатура резистивных и резистивно-емкостных сборок, улучшаются механические характеристики переменных резисторов (плавность хода, уменьшаются усилия вращения, снижаются люфты), расширяется их модификация по конструктивному исполнению и разнообразию функций.

В переключателях в основном стремятся снизить усилия переключения и ввести дополнительные функции. В связи с этим, в частности, получают всё большее развитие псевдосенсорные электронные переключатели с простейшими коммутационными группами. В некоторых типах переключателей вводится световая индикация включения, используются гибкие ленточные тяги, допускающие установку коммутирующих узлов в любом месте монтажа.

Важную роль в обеспечении сквозных характеристик и параметров сопряжения с различными внешними устройствами играют способы электрических соединений, правильный выбор разъемов, соединительных кабелей, соединителей-переходников. Соединители типа ОНЦ, широко использовавшиеся для линейных входов (выходов) общего назначения, постепенно вытесняются симметричными двухполюсными разъемами типа «тюльпан», а для мощных УЗЧ – зажимами под винт или пружину. Следует ожидать, что применяемость соединителя типа ОНЦ для линейных входов (выходов) сохранится лишь для простейших носимых видов БРЭА (магнитофоны, магнитолы, радиоприёмники). Для подключения к аппаратуре телефонов и микрофонов, а также в ряде случаев внешних акустических систем будут использоваться только соединители штекерного типа диаметром 3,5 и 6,3 мм. Для простейших монофонических наушников предназначены штекерные соединители диаметром 2,6 мм.

Следует отметить, что в зарубежной аппаратуре повышенной сложности уже сейчас практикуется дублирование соединителей конкретного назначения. При этом присоединительные параметры с каждого входа обрабатываются автономно. Такое дублирование входов (выходов) гарантирует уверенную стыковку с внешними блоками без ухудшения качества, поскольку применение переходников может повлиять на такие

важные параметры, как уровень фона (шума) помехозащищенность, амплитудно-частотная характеристика, вследствие, например, нарушения точки зануления обратного провода.

Современная видеозвуковая техника уже в настоящее время переоснащается на универсальный соединитель типа «scart», объединяющий все функции-стыковки как по сигналам, так и по цепям управления. В ряде случаев предусматривается дублирование выводов на соединителях ОНЦ, необходимых для подключения выпускаемой аппаратуре.

Новая элементная база в значительной мере будет предопределять ускоренное обновление и расширение номенклатуры новых видов техники, включая системы с цифровой обработкой сигнала. Только жесткая стандартизация стыковочных параметров может гарантировать надежность работы звуковых и видеозвуковых систем при любом сочетании входящих в нее блоков.

Именно этим задачам в течение многих лет подчинена деятельность Технического комитета № 84 Международной электротехнической комиссии, объединяющего усилия многих стран мира по оптимизации входных и выходных параметров всех компонентов звуковой (видеозвуковой) системы и унификации методов их измерений.

Заключение

В рамках небольшого пособия невозможно осветить все аспекты, касающиеся эксплуатации и технического обслуживания сложной БРЭА. К сожалению, по настоящее время нет устоявшихся стандартов на параметры не только однокорпусных, но и блочных видов аппаратуры. Широкое внедрение электроники в аппаратуру связи, фотографии и т.д. ставит все новые проблемы совместимости приемно-усилительной, видео, связной, компьютерной аппаратуры. Применение новых стандартов записи, сжатия и хранения видеозвуковой информации требует совершенствования аппаратуры сопряжения различных стандартов и производства соответствующих соединителей.

Будущее за сложными блочными комплексами БРЭА, в которых должны успешно использоваться компоненты различных времен разработки и изготовления. Понимание комплекса проблем взаимной стыковки позволит максимально эффективно и с наименьшими материальными затратами пользоваться сервисом, представляемым бытовой радиоэлектроникой.

Библиографический список

1. Штейерт Л.А. Входные и выходные параметры бытовой радиоэлектронной аппаратуры. 2-е изд. испр. — М.: Радио и связь, 1995. — 80с.
2. Куликов Г.В. Бытовая аудиоаппаратура. Ремонт и обслуживание: Учебное пособие. — М.: ДМК Пресс, 2001. — 320с.
3. ГОСТ 27418 - 87. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Термины и определения.
4. Банк М.У. Параметры бытовой приёмно-усилительной аппаратуры и методы их измерения. — М.: Радио и связь, 1982.
5. Кононович Л.М. Современный радиовещательный приёмник. — М.: Радио и связь, 1986.
6. Громов Н.В. Телевизоры цветного изображения. — Л.: Лениздат, 1987.
7. Алексеев Ю.П. Бытовая радиоаппаратура и её ремонт: Учебное пособие. 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1984.
8. Козюренко Ю.И. Современные магнитофоны, плееры, диктофоны и наушники. — М.: ДМК, 1999.
9. Колаич Н.И. Ремонт CD-проигрывателей: Принципы работы, типичные неисправности. — М.: Радиотон, 1998.
10. Котунов А.В. Магнитолы зарубежных фирм. — М.: Солон, 1998 (Ремонт, вып. 2)
11. Куликов В.Г. Музыкальные центры. — М.: ДМК, 1999 (Ремонт и обслуживание, вып. 5).
12. Леонов Л.Н., Дубровский Н.Ф. Основы технической эксплуатации бытовой радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов. — М.: Ленпромбытгиздат, 1991.
13. Маслов А.А., Сахаров О.Н. Аналого-цифровые микропроцессорные устройства. — М.: Изд - во МАИ, 1991.
14. Микросхемы для аудио и радиоаппаратуры. — М.: Додека, 1997 (Энциклопедия ремонта, вып. 7).
15. Пучков Н.А. Зарубежные интегральные микросхемы и их отечественные аналоги. Справочник. — М.: Машиностроение, 1993.

Байлов Владимир Васильевич
Плаксиенко Владимир Сергеевич

БЫТОВАЯ РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА

Учебное пособие

Ответственный за выпуск Плаксиенко В.С.

Редактор Проценко И.А.

Корректоры: Надточий З.И., Селезнева Н.И.

ЛР №020565 от 23 июня 1997 г. Подписано к печати
28.10.2005 г.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Усл. п. л. – 7,0. Уч.-изд. л. 6,9.

Заказ №

Тираж 100 экз.

“С”

Издательство Таганрогского государственного радиотехнического
университета

ГСП 17А, Таганрог, 28, Некрасовский, 44

Типография Таганрогского государственного радиотехнического
университета

ГСП 17А, Таганрог, 28, Энгельса, 1