УЧЕБНИК

Серия «Учебник»

**Куликов Г. В.**

# БЫТОВАЯ АУДИОАППАРАТУРА

## Ремонт и обслуживание

**Учебное пособие**

*Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки специалистов «Радиотехника»*

ДМК Пресс
издательство

**Москва**

Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки специалистов «Радиотехника».

**ББК 32.844я73**
**К90**

**Куликов Г. В.**

К90 Бытовая аудиоаппаратура. Ремонт и обслуживание: Учебное пособие – М.: ДМК Пресс. – 320 с.: ил. (Серия «Учебник»).

**ISBN 5-94074-045-6**

Рецензент: д.т.н., проф. Смольский С. М.

В книге излагаются принципы построения основных функциональных узлов современной бытовой аудиоаппаратуры отечественного и зарубежного производства: тюнеров, магнитофонов, проигрывателей компакт-дисков, низкочастотных трактов, систем управления и источников питания. Рассматриваются основные параметры, характеризующие качество функционирования бытовой аудиоаппаратуры, анализируются применяемые в ней схемотехнические решения и приводится информация об элементной базе ведущих мировых производителей. При анализе каждого функционального узла дается методика проведения регулировочных и ремонтных работ.

Книга предназначена для студентов высших учебных заведений, учащихся специальных учебных заведений, специалистов, занимающихся ремонтом бытовой радиоаппаратуры, для конструкторов электронной техники и радиолюбителей.

ББК 32.844я73

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 5-94074-045-6

© Куликов Г. В.
© ДМК Пресс

# СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений ..... 7

**1. Методы поиска неисправностей бытовой радиоэлектронной аппаратуры** ..... 9

1.1. Метод анализа монтажа ..... 10
1.2. Метод измерений ..... 11
1.3. Метод замены ..... 12
1.4. Метод эквивалентов ..... 12
1.5. Метод исключения ..... 12
1.6. Метод электрического воздействия ..... 13
1.7. Метод механического воздействия ..... 13
1.8. Метод электропрогона ..... 14
1.9. Метод последовательного контроля ..... 14
1.10. Метод половинного деления схемы ..... 15
Контрольные вопросы к главе 1 ..... 16

**2. Радиоприемные тракты** ..... 17

2.1. Функциональные возможности современных радиоприемников ..... 17
2.2. Виды радиовещательных сигналов ..... 18
2.3. Технические характеристики радиоприемных трактов ..... 22
2.3.1. Чувствительность радиоприемника ..... 22
2.3.2. Избирательность радиоприемника ..... 23
2.3.3. Искажения сигналов ..... 24
2.4. Обобщенная структурная схема радиоприемного тракта ..... 25
2.5. Схемотехника радиоприемных трактов ..... 35
2.5.1. Микросхемы для додетекторной обработки сигналов ..... 36
2.5.2. Цифровые синтезаторы частоты ..... 46
2.5.3. Стереодекодеры ..... 49
2.5.4. Микросхемы и интегральные модули для стереофонических АМ/ЧМ приемников ..... 55
2.5.5. Декодеры системы RDS ..... 61
2.5.6. Примеры построения тюнеров ..... 63
2.6. Особенности конструкции радиоприемных трактов ..... 72
2.7. Настройка и регулировка узлов радиоприемных трактов ..... 73
2.7.1. Измерительные приборы и вспомогательные средства ..... 73
2.7.2. Методика проведения регулировок в радиоприемных трактах ..... 75
2.8. Ремонт радиоприемных трактов ..... 82
Контрольные вопросы к главе 2 ..... 86

**3. Магнитофоны** ..... 87
3.1. Функциональные возможности современных магнитофонов ..... 87
3.2. Магнитные ленты и головки ..... 88
3.2.1. Магнитные ленты ..... 89
3.2.2. Магнитные головки ..... 96
3.3. Технические характеристики магнитофонов ..... 98
3.3.1. Рабочий диапазон частот ..... 98
3.3.2. Скорость движения ленты ..... 99
3.3.3. Искажения сигналов ..... 99
3.3.4. Отношение сигнал/шум и динамический диапазон ..... 100
3.4. Системы шумопонижения ..... 100
3.4.1. Динамический ограничитель шума ..... 101
3.4.2. Системы шумопонижения Dolby ..... 104
3.5. Структурная схема магнитофона ..... 109
3.6. Схемотехника современных магнитофонов ..... 114
3.6.1. Микросхемы для построения усилителей воспроизведения ..... 114
3.6.2. Микросхемы для построения усилителей записи ..... 120
3.6.3. Микросхемы для построения полных трактов записи/воспроизведения ..... 122
3.6.4. Микросхемы для построения систем шумопонижения ..... 127
3.6.5. Генераторы тока стирания/подмагничивания ..... 133
3.6.6. Схемы управления лентопротяжным механизмом ..... 136
3.6.7. Пример построения магнитофонной панели ..... 137
3.7. Особенности конструкции магнитофонов ..... 146
3.8. Настройка и регулировка магнитофонов ..... 153
3.8.1. Измерительные приборы и вспомогательные средства ..... 153
3.8.2. Методика проведения регулировок в магнитофонах ..... 153
3.9. Ремонт магнитофонов ..... 160
Контрольные вопросы к главе 3 ..... 165
**4. Проигрыватели компакт-дисков** ..... 167
4.1. Функциональные возможности проигрывателей компакт-дисков ..... 167
4.2. Оптический принцип считывания информации с компакт-диска ..... 168
4.2.1. Структура компакт-диска ..... 168
4.2.2. Устройство оптического адаптера ..... 170
4.3. Основные принципы записи информации на компакт-диск ..... 173
4.4. Обобщенная структурная схема проигрывателя компакт-дисков ..... 176
4.4.1. Тракт обработки информационного сигнала ..... 178
4.4.2. Тракт обработки сервосигналов ..... 183
4.5. Схемотехника проигрывателей компакт-дисков ..... 186
4.5.1. Процессоры сервосигналов ..... 186
4.5.2. Цифровые процессоры сигналов и цифро-аналоговые преобразователи ..... 193
4.5.3. Фильтры нижних частот ..... 201

4.5.4. Схемы управления катушками сервосистем и электродвигателями ..... 201
4.5.5. Пример построения проигрывателя компакт-дисков ..... 206
4.6. Особенности конструкции проигрывателей компакт-дисков ..... 212
4.7. Настройка и регулировка проигрывателей компакт-дисков ..... 216
4.7.1. Измерительные приборы и вспомогательные средства ..... 217
4.7.2. Встроенные тестовые режимы ..... 218
4.7.3. Методика проведения электрических регулировок в проигрывателях компакт-дисков ..... 223
4.7.4. Механические регулировки в проигрывателях компакт-дисков ..... 227
4.8. Ремонт проигрывателей компакт-дисков ..... 229
4.8.1. Электромеханические неисправности ..... 229
4.8.2. Электрические неисправности ..... 231
Контрольные вопросы к главе 4 ..... 232
**5. Низкочастотные тракты обработки сигналов** ..... 234
5.1. Функциональные возможности современных низкочастотных трактов ..... 234
5.2. Технические характеристики низкочастотных трактов обработки сигналов ..... 235
5.2.1. Рабочий диапазон частот ..... 235
5.2.2. Выходная мощность и чувствительность ..... 236
5.2.3. Коэффициент усиления по напряжению и по мощности ..... 236
5.2.4. Нелинейные искажения ..... 236
5.2.5. Динамический диапазон ..... 237
5.3. Структурная схема низкочастотного тракта обработки сигналов ..... 237
5.4. Схемотехника низкочастотных трактов обработки сигналов ..... 239
5.4.1. Коммутаторы сигналов ..... 239
5.4.2. Схемы регулировки громкости и баланса ..... 243
5.4.3. Схемы регулировки тембра ..... 248
5.4.4. Микросхемы для комплексной регулировки параметров НЧ сигналов ..... 252
5.4.5. Системы улучшенного воспроизведения низких частот ..... 256
5.4.6. Системы объемного звучания ..... 259
5.4.7. Схемы обработки сигналов микрофона ..... 261
5.4.8. Схемы выходных усилителей мощности ..... 265
5.4.9. Примеры построения низкочастотных трактов обработки сигналов ..... 270
5.5. Настройка и регулировка низкочастотных трактов обработки сигналов ..... 278
5.5.1. Измерительные приборы и вспомогательные средства ..... 278
5.5.2. Электрические проверки ..... 278
5.6. Ремонт низкочастотных трактов обработки сигналов ..... 280
Контрольные вопросы к главе 5 ..... 282
**6. Системы управления** ..... 284
6.1. Функциональные возможности систем управления бытовой аудиоаппаратуры ..... 284

6.2. Структурная схема системы управления ..... 285
6.3. Схемотехника систем управления ..... 287
6.3.1. Системные и местные контроллеры ..... 287
6.3.2. Клавиатуры управления ..... 291
6.3.3. Системы дистанционного управления ..... 293
6.3.4. Устройства индикации ..... 295
6.3.5. Спектроанализаторы ..... 297
6.3.6. Пример построения системы управления ..... 298
6.4. Ремонт систем управления ..... 302
Контрольные вопросы к главе 6 ..... 303

**7. Источники питания** ..... 304

7.1. Структурные схемы источников питания ..... 304
7.2. Схемотехника источников питания ..... 305
7.2.1. Силовые трансформаторы ..... 305
7.2.2. Выпрямители ..... 306
7.2.3. Стабилизаторы напряжения ..... 308
7.2.4. Преобразователи напряжения ..... 311
7.2.5. Пример построения источника питания ..... 311
7.3. Настройка и регулировка источников питания ..... 313
7.3.1. Измерительные приборы и вспомогательные средства ..... 313
7.3.2. Методика проведения проверок в источниках питания ..... 314
7.4. Ремонт источников питания ..... 315
Контрольные вопросы к главе 7 ..... 316

**Список литературы** ..... 317

# СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

| | |
|---|---|
| АЛУ | арифметико-логическое устройство |
| АМ | амплитудная модуляция |
| АПЧ | автоматическая подстройка частоты |
| АРУ | автоматическая регулировка усиления |
| АРУЗ | автоматическая регулировка уровня записи |
| АЦП | аналого-цифровой преобразователь |
| АЧХ | амплитудно-частотная характеристика |
| БИС | большая интегральная схема |
| ВУ | входное устройство |
| ВЧ | высокая частота |
| ГСП | генератор тока стирания и подмагничивания |
| ГУН | генератор, управляемый напряжением |
| ДВ | длинные волны |
| ДПКД | делитель с переменным коэффициентом деления |
| ДПФ | двухконтурный полосовой фильтр |
| ДУ | дистанционное управление |
| ЗУПВ | запоминающее устройство с произвольной выборкой |
| ИК | инфракрасный |
| ИМС | интегральная микросхема |
| ИОН | источник опорного напряжения |
| КВ | короткие волны |
| КПД | коэффициент полезного действия |
| КСС | комплексный стереосигнал |
| ЛПМ | лентопротяжный механизм |
| МЭК (IEC) | международная электротехническая комиссия |
| НЧ | низкая частота |
| ОГ | опорный генератор |
| ОЗУ | оперативное запоминающее устройство |
| ОУ | операционный усилитель |
| ПЗУ | постоянное запоминающее устройство |
| ПЧ | преобразователь частоты, промежуточная частота |
| РЭА | радиоэлектронная аппаратура |
| СВ | средние волны |
| У | усилитель |
| УВ | усилитель воспроизведения |
| УЗ | усилитель записи |
| УКВ | ультракороткие волны |
| УНЧ | усилитель низкой частоты |
| УПТ | усилитель постоянного тока |
| УПЧ | усилитель промежуточной частоты |
| УРЧ | усилитель радиочастоты |
| УУН | усилитель, управляемый напряжением |

| | |
|---|---|
| ФАПЧ | фазовая автоподстройка частоты |
| ФВЧ | фильтр верхних частот |
| ФД | фазовый детектор |
| ФНЧ | фильтр нижних частот |
| ФСС | фильтр сосредоточенной селекции |
| ФЧХ | фазо-частотная характеристика |
| ЦАП | цифро-аналоговый преобразователь |
| ЦПС | цифровой процессор сигналов |
| ЧАПЧ | частотная автоподстройка частоты |
| ЧД | частотный детектор |
| ЧМ | частотная модуляция |
| ЧФД | частотно-фазовый детектор |
| ШИМ | широтно-импульсная модуляция |
| ЭДС | электродвижущая сила |

| | |
|---|---|
| CD | компакт-диск |
| CIRC | кодирование с применением метода перекрестного контроля избыточности |
| DNL | динамический ограничитель шума |
| DVD | цифровой видеодиск |
| FM | частотная модуляция |
| EFM модуляция | преобразование 8-разрядных кодов в 14-разрядные канальные коды |
| I2C | последовательный интерфейс для передачи информации |
| L | левый |
| LW | длинные волны |
| MASH | многоступенчатое преобразование шума |
| MW | средние волны |
| R | правый |
| RDS (SDK, ARI) | система радиоинформации |
| SW | короткие волны |

# 1. 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. 1.1.

*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.

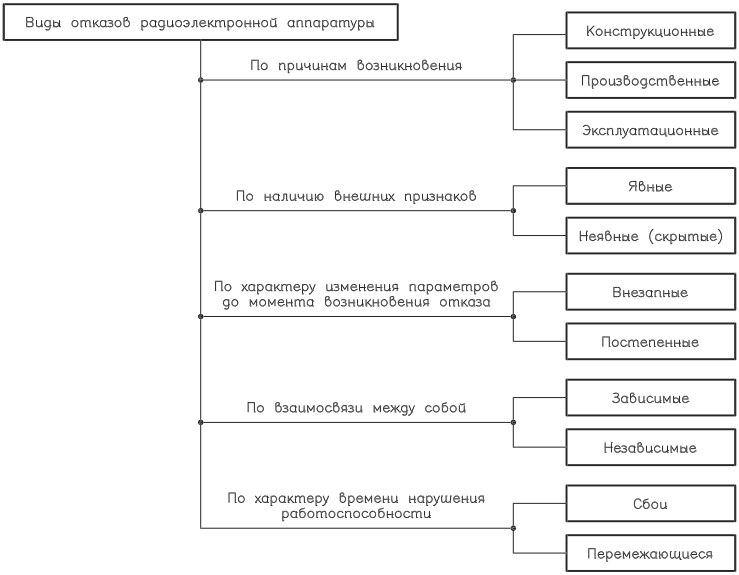



**Рис. 1.1.** Классификация видов отказов радиоэлектронной аппаратуры

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.

## 1.1. 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 паек 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.