

# Радио хобби

Журнал для радиолюбителей,  
аудиофилов и пользователей ПК

№ 2 (14) / АПРЕЛЬ 2000

Совместное издание с  
Лигой радиолюбителей Украины  
Издается с февраля 1998 г.



**Главный редактор**  
Николай Сухов

## Редакционная коллегия

Георгий Божко (UT5ULB)  
Александр Егоров  
Евгений Лукин  
Всеволод Марценюк  
Евгений Музыченко  
Олег Никитенко  
Александр Провозин  
Александр Торрес  
Георгий Члиянц (UY5XE)  
Владимир Широков

## Адрес редакции

Украина, 03190, Киев-190, а/я 568  
Тел./факс: (044) 4437153  
E-mail: radiohobby@mail.ru  
Fido: 2:463/197.34  
BBS: (044) 2167171 с 19<sup>00</sup> до 9<sup>00</sup>  
<http://www.radiolink.net/radiohobby>  
<http://welcome.to/radiohobby>  
<http://www.radiohobby.ldc.net>  
<http://radiohobby.da.ru>

## Распространение

по подписке в любом отделении связи:

**Украина** - по «Каталогу періодичних  
видань України» УОПЗ Укрпошта,  
**индекс 74221**  
цена подписки на II полугодие 2000 г.  
17 грн. 25 коп.

**Россия и другие страны СНГ, Литва,  
Латвия, Эстония** - по каталогу «Газеты  
и журналы» агентства Роспечать,  
**индекс 45955**  
цена подписки на II полугодие 2000 г.  
99 руб. РФ

**Дальнее зарубежье** - по каталогу  
«Russian Newspapers & Magazines  
2000» агентства Роспечать, \$21

Выражаем благодарность всем авторам за их  
мысли и идеи и всем подписчикам за доверие и  
материальную поддержку журнала

Редакция может не разделять мнение авторов и не  
несет ответственности за содержание рекламы

© «Радио хобби». Копирование материалов без  
письменного разрешения редакции запрещено. При  
цитировании обязательна полная библиографическая  
ссылка с указанием названия и номера журнала

Подписано к печати 04.04.2000 г.  
Отпечатано на журнальном комплексе издательства  
«Преса України», м.Київ, вул. Героїв космосу, 6  
Тираж 8700 экз.

Заказ № 0130018, цена договорная  
Учредитель и издатель ООО «Эксперт»  
Журнал выходит шесть раз в год  
60х84/8 бум. форм., 7,44 усл.печ.л., 13,2 уч.-изд.л.  
Зарегистрирован Госкомитетом Российской  
Федерации по печати 25.06.97 г., свид. №016258  
Зарегистрирован Министерством информации  
Украины 11.06.97 г., свид.серия KB №2678

# СОДЕРЖАНИЕ

## 2 Новая техника и технология: ИНТЕРНЕТ-обзор

1 ГГц взят, материнская плата с интегрированным FireWire, Windows 2000, «дыра» в The Bat!, эсперанто для ИНТЕРНЕТа, страхование WEB-сайтов, синтезатор запахов iSmell, ручной микросканер и сканер-переводчик, адаптер Voquette для записи файлов на MD-плееры, MP3-плеер на 83 часа музыки, интерактивный цифровой аудиоплеер eGo, MP3-плеер Rome в габаритах компакт-кассеты, мультимедийная акустика JBL, сверхплоский прозрачный громкоговоритель NXT SoundVu, телемедиателефон Nokia, ИМС с рабочим напряжением 0,75 В, дельта-сигма ЦАП для Super Audio CD, аналоговые мультимплексоры с малым сопротивлением, ИМС ШИМ БП

## 6 DX-клуб «Радио хобби» ..... А.Егоров

## 7 Загадки эфира ..... А.Костюкевич

## 8 Апрельские тезисы

Прикладная мерфология и юмористическая смехотехника

## 10 Дайджест зарубежной периодики

Однотактный ламповый УНЧ на лучевом тетроде, гибридный лампово-полевой УНЧ мощностью 54 Вт с трансформаторной межкаскадной связью, мощный автомобильный УНЧ, САДП с модулятором на оптроне, динамический компрессор с расширенным диапазоном входных сигналов, адаптер для Nintendo 64, аппаратный «антизависатор» для ПК, контроллер для беспроводного ввода «бегущей строки», Си-Би радиостанция, трансвертер для 2 м, цифровой речевой магнитофон, калибратор, антенна на 7 МГц с переключаемой на 8 направлений диаграммой направленности, «коаксиальный» диполь и другие наиболее интересные устройства из двух десятков свежайших зарубежных журналов

## 21 Аттенуатор мощности передатчика ..... И.Григоров

## 22 Многодиапазонная вертикальная антенна ..... Э.Гуткин

## 29 Антенное согласующее устройство ..... С.Клименко

## 29 Вместо тумблера - реле, вместо КПЕ - резистор ..... И.Григоров

## 30 Радиостанция Kenwood TH-D7E ..... Б.Витко

## 31 Минисправочник - аналоговые перемножители

## 35 Барьерные генераторы ВЧ на биполярных транзисторах ..... В.Артемченко

## 35 Параллельное включение КР142ЕН12А ..... Ю.Каранда

## 36 Помехозащищенные антенны на основе фильтров НЧ и ВЧ ..... В.Андрианов

## 38 «Польские» антенны на Подолье ..... Н.Горейко

## 39 Как перестроить звук в видеоманитфоне под наш стандарт ..... О.Агарков

## 40 Комплекс для измерения сверхнизких нелинейных искажений ..... Е.Лукин

## 42 Схемотехника и ноу-хау от Nakamichi: кассетный магнитофон BX-1

## 44 Секреты ламповой High-End технологии ..... С.Симулкин

## 48 FAQ по пассивным компонентам для High-End аудиотехники

## 49 Высоколинейный УМЗЧ с внутренним истоковым повторителем ... О.Папуш

## 50 Суперсабвуфер ..... В.Марценюк

## 51 УМЗЧ с раскачкой по шинам питания ОУ ..... Н.Асенов

## 52 Почём ПЕНТИУМ для народа ..... В.Марценюк

## 52 Самое простое решение «Проблемы-2000» ..... А.Шевченко

## 52 Перевод файлов PCAD в графический формат GIF ..... С.Сакевич

## 55 Универсальный контроллер CD-ROM-магнитофон с ДУ ..... А.Торрес

## 57 Программатор микроконтроллеров Atmel MCS51 ..... С.Суков, С.Дворник

## 61 DTMF-система ДУ на основе радиотелефона ..... В.Василенко

## 64 Повышение надёжности «закордонного» утюга ..... К.Коломойцев

## НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Ожидавшееся ближе к лету событие в компьютерном мире на деле произошло 6 марта. В этот день фирма AMD (<http://www.amd.ru>) объявила о начале поставок процессора **Athlon™** с тактовой частотой **1 ГГц** для компьютеров Compaq, IBM и Gateway и тем самым вошла в историю подобно первому сверхзвуковому самолету, пусть и всего-то на несколько дней, но так обогнав своего ближайшего конкурента Intel. Athlon-рекордсмен, как и другие (900 и 950 МГц) новые модели процессоров AMD Athlon, производятся по 0,18-микронной технологии с алюминиевыми проводниками на заводе Fab25 в г.Остин (шт.Техас, США). В ответ 9 марта Intel (<http://www.intel.ru>) объявила о начале ограниченных поставок **Pentium® III 1 ГГц** (так-



структиве Socket 370 и поэтому может стать анти-Celeron-ом, поскольку VIA планирует продавать его по цене от \$40.



же производимого по 0,18-мкм технологии) для Compaq, Fujitsu Siemens Computer, Hewlett-Packard и Bull, причем сразу по существенно меньшей цене - 1000\$ против 1299\$ у Athlon. Гигагерцовый Athlon работает при частоте системной шины 200 МГц (базирующейся на шинном протоколе Alpha™ EV6), в то время как Pentium III - только 100 или 133 МГц, но последний имеет встроенную кэш-память второго уровня объемом 512К, поэтому в некоторых приложениях более высокую производительность показывает Athlon, а в других - Pentium III. Впрочем, наследник Athlon - процессор Thunderbird - тоже будет иметь интегрированный кэш второго уровня.

С другой стороны - стороны недорогих процессоров - Intel Celeron и AMD K6-2+ (22 февраля AMD объявила о начале поставок **AMD K6-2+ 550 МГц**, производимого по 0,25-мкм технологии) могут скоро встретиться с конкурирующим процессором традиционно «чипсетовой» тайваньской фирмы VIA (<http://www.via.com.tw>), купившей в прошлом году двух аутсайдеров процессорного рынка - Cyrix (ранее принадлежавшей National Semiconductor) и Centaur (IDT).

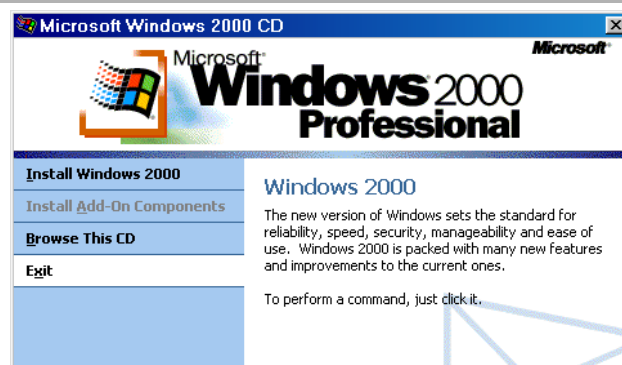
Выпущенный VIA в феврале 450PR-МГц (<http://www.ugeek.com/procspec/cyrix/cayenne.htm>) процессор **Joshua/Gobi (Cyrix III)** изготoвлен по 0,18-мкм технологии, имеет встроенные 64 КБ кэша первого и 256 КБ кэша второго уровня (вдвое больше, чем у Celeron), поддерживает инструкции 3DNow и работает с системной шиной 133 МГц (против 100 МГц у AMD K6-2+ и 66 МГц у Celeron). Joshua выполнен в «Celeron-овском» кон-



структиве Socket 370 и поэтому может стать анти-Celeron-ом, поскольку VIA планирует продавать его по цене от \$40.

Фирма ASUS (<http://www.asus.com.tw>) выпустила первую **материнскую плату ASUS P3B-1394** с встроенным высокоскоростным интерфейсом **IEEE 1394 (FireWire)**. Этот интерфейс незаменим для высококачественного видеозахвата и видеомонтажа и ранее был доступен только для профессионалов посредством специальных карт расширения (ценой от \$500 и выше). Ныне цифровое видео профессионального качества становится значительно более доступным - новая материнская плата стоит чуть больше \$200. P3B-1394 поддерживает частоты системной шины 66 и 100 МГц и предназначена для процессоров Pentium II, Pentium III и Celeron. Собственно интерфейс организован на двух IMC Texas Instruments - TSB12LV22 и TSB41LV03.

Новая операционная система **WINDOWS 2000** официально выпущена в свет фирмой Microsoft 17 февраля, несмотря на то, что в ее базовом коде остались неисправленными около 63 тысяч ошибок. Это не так уж и много, если учесть, что собственно программный код WINDOWS 2000 имеет объем 40 миллионов строк (то есть в среднем каждая семисотая строка содержит ошибку; для сравнения: одна журнальная страница текста содержит примерно 9000 знаков и при такой частоте ошибок может иметь 12 опечаток. В нашем журнале частота опечаток на порядок, а то и два меньше ;-), однако, обозреватели отмечают, что корпо-



ративная ОС должна быть в первую очередь надежной и безопасной. Как сообщает «Время МН», MS Windows 2000 привлекла пристальное внимание специалистов немецкого федерального ведомства по безопасности для информационного общества. Дело в том, что в ее разработке принимала участие американская фирма Executive Software, глава которой Крэйг Йенсен известен активным участием в секте сайентологов. Учитывая это, немцы решили подвергнуть систему проверке: не будет ли она пытаться «подпольно» копировать и несанкционированно передавать данные третьим лицам. Иными словами, сыщики не исключают, что Windows 2000, предназначенная главным образом для коммерческих пользователей, окажется способной заниматься побочным «бизнесом» - шпионажем. 750 тысяч добровольцев, принимавших участие в тестировании бета-версий WINDOWS 2000, отмечают, что новая ОС более стабильна, чем WINDOWS 98, но в сравнении с WINDOWS NT 4 пока такого сказать нельзя. Минимальные требования WINDOWS 2000 Pro к оборудованию: Pentium 133 МГц, ОЗУ 64 МБ (для достижения прироста производительности крайне желательно 128 МБ), инсталляция занимает на винчестере 650 МБ. Глубокое разочарование ждет любителей компьютерных игр: мультимедийные драйверы WINDOWS 2000 (по крайней мере, пока) не поддерживают аппаратное ускорение OpenGL. Для корректной поддержки ряда функций (в частности, управления питанием) требуется обновление BIOS материнской платы. Наконец, список совместимого периферийного оборудования (его можно найти на <http://www.microsoft.com/windows2000/upgrade/compat/>) пока еще скудноват, да и не всякое программное обеспечение, нормально функционировавшее под WINDOWS 98, будет работать под WINDOWS 2000. Розничная цена самого простого варианта WINDOWS 2000 Pro \$319.

Новая версия ПО для работы в Интернете **Netscape Communicator 4.72** (Netscape Communications Corporation теперь принадлежит концерну America On Line) сертифицирована для работы с WINDOWS 2000 и содержит 170 усовершенствований, в частности, повышены стабильность при работе в окне браузера и почтового клиента, а также вдвое ускорен поиск (<http://dws-www1.netcenter.com>).

А вот в популярной почтовой программе **The Bat!** компании Ritlabs ([http://www.ritlabs.com/the\\_bat](http://www.ritlabs.com/the_bat)) обнаружена опасная проблема.



При сохранении вложенных файлов отдельно от письма The Bat! добавляет к письму заголовок X-BAT-FILES: . Подставив такой заголовок в письмо, можно подsunуть пользователю его собственный локальный файл вместо вложенного в письмо. При форвардинге письма этот файл будет переслан, а при определенных условиях будет удален The Bat! вместе с письмом. Используя X-BAT-FILES: c:\cop\cop можно вообще вывести удаленный компьютер с Windows 95/98 из строя.

Созданный в конце прошлого века искусственный язык «эсперанто» так и не получил широкого распространения как универсальное средство международного общения. Теперь японские специалисты занялись разработкой своего рода «эсперанто для Интернета»: в Институте передовых исследо-



ваний при Токийском университете ООН идет работа над созданием универсального сетевого языка «UNL» (**Universal network language**). Разработчики намерены обеспечить любому пользователю Интернета, вне зависимости от того, в какой из стран-членов ООН он живет и на каком языке говорит, возможность читать тексты, написанные в любой другой стране (опять же входящей в ООН). Попадая в Интернет, исходный текст будет автоматически кодироваться в стандарте «UNL», а затем - с помощью соответствующего декодера - переводиться на тот или иной национальный язык. По замыслу разработчиков, эта технология должна функционировать уже через 5 лет, передает Deutsche Welle.

В Великобритании создан первый пункт **бесплатной отправки электронной почты** для всех желающих, а всего по стране планируется создать более 2000 таких пунктов системы FREEMAIL.

На выставке «CeBIT-2000», проходившей в Германии, фирма X-traWeb, которая является дочерним предприятием компании World Wireless Communications (<http://www.worldwireless.com>), продемонстрировала миниатюрную камеру **X-Cam**, которая имеет свой собственный **Web-сервер**.

В ответ на участвовавшие в последнее время «взломы» крупных коммерческих сайтов, приносящие многомиллионные убытки, компания Axiom Technologies (<http://www.axiom.com>) совместно со страховой группой JS Wurzel Underwriting Managers открыла, по ее заявлению, первую в мире **службу страхования и защиты Web-сайтов**.

**Прослушайте WEB-сайт по телефону.** Компания Lernout & Hauspie (<http://www.lhs.com>), специализирующаяся на программном обеспечении



для распознавания и синтеза речи (L&H RealSpeak™), представила на конференции Demo 2000 прототип телефона, существенно упрощающего пользователю ознакомление с Web-страницами, но «в аудио-режиме».

Компания DigiScents Inc. из Окленда, США (<http://www.digiscents.com>), разработала **аппаратный синтезатор запахов iSmell** и программный пакет ScentStream Software для разработчиков - ScentWare Developers Kit, с помощью которых на базе 128 базовых запахов, создаваемых испарением специальных веществ, путем смешивания в требуемых пропорциях можно синтезировать миллионы запахов. Так что скоро через Интернет можно будет не только увидеть и услышать, но и понюхать.

**C Pen 200** - сканирующее перо - «карликовое» устройство в виде ручки, обеспечивающее считывание, распознавание и запоминание текста. Ручка



имеет сканер, мощный распознаватель текста, объемную память и инфракрасный модуль для передачи информации. В ней имеется цифровая видеокамера, интеллектуальный процессор на 100 МГц, ОЗУ на 512 КБ и двухстрочный ЖКИ. Инфракрасная связь работает со скоростью 115 Кб/с по стандарту IrDA, сканер считывает со скоростью 15 см/с. На дисплее отображается используемый в данный момент режим работы. Управление осуществляется тремя клавишами. Имеется режим «адресной книжки», когда информация считывается с визитной карточки и в дальнейшем передается в память компьютера. С помощью инфракрасной системы связи считываемый текст может сразу передаваться на компьютер и отображаться на его мониторе. В режиме «записной книжки» текст запоминается в 2-МБ флэш-память, если поблизости нет компьютера. За 499 DM вы получаете легкий (80 г.) ручной (140x35x24 мм) сканер от фирмы C Technologies US Inc. (<http://www.cpen.com>), способный запомнить 100 страниц текста (в модификации C Pen 600 - 2000 страниц). Питается от 2-х батарей типа AAA, которых хватает на 3-4 недели.

Аналогичная технология применена в англо-русском сканирующем переводчике **Quicktionary** (<http://www.itkom.com.ua/newprod.htm>). В дополнение к ручному сканеру и распознавателю текста в это портативное (163x36x24 мм, вес без ба-

тарей 90 г.) устройство введен англо-русский словарь-переводчик на 29 тысяч словарных статей, более 260 тысяч идентифицируемых слов и 15800 выражений. ЖКИ дисплей имеет разрешение 122x32 точки - 3 строки по 15 знаков, разрешение сканера - 300 dpi; размер сканируемых букв - 8-14 ед.; длина сканирования (макс.) - 5 см; скорость сканирования (макс.) - 40 мм/сек. В качестве языка меню можно выбрать как английский, так и русский. Функциональные возможности: перевод с английского языка на русский сканированных слов; просмотр последних 75 сканирований; просмотр соседних слов в словаре; ввод нового слова с помощью кнопок или оптикарты. Питание - 4,5 В (три батарейки типа AAA).

Флэш-память, применяемая в «твердотельных» MP3-плеерах, очень дорогая (около \$80 для записи примерно часовой программы), что сдерживает их широкое распространение и активизирует поиск других носителей для хранения MP3-файлов. Компания **Voquette** (<http://www.voquette.com>) разработала адаптер **MiniDisc NetLink Adapter** и программный менеджер Voquette Media Manager (Windows 95, 98 или



NT), значительно расширяющие область применения MD-аудиоплееров. При стыковке с ПК этот комплект (цена \$49,95) позволяет записывать и воспроизводить на MD (цена одного минидиска MD чуть больше \$3) звуковые файлы любого формата - MP3, RealAudio, Windows Media, wav и др. Более того, оказывается возможным записывать и файлы незвуковых форматов - текстовые, e-mail, Word, html и даже воспроизводить их «голосом» посредством встроенного в адаптер синтезатора речи! Фирма Sharp уже выпускает линейку MD-плееров, которые поддерживают подключение такого адаптера, это модели MD-MT15, MD-MS701/702, MD-MS722 и MD-MT821.

Портативный MP3-плеер **PJB 100** (Personal JukeBox) корейской фирмы HanGo, dba Remote Solution (<http://www.mp3factorydirect.com/pjbspec.htm>) позволяет записывать до 82 часов музыки (примерно 1200 песен или 100 аудиоCD), имеет габариты 150x80x26 мм и весит 280 г. Он содержит цифровой 24-разрядный сигнальный процессор Motorola XC56309PV80 (33 МГц), обеспечивающий MP3-кодирование и декодирование по алгоритму Fraunhofer IIS при любых MPEG-1 Audio Layer-3 ISO бит-



рейтах вплоть до 320 Кб/с. Связь с компьютером осуществляется по интерфейсу USB, причем программное обеспечение может выполнять прямую цифровую передачу аудиоданных с CD (интегрирован также доступ к базе CDDb в Интернет). Для хранения информации использован 4,86 Гб 2,5-дюймовый микровинчестер IBM толщиной 9,5 мм, причем диск включается на короткое время раз в 10 минут, а буферизация считанных данных выполняет 12 Мб DRAM ОЗУ. Такое построение значительно повышает экономичность: миниатюрного литий-ионного аккумулятора (3,6 В / 1350 мА · ч) хватает на 10 часов непрерывной работы. Аудиопараметры: сигнал/шум 90 дБ, полоса 20 Гц - 20 кГц, коэффициент гармоник 0,1%, выходная мощность на наушники сопротивлением 32 Ома - 50 мВт. Хорошо продуманная 6-кнопочная система управления с индикацией на ЖКИ-матрице 128x64 пиксела позволяет программировать «виртуальные диски» (плей-листы). Цена PJB 100 довольно «кусачая» - \$749, правда, в комплект входят высококачественные наушники фирмы KOSS.

Компания i2Go.com (<http://www.i2go.com>) свой плеер eGo® называет «первым интерактивным цифровым аудиоплеером», максимально приспособленным к применению в автомобиле. Он крепится двумя «присосками» к лобовому стеклу (примерно как антирадар) и позволяет воспроизводить MP3-файлы как на встроенный динамик, так и наушники. Питание можно осуществлять как от двух элементов AA (до 9 часов на литиевых и до 5 часов на Alkaline, или до 4 часов на аккумуляторах), так и через DC-адаптер -

от «прикуривателя». Управление и редактирование плей-листов выполняет x86-процессор с операционной системой реального времени (индикация режимов и часовой циферблат выполнены на LCID - Liquid Crystal Intence Display - ЖКИ с повышенной контрастностью, который хорошо видно как на солнце, так и в полумраке), кодирование-декодирование MP3 и ADPCM (SC4) - цифровой сигнальный процессор, а управление режимами - еще один микропроцессор. Устройство поставляется в нескольких вариантах - самый простой с флэш-памятью 32 Мб (\$219), а самый «крутой» - с микровинчестером IBM Microdrive (см. «РХ» N2/99, с.5) емкостью 340 Мб (\$699). Дополнительно предусмотрена установка еще одного такого винчестера (его цена \$490) с доведением общей емкости до 680 Мб. Программное обеспечение - mp3agent (текущая версия 2.4) свободно раздается на сайте <http://www.i2go.com/asp/software.asp> и выполняет запись/чтение файлов в/из eGo® и Rio 300®, загрузку из Интернета как песен, так и плей-листов, а также конвертацию содержания вашего e-mail почтового ящика (POP3) в MP3 файлы и их закачку в eGo®. То есть вы можете поручить mp3agent-у забрать вашу «утреннюю e-mail почту», преобразовать ее в звуковые файлы и загрузить в eGo® с тем, чтобы по пути на работу в автомобиле прослушать почту, надиктовать ответ в MP3 файл, а, придя на работу, переслать ответ в виде MP3-вложения адресату e-mail.

**RomeMP3, Inc.** (<http://www.romemp3.com>) выполнила свой MP3-плеер (\$250) в виде

«компакт-кассеты», которую можно использовать как автономно - разъем для наушников и кнопки управления расположены в торце «кассеты», так и вставив в кассетный магнитофон или кассетный отсек магнитолы. В последнем случае сигнал на головку воспроизведения передается специальной «магнитной головкой», расположенной в центральном окошке «кассеты» (аналогичные «кассеты-радиоприемники» одно время выпускала отечественная промышленность) и используются УНЧ и акустическая система магнитолы. Устройство имеет встроенную флэш-память 32 Мб и питается от никель-метал-гидридного аккумулятора напряжением 1,2 В емкостью 850 мА · ч, которого хватает на 7 часов работы.



**MiniCDRW** фирмы **Archos** (<http://www.archos.com>) выполнен в габаритах портативного CD-плеера (вес 500 г.), имеет аналоговые и цифровые (интерфейсы USB, CardBus, PC Card, FireWire) входы и обеспечивает чтение со скоростью 24X, а запись CD-R и CD-RW со



скоростью 4X (т.е. примерно 3 диска в час). Прилагаемое программное обеспечение (под W98) обеспечивает мастеринг и запись. Этой же фирмой выпускается самый миниатюрный сверхтонкий внешний DVD-ROM со скоростью чтения 5X24X (до 3600 Кб/с). Он обеспечивает передачу данных по интерфейсам FireWire или PC Card.

Голландская фирма **Lirpaudio Solutions A/S**

(<http://www.lirpaudio.com>) на базе 32-разрядного цифрового сигнального процессора Analog Devices AD325761Y разработала **эмулятор лампового усилителя**, который, будучи установлен на входе любого транзисторного УНЧ, придает ему настолько правдоподобное «ламповое» звучание, что даже эксперты-меломаны в 98 случаях из 100 уверенно отождествляют его со звучанием ламповых High-End образцов от Audio Note. По шине I2C можно задавать характер «ламповости» звучания - «триодное/пентодное», «однотактное/двухтактное», а также регулировать параметры динамического насыщения звукового сигнала второй и третьей гармониками.

Американская акустическая фирма **JBL, Incorporated** (<http://www.jbl.com>), профессиональными аудиомониторами которой оснащены 70% студий ведущих звукозаписывающих компаний, с недавних пор выпускает и активные мультимедийные акустические системы, качество звучания которых почти так же безукоризненно. Во всяком случае, при цене, всего в 2-3 раза превышающей лавину безродно-китайских мультимедийных «бум-боксов», они действительно обеспечивают звуковую картину, близкую к той, которую слышит звукорежиссер в студии. **Media 100 и Media 200** - двух-



полосные АС с ВЧ головками соответственно полдюйма и дюйм и НЧ головками диаметром 3 и 4 дюйма с магнитами из неодима и экранированной магнитной системой обеспечивают при объеме всего 2,5 и 7 литров (размеры 194x89x146 мм и 267x133x293 мм) нижние граничные частоты 75 и 60 Гц без малейшего намека на «бубнение», а верхние - 20 кГц. УНЧ Media 200 (2x10 Вт синусоидальной мощности, которые на деле превышают «китайские полкиловатта РМРО») выполнен на ИМС TDA1552 по мостовой схеме, эффективно компенсирующей четные гармоники и не требующей выходных «электролитов». Обе АС снабжены удобной в условиях ре-





альной работы на ПК системой автоматического мгновенного включения и автоматического выключения (если в течение 20 минут отсутствует входной сигнал), регуляторами тембра, а также специальным выходом для сабвуфера. Совсем фантастическим для своих микрогабаритов звучанием обладает **Media System 2000**, две «са-



теллитных» колоночки которой при размерах 178x70x184 мм (объем чуть больше двух литров) с одной эллиптической головкой (длинная ось 3 дюйма) обеспечивают полосу от 70 Гц



(!) до 20 кГц с почти такой же тщательной проработкой звуковой панорамы. Входящий в комплект Media System 2000 сабвуфер MediaSub 2000 основан на 4-дюймовой НЧ головке и УНЧ мощностью 35 Вт, имеет габариты 244x133x270 мм и эффективно дополняет «малютки» в диапазоне от 50 до 120 Гц.

Британская компания **NXT** (<http://www.nxt.co.uk>, в ее состав входят такие подразделения, как Mission, Wharfedale и Quad) продемонстрировала **сверхплоский прозрачный стереогромкоговоритель**, который приклеен прямо на дисплей портативного ПК. Выполненный по патентованной технологии **SoundVu® SurfaceSound®** излучающий элемент имеет толщину всего 0,3 мм, может быть размещен на любой (не обязательно плоской) поверхности, излучает диффузионное звуковое поле всей своей поверхностью и в отличие от электростатических излучателей не требует вы-



сокого напряжения. На сегодняшний день технологию SurfaceSound® лицензировали более 160 фирм, в том числе Audax, Authentic, Denon, Gallant (AudioStorm), Jazz, Kodak, NEC, Peerless, Samsung, Siemens.

Телефонный аппарат **Easycom 1000** корпорации BT (<http://www.bt.com>) снабжен QWERTY-клавиатурой и 7-дюймовой ЖКИ панелью, благодаря чему кроме обычного телефонного разговора и приема/передачи факсов он обес-



печивает прием, чтение, подготовку и отправку E-mail.

Мобильный телемедиафон  
**Nokia 7110** (<http://www.nokia.com>) стандарта GSM900/GSM1800 поддерживает протоколы Wireless Application Protocol in Mobile



Media Mode (WAP/MMM) и позволяет на ЖКИ-дисплее 96x65 точек (6 строк текста) просматривать Интернет-сайты, принимать/отправлять факсы, e-mail и даже файлы (связь с ПК через инфракрасный порт) со скоростью до

14400 бит в секунду. Размеры 125х53х24 мм, вес с литий-ионным аккумулятором 152 г, время работы в дежурном режиме до 280 часов, разговора - до 5 часов.

ИМС управле-  
ния питанием  
Texas Instruments  
(<http://www.ti.com>)  
**TPS312x** при ми-

чем напряжении всего 0,75 В содержит таймер активности и триггер внешнего включения/выключения. Она разработана для управления цифровыми сигнальными процессорами с напряжениями питания от 1,08 В.

**БИС DSD1700 (Burr-Brown, <http://www.burr-brown.com>)** - недорогой (\$10) дельта-сигма ЦАП для систем **Direct Stream Digital™ (DSD)** -

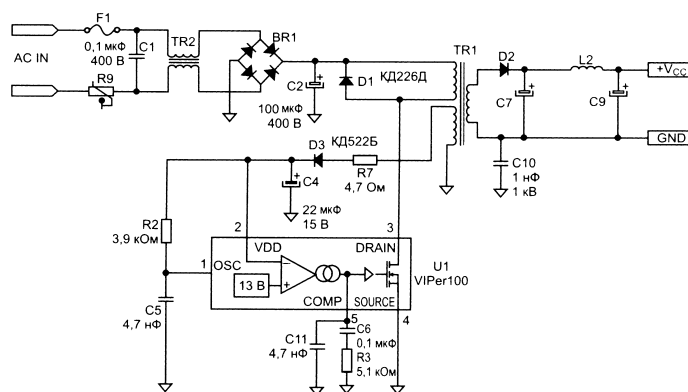


Super Audio CD, основного конкурента DVD-Audio (см. «РХ» N5/98, с.45). Основные характеристики: входной поток 2,8224 бит/с (64x44,1 кГц), динамический диапазон 110 дБ, коэффициент гармоник 0,001%, АЧХ по уровню -3 дБ

этом году резко понизить цены на DVD/SACD-проигрыватели с пока что «заоблачных» 4-5 тысяч долларов.

Новые аналоговые мультиплексоры Analog Devices (<http://www.analog.com>) отличаются малым сопротивлением в открытом состоянии и сверхмалыми токами потребления и утечки. 8-канальные мультиплексоры ADG708 (8 одинарных каналов) и ADG709 (4 дифференциальных канала) при напряжении питания 5 В имеют сопротивление замкнутого ключа 2,5 Ома, время включения/выключения 20/10 нс, типовой ток потребления 1 нА и ток утечки 0,1 нА. ADG704 - четырехканальный мультиплексор с временем переключения 2 нс, сопротивлением замкнутого ключа 5 Ом и минимальном напряжении питания 1,8 В. Ключ ADG751 имеет Т-структуру и обеспечивает в закрытом состоянии уровень изоляции до 100 дБ на частоте 10 МГц и до 50 дБ на частоте 200 МГц. Быстродействующие (время переключения 60 нс) кросс-ключи (16х16) AD8114 предназначены для матричных коммутаторов и машрутизаторов видеосигналов. Они имеют неравномерность АЧХ 0,1 дБ в полосе до 50 МГц и уровень изоляции 95 дБ (5 МГц).

**ST Microelectronics** (<http://www.st.com>) выпускает ИМС серии **VIPer™**, которые в корпусе **PENTAWATT** содержат как схему ШИМ-управления, так и мощный высоковольтный МОП-транзистор (700 В / 1,5 А). ИМС также имеет встроенные схемы плавного запуска, защиты от перегрузок/перегрева и позволяет существенно уменьшить число внешних элементов и габариты мощных



простирается до 100 кГц, потребляемая мощность 40 мВт (Упит = 5 В). Не менее известная компания Crystal Semiconductors также скоро намерена выпустить совмещенный DVD-Audio/SACD ЦАП. Оба решения должны уже в

(50-100 Вт) импульсных (100-500 кГц) блоков питания.

Примечание. В приведенных выше сообщениях только одно - «первоапрельское», причем оно не самое «фантастическое». Угадайте, какое 😊 ?

## DX-КЛУБ «РАДИОХОББИ»

Александр Егоров, г. Киев



[Время в рубрике: по умолчанию всемирное координированное (UTC) меньше киевского (KT) зимой на 2 ч, летом на 3 ч и меньше московского (MSK) соответственно на 3 и 4 ч. Частоты указаны в кГц, а на УКВ в МГц. Для перевода частоты в килогерцах в длину волны в метрах следует разделить 300000 м на число килогерц. Расписания работы радиостанций могут изменяться в течение всего сезона вещания]

## ДАЛЬНИЙ ПРИЕМ УКВ

Начинается весенне-летний сезон дальнего и сверхдальнего прохождения радиостанций и телецентров в диапазоне ультракоротких волн (для определенности договоримся называть дальним прохождением распространение сигнала поверхностной волной или тропосферное, а сверхдальним - ионосферной волной или отраженной от метеоров). В нынешнем году эффект сверхдальнего прохождения может быть усилен за счет того, что на начало года «запланирован» максимум солнечной активности нынешнего 11-летнего периода, которая будет затем постепенно спадать на протяжении 2-3 лет. Подготавливайте свои УКВ\FM приемники, телевизоры, усилители, антенны...

Зрители первых телевизионных каналов в сельской местности скоро почувствуют на себе это неприятное явление, когда любимую телепередачу регионального телецентра вдруг начнут вытеснять помехи от каких-то зарубежных телецентров, звуки каких-то неизвестных радиостанций. Непонимающие начнут жаловаться на телевизор или антенну, а более сообразительные или опытные не будут бороться с «ветряными мельницами», а перейдут на более высокочастотные каналы, на которые такое сверхдальнее прохождение радиоволн не распространяется. Еще более сообразительные могут использовать эту неприятность для получения радиолобительского удовольствия от приема (хоть и временного, но зато без спутников) иностранных телепередач. И тут какой-то скептик начнет вас смущать своими высокочастотными ироническими замечаниями, что, мол, этим видом дикинга занимаются из-за отсутствия спутниковой приемной техники только наши бедные телелюбители... На это ему можно привести в качестве примера английский журнал «Short Wave Magazine», в котором есть между прочим рубрика «DX Television». Вот некоторые на мой взгляд интересные для наших любителей моменты этой рубрики из ноябрьского 1999 года номера журнала SWM:

«...Прохождение спорадических E-сигналов (т.е. отраженных от спорадического слоя E) продолжалось весь август, нарушая традицию прошлых лет, когда оно обычно резко обрывалось в начале месяца. Благоприятное состояние тропосферы в конце месяца позволило принимать станции Франции и Бенилюкса даже в Бристолье...»

В разделе DXTV Reports английский дикист Винсент Ричардсон отметил, что наиболее продуктивными днями августа в отношении спорадического E-приема были числа 21 и 23. Среди принятых им стран были Венгрия (RTL Klub), Германия (ARD), Чехия (TV Nova), Швейцария (SF-1), Литва (LRT), Норвегия (NRK-1), Хорватия (HRT) и Италия (RAIUNO и TVA). Мартин Дэйл принимал Италию (RAIUNO и TVA), Словению (SLO-1), Венгрию (RTL Klub) и Испанию (TVE-1).

День 22 августа был самым активным по прохождению на всех каналах. По мере роста МПЧ (максимально применимой частоты) выше 1 диапазона Питер Чалки (Luton) в 1210UTC обнаружил фильм на Channel IC. Наиболее вероятными хозяевами передачи являются Албания, Италия или частная итальянская станция.

Согласно сообщению Стефена Мичи 12, 13 и 14 августа метеорный поток Геминиды вызвал многочисленные «вспышки» телецентров Норвегии (NRK-1), Швеции (SVT-1) и Дании (DR-TV)...

В таблице Sporadic-E Log For August приведены названия стран и телестанций, принятых в августе пятью английскими дикистами, причем, примечательно то, что прием отсутствовал лишь 4 дня из 31 (это ж почти регулярно!). В числе принятых стран, помимо упоминаемых уже выше, есть еще следующие: Корсика (Canal Plus), Португалия (RTP-1), Молдова (TVM), Россия (RTV), Эстония (ETV), Финляндия (YLE-1), Австрия (ORF-1), Украина (YT-1), Румыния (TVR-1), Сербия (RTS), Украина (YT-2).

Далее приведена очень занимательная для украинских читателей информация (перевожу почти дословно, сохраняя натуральные обозначения из журнала). Судите сами, что тут похоже на действительность, а что - заблуждения или результат помех в эфире.

«...В разделе Service Information Стефен Мичи собрал существенную информацию, которая может быть полезна другим энтузиастам идентифицировать следующие страны:

УКРАИНА: Полосатая «1» (эффект раздвоенной «1») - это логотип 1-й Сети YT-1. Украинский титр новостей имеет сходство с «YTH», который также используется Беларусью и ORT России. Часы похожи на старую российскую заставку «TSS» (?), но с меньшим размером и с добавлением логотипа «1» вверху справа.

Перед окончанием работы YT-1 на экране появляется тест таблица G-204 и цветные полосы (9 полос).

Отключению YT-2 предшествует появление белого раstra с электронными часами внизу справа. Но берегитесь ошибки - Беларусь перед выключением передатчика использует аналогичный белый растр, но с электронными часами вверху справа.

Логотип «1+1», кажется, используется только по утрам и вечерам. В остальное время в правом верхнем углу экрана высвечивается белый логотип «YT-2».

БЕЛАРУСЬ: Были видны старые российские часы «TSS», но с белым фоном и черными цифрами...

Как видите, в Англии эфирный ТВ-дикинг имеет место даже в эпоху спутниковой экспансии. Особенно способствует этому виду дикинга в Англии недавний отказ от использования там для телевидения диапазонов метровых волн - полностью перешли на дециметровые каналы. Теперь метровые волны свободны от помех для дикинга и в телевидении, и в диапазонах УКВ.

А когда-то, в 60-х и начале 70-х я сам очень активно занимался ТВ-дикингом, наблюдал за телестанциями практически всей Западной Европы, и одной из самых любимых моих телестанций была BBC-1, работавшая в то время и на 45 МГц (Crystal Palace, London). Такая низкая частота и отсутствие на ней интерференций от других телецентров (ближайший европейский канал был на 48.25 МГц, а полосы видеосигналов этих двух каналов инверсные по отношению друг к другу) создавали хорошие возможности для наблюдения лондонского телецентра.

Думаю, что и сейчас, беря пример с иностранных любителей этого хобби, многие наши дикисты наряду с дальним приемом УКВ\FM\DMB смогут много еще найти для себя интересного и в метровом ТВ-эфире. А чтобы не быть голословным на счет того, что любители этих диапазонов у нас есть, приведу еще выдержки из прошлых лет сообщений наших читателей.

Владимир Дмитриевич Лугина из с.Клишки Сумской обл. на свой тюнер «Эстония-010-стерео» с зигзагообразной антенной постоянно с хорошим качеством принимает 71.0 Р.России, 72.0 Р.Маяк, с плохим качеством и замираниями 72.35 Р.Новый Чернигов (мощность передатчика 4 кВт, высота антенны 130 м; вещание ведется в режиме моно). Эта частота указана точно, остальные - приблизительно. Также он принимал 69.5 Р.Люкс и Р.Голос Киева. Сверхдальний прием: 69.1 и 70.1 Казахское Радио (одновременно принимал эту станцию и его знакомый из Шостки); 69.8 - Ярославль.

Также из Сумской обл., но из г.Шостка пишет В.П.Овчаров: 04.06. - проходила Чехословакия на диапазоне 65-74 МГц, причем так мощно, что забивала местный «Проминь», находящийся в двух километрах от приемника; диапазон 88-108 МГц: 06.07. 1130-1300 - Италия, прохождение с полным замиранием; 10.07. 2130 - Италия; 18.07. 2100 -Италия и Германия (прохождение во время грозы), большая плотность станций по диапазону, одна немецкая станция назвалась Radio VSR; 20.07. 1800 - станции Ближнего Востока.

Андрей Гончаренко из г.Помошная Кировоградской обл.: При отсутствии прохождения радиоволн диапазон 88-108 МГц совершенно чист, а по ТВ можно принимать только программы из Кировопода, Первомайска, Добровеличковки, Новоукраинки, Смолино. Принимаемые программы УТ-1, УТ-2 (1+1), Интер, НТВ-Москва, СТБ и передачи районных центров «Степичанка» (Новоукраинка), «Колос» (Добровеличковка). При прохождении, которые были очень регулярно все лето (утром и вечером), можно принимать ТВ-сигналы из Молдовы, Румынии и Турции (!) (иногда эти сигналы забивали ТВ-передатчики местных телецентров), а в диапазоне FM слышно до 10 программ. Например, во время прохождения в период с 31.10.99 по 3.11.99 принимал такие станции: 31.10. с 1530 до 1700 на ТВ - ТЕТ, ICTV, ТОНИС, ГРАВИС, СТБ (все из Кировопода); 2.11. с 1900 до 0200 на FM - Наше Р., Р.Довира, Мюзик Р., Р.Новый День (Кировоград 101.9), Новое Р. 105.3, Р.Антенна Ч (Кишинев), Р.Трэй (???), Р.Бухарест; 3.11. с 0730 до 1000 с последующим затуханием сигналов всех станций.

Прием велся на ТВ AIWA C202, антенна DMB на 23-34 к. (3 квадрата) совместно с антенным усилителем SWA, а FM - на VEF221 с внешней 5-элементной антенной MB-диапазона 6-12 к. также с антенным усилителем SWA.

Андрей также дает совет тем, кто живет около городов, где имеются программы УКВ/FM-станций, но прием затруднен, неуверенный. Подключите к приемнику ТВ-антенну метрового диапазона с усилителем, и вы будете принимать эти станции уверенно и без лишних затрат по установке и изготовлению (покупке) отдельной антенны для УКВ/FM-приемника.

От себя я добавлю, что ситуация с возможностями для приема УКВ/FM-станций в каждом конкретном случае разная: для отдаленных слушателей сигнал ослабленный из-за расстояния или сложного рельефа местности - тогда помогает применение телевизионной или отдельной антенны (примеры этого я уже приводил в предыдущих выпусках «DX-клуба»). Непосредственно же в городах, как например в Киеве, где сигналы FM-станций очень большие, что приводит к перегрузке входных каскадов приемника и как следствие к сильному взаимным помехам между станциями, бывает полезным ослабление этих сигналов путем уменьшения длины телескопической антенны или применения аттенуатора в виде переменного резистора, включенного между антенной и непосредственно входной цепью приемника.

И вот последняя информация для любителей дальнего приема FM от Андрея Смаги из г.Кременец Тернопольской обл. Используя немецкие магнитолы с цифровой шкалой «Elta» и «Blaupunkt», он уточнил список слышимых в его местности станций:

Тернополь: УХ-Радио 101.1, Довира-NIKO FM 101.5, Р.Тон/Р.Обрий 103.5, Р.Тернополь 106.1.

Ровно: Р.Довира-NIKO FM 103.0, Р.Трек 106.4.

Луцк: Р.Довира-NIKO FM 100.9 (Р.Святость), Р.Луцк 107.3.

Ковель: Р.Довира-NIKO FM/Р.Святость 103.9.

Винница: Р.Довира-NIKO FM 100.3.

Львов: Р.Львовська Хвиля 100.8, Р.Люкс 104.7, Наше Р. 106.0, Р.Незалежність 106.7.

Беларусь (Брест): Р.Рокс 101.2; Р.Столица 103.7, Р.Би-Эй 106.2.

Р.Столица Андрей принимал и из других городов Беларуси: 100.5 Гродно, 102.0 Пинск, 104.0 Слоним. Названия городов я использовал из вырезки белорусской газеты (название неизвестно) за март 1999 г, присланной Михаилом Махнюком из Пинска. По просьбе Андрея я продолжу эту информацию о некоторых белорусских УКВ/FM-станциях:

Р.Столица: Минск 103.7, Мядель 103.9, Витебск 105.5, Ушачи 102.7, Гомель 100.1, Могилев 100.9, Бобруйск 104.1, Сметаничи 103.8, Солигорск 102.8, Синкевичи 101.2, Березино 100.7, Мстиславль 102.9.

Минск: БР-1 71.33, 103.7; БР-2 70.4; Радиостанция «Стиль» 101.2; МДР «Мир» 107.1; Р.Рокс 102.1; Р.Би-Эй 68.8, 104.6; Альфа Р. 107.9; Р.Маяк 72.11; Р.1 72.89.



Частоты польских радиостанций, которые принял и определил Андрей Смага: Хелм Р.Бон Тон, Р.Люблин 103.2; Люблин Р.Люблин 102.5, Р.Ритм 103.6; Краков Р.Пак 100.5; Варшава Р.Зет 107.0. Другие вещательные сети Польши: Р.Бис 87.6, 90.8; RMF-FM 89.3 (Люблин), 91.9 (Бяла-Подляска), 100.2 (Радам +0.1, Жешув -0.1), 107.7 (Замосць); 3-я Польша 90.5 (Бяла-Подляска), 91.3 (Замосць), 104.2 (Люблин); Р.Люблин 102.2, 103.4, 99.6; Р.Зет 105.4; Р.Ватикан 101.7 (Лосице); Р.Мария 104.5 (Кросно); 1-я Польша 105.7.

Андрей надеется, что приведенная информация окажется полезной для любителей дальнего приема на УКВ/FM. Что касается размещения этих станций в Польше, то определение польских городов с помощью WRTH-99 - конечно процесс интересный, хотя и довольно неоднозначный и морочливый (почти детективный): среди массы польских станций, работающих на УКВ/FM и часто по несколько на одной частоте передающих данную программу, но в разных городах, приходится выбирать наиболее реальных из найденных в справочнике претендентов на то, чтобы они были услышанными Андреем в Тернополье. При этом надо перевести польские названия городов на русский язык, разыскать их на карте Польши, а затем только, сопоставив также мощности передатчиков, оставить одного претендента на эту почетную роль. Кроме того, в польском эфире сейчас происходит большая суета по причине отмены диапазона УКВ (OIRT) и перехода почти всех станций на FM (CCIR). Поэтому возможны большие изменения в данных.

#### РАСПИСАНИЯ

**БЕЛЬГИЯ.** RVI Brussels Calling, англ: 0400 & 2230 15565Nam (ч/з Бонай-ре); 0700 1512 5985; 1130 1512 9865 9925; 1730 1512 5910 9925 13710 17735; 1930 1512 5960.

**БОЛГАРИЯ.** Р.Болгария, рус: 0200 5900 7500; 1400 9900 11700 13800; 1800 9900 11700; 2300 11900.

**ГЕРМАНИЯ.** Р.Немецкая Волна, рус: 0000-0100 5925 7105 9640 9690 11975 12045 15135; 0300-0400 5955 7105 9545; 0430-0530 9545 11655; 1400-1500 9715 9800 11915 17570; 1500-1800 9715 9800 11915 15425; 1800-2000 5980 9715 11915; укр (новинка!): 0430-0445 999 978 - 1820.

**ИТАЛИЯ.** RAI International, рус: 0330-0350 11800 9670 7235; 0535-0555 1605-1625 17780 15290 11800; 2000-2020 11800 9670 6035.

**МОНАКО.** Трансмировое Радио, рус: 1400-1515 9495 11635; 1800-1845 9875 11635.

**РОССИЯ.** Голос России, рус: на Европу: 0100-0300 1215; 1200-1400 693 1215 1323; 1700-1800 7330 9720\* 9480\*\*; 1900-2000 612\*\*\*\* 621 693 1215 7370\*\* 9720\* 9480\*\* 9795\*\* 9890\*\*

11630 11980\* 12040\*\* 15350\* 15455\*; 2000-2100 612\*\*\*\* 693 1215 7310\*\* 9450 9710\* 9480\*\* 9720\* 12070\*;

на Азию, Австралию, Новую Зеландию: 1200-1300 9945 15510\* 15460 15560 17610\*\*; 1300-1400 9945 15510\* 15560 17610\*\*;

на Бл. и Ср.Восток: 1200-1300 648; 1500-1600 7130\*\* 7315\*\* 12005 12055\* 12070\*\* 15515\* 17580\*\*\*; 1900-2000 1314;

на Западное полушарие: 0100-0300 7125, 7300\*\* 9480 12070\* 13790\*\* 15425\*\* 15465\*\* 15520 17565\* 17595\*\* 17660 17690\* 21755\*.

Примечания: \*) до 3 сентября; \*\*) с 3 сентября; \*\*\*) до 23 сентября; \*\*\*\*) для Москвы и обл.

**УКРАИНА.** Ориентировочное частотное расписание Всемирной Службы Радио Украина\Radio Ukraine International на период с 26.03.00 по 29.10.00.

[Частота\Время(UTC)\Программа\Город\Азимут\Зона обслуживания]

171\2200-2400\3\Л\ND\Центр.Европа;

5905\1700-0200\1\К\269\Центр.Европа;

6020\1900-0500\1\К\ND\Европа,Россия,Казахстан,Ближ.Восток;

9620\0500-1600\1\К\269\Центр.Европа;

9640\0600-0500\1\К\074\Сев.Казахстан;

11705\0600-1800\1\К\242\Юж.Европа;

11840\0400-1900\1\К\090\Юж.Казахстан;

11950\2000-0000\1\Х\290\Сев.-Зап.Европа,Великобритания;

12045\0100-0400,1500-2000\1\Х\055\Россия(Тюмень);

13590\2300-0400\3\Л\303\Сев.Америка;

13590\0400-1400\1\Х\290\Сев.-Зап.Европа,Великобритания;

15530\1900-2200\3\Л\238\Юж.Америка;

21520\0700-1200\3\Л\096\Австралия.

(Сокращения: К=Киев, Л=Львов, Х=Харьков.)

Расписание передач на различных языках:

НЕМЕЦКИЙ: 1 пр. 1700, 2000, 2300;

АНГЛИЙСКИЙ: 1 пр. 2100, 0000, 0300; 3 пр. 1100;

УКРАИНСКИЙ: все остальное время на всех частотах по 1 и 3 пр.

РУМУНСКИЙ: 657 кГц (Черновцы) 1700, 1930, 2100.

(Мощность передатчиков: 1 пр. - 100 кВт; 3 пр. - 1000 кВт; 657 кГц - 25 кВт)

Спасибо нашим корреспондентам за интересную информацию и вопросы. Пишите на мое имя в редакцию или на мои адреса: 1) Украина, 03115, Киев-115, а/я 497/1; 2) E-mail: egorov@radiolin.net; 3) Fidonet: 2:463/197.38.

*Желаю успешного радиоприема и 73!*

## ЗАГАДКИ ЭФИРА

*Александр Костюкевич, Киев*

*(Продолжение. начало см. DX-клуб «РХ» №1/2000)*

Сегодня речь пойдет об одной из самых обычных и часто встречающихся в эфире номерных станций. Ее легко можно обнаружить вечером и ночью на различных частотах, в любой день недели, при этом вовсе не обязательно использовать «крутую» аппаратуру.

В специальной классификации такого рода объектов ей присвоено название и буквенно-цифровой код «E10 Phonetic Alphabet - NATO Designator (MOSSAD)». Впервые на E10 было обращено внимание в книге Тома Кнетеля «Embassy and Espionage Stations». Следует отметить, что под названием E10 подразумевается сеть передатчиков, транслирующих специальные зашифрованные сообщения. Согласно многочисленным наблюдениям, эти передачи впервые были обнаружены где-то в середине 70-х. Именно сей период и считается временем создания сети.

Что же можно сказать о принадлежности E10? Известно, что она непосредственно связана с израильской разведкой MOSSAD, из-за чего ее часто называют «моссадовской». Штаб-квартира этой службы расположена в одном из тель-авивских зданий. Информация, собранная некоторыми DX-истами, побывавшими в Израиле, свидетельствует о том, что именно в этом здании готовятся шифровки, после чего подаются на коротковолновые передатчики посредством телефонных линий и некоторыми другими способами. Сама коротковолновая сеть насчитывает около 20 передатчиков мощностью от 10 до 20 кВт. Они расположены в пределах израильской территории.

Сообщение представляет собой текст, состоящий из групп букв фонетическо-го алфавита (в каждой группе по пять букв):

|              |              |             |
|--------------|--------------|-------------|
| А - альфа    | Ж - Джуллетт | С - Сьерра  |
| В - bravo    | К - кило     | Т - танго   |
| С - Чарли    | Л - Лима     | У - униформ |
| Д - дальта   | М - Майк     | В - Виктор  |
| Е - эко      | Н - новэмбар | W - уиски   |
| Ф - фокстрот | О - Оскар    | Х - экс-рей |
| Г - гольф    | Р - папа     | Y - янки    |
| Н - хотэл    | Q - Квебек   | Z - зулу    |
| I - Индия    | R - Ромео    |             |

Вот почему E10 присвоено название «Phonetic Alphabet».

Все сообщения передаются исключительно женским автоматизированным голосом в режиме амплитудной модуляции (согласно некоторым интернетовским слухам может использоваться и SSB). Формат вещания такой: сначала на протяжении 4-5 минут звучит позывной станции, затем дважды произносится слово «message» («сообщение»), «group [число]» (опять же дважды), «text, text», после чего следует сама шифровка: пятибуквенные строчки, количество которых соответствует числу, указанному после слова «group» («группа»), затем: «End of message», «repeat, repeat», и шифровка снова заканчивается словами: «End of message, end of transmission» («конец сообщения, конец трансляции»).

Что касается позывных, которыми пользуется E10, то это конструкции, состоящие из трехбуквенного префикса и суффикса в виде одной цифры, суффикс может отсутствовать, например: VLB2, ULX. О значении последней цифры в позывном известно довольно мало, предполагают, что, например, единица применяется в тех случаях, когда проводится тестовая трансляция, но существуют и другие трактовки. Изредка вместо цифры после префикса может стоять специальный код, например: CIO 80886 или SYN 97144. Компактно формат вещания этой станции можно указать так: (3L[X])<sup>n</sup>{(«message»<sup>2</sup>{«group y»<sup>2</sup>{«text»<sup>2</sup>{5L}} «end of

message»)} («repeat»<sup>2</sup>{ «end of transmission».

Подобная форма записи и далее будет использоваться в рубрике, поэтому рассмотрим ее подробнее:

3L - звучат три буквы (в случае цифр используется «F» или «FG»), аналогично - 5L;

х,у - какие-нибудь числа (квадратные скобки возле «х» означают, что оно может отсутствовать);

в кавычках указаны передаваемые слова и фразы;

маленькие цифры или буквы возле скобок (степени) соответствуют количеству повторений соответствующей фразы;

двойные фигурные скобки {}, после («repeat»<sup>2</sup>, означают, что фрагмент передачи, заключенный в эти же скобки до («repeat»<sup>2</sup>, повторяется.

E10 - не единственная станция, пользующаяся фонетическим алфавитом. Значительно реже встречающаяся «E15 Phonetic Alphabet-pre-NATO Designators (Nancy Adam Susan)», например, также предпочла азбуку, но совсем другую - старинную. Однако о ней как-нибудь в другой раз. В одном из ближайших выпусков рубрики, возможно, будет опубликован список частот, на которых можно найти E10, а сейчас - первая часть классификации всех известных номерных станций и прочей «эфирной чертовщины». Начнем с англоязычных:

E1 Ready Ready;

E2\* Arabic Man / The Babblor (Del.) (с арабским акцентом);

E3 Lincolnshire Poacher (название мелодии-позывного);

E4 Cherry Ripe (название мелодии-позывного);

E5 The Counting Station

a. null skeds;

E6 English Man, ends 00000

a. 2 group commencing 11111

b. 3F ID with 5F group in «call», 2 messages;

E7 English Man, ends 000 000;

E9 Magnetic Fields 44D;

E10 Phonetic Alphabet - NATO Designators (MOSSAD);

E11 Oblique (это слово часто используется оператором E11);

E12 NNN («NNN» телеграфом, как позывной);

E13 Five Dashes (пять тире);

E14\* The Counting Station 4F «control» transmission;

E15 Phonetic Alphabet - pre-NATO Designators (Nancy Adam Susan);

E16 Two Letter (позывной - две буквы);

E17 English Lady - aka the Russian Man, ends 274 00000 (Dual message);

E18 Fife Free (Edna Sednitzer) (название связано со странным произношением «5 и 3»);

E19\* Irish Man (Deleted) (ирландский акцент);

E20 Two message English Man, Dual msg. format of E17 or E6;

E21\* The Counting Station old 4F format (replaced by 3/2FG format)

a. American Accent (американский акцент);

E22 Arabic Man 2L/F (FD7, FD9) (арабский акцент);

E23 3 Messages per Month 100/100/500G;

E24 «Allo allo».

Примечание: \* - в данное время не работает.

На первый взгляд названия всех этих станций кажутся странными и непонятными, однако многие из них содержат почти всю информацию о позывном и об особенностях самой шифровки.

При подготовке материала использовалась информация из великолепного виртуального издания «The Spooks Newsletter».

*(Продолжение следует)*

# АПРЕЛЬСКИЕ ТЕЗИСЫ

## © ПРИКЛАДНАЯ МЕРФОЛОГИЯ

Под таким общим названием популярен свод философских законов, который был в свое время опубликован Артуром Блох. Приводим в несколько переработанном варианте ту её часть, которая «в чистом виде» применительна для нашего хобби.

### Закон Мерфи

Если какая-нибудь неприятность с вашей аппаратурой может случиться, она случается.

Следствия:

1. Все не так легко, как кажется.
2. Всякая работа требует больше времени, чем вы думаете.
3. Из всех неприятностей произойдет именно та, ущерб от которой больше.
4. Если четыре причины возможных неприятностей заранее устранены, то всегда найдется пятая.
5. Предоставленные самим себе, события имеют тенденцию развиваться от плохого к худшему.
6. Как только вы принимаетесь делать какую-то работу, находится другая, которую надо сделать еще раньше.
7. Всякое решение плодит новые проблемы.

### Второй закон Чизхолма

Когда дела идут хорошо, что-то плохое должно случиться в самом ближайшем будущем.

Следствия:

1. Когда дела идут хуже некуда, в самом ближайшем будущем они пойдут еще хуже.
2. Если вам кажется, что ситуация улучшается, значит, вы чего-то не заметили.

### Первый закон Финэйгла

Если эксперимент удался, что-то здесь не так...

### Третий закон Финэйгла

В любом наборе исходных данных самая надежная величина, не требующая никакой проверки, является ошибочной.

### Четвертый закон Финэйгла

Если эксперимент проваливается, то всякая попытка его спасти только ухудшит дело.

### Второй закон термодинамики Эверитта

Неразбериха (энтропия) в проведении эксперимента постоянно возрастает. Только очень упорным трудом можно несколько ее уменьшить. Однако сама эта попытка приведет к росту совокупной неразберихи.

### Закон Букера

Даже маленькая практика стоит большой теории.

### Законы Клипштейна (в приложении к радиотехнике).

1. Ваша техническая статья в журнал непременно опоздает на неделю против аналогичной статьи, поданной другим.
2. Всякий провод, нарезанный на куски, окажется слишком коротким.
3. Допустимые отклонения будут накапливаться однонаправленно, чтобы причинить максимум трудностей при сборке.
4. Если по схеме требуется N деталей, то у вас в наличии окажется N-1.
5. Двигатель закрутится не в том направлении.
6. Система обеспечения надежности выведет из строя другие системы.
7. Прибор, защищаемый быстродействующим плавким предохранителем, сумеет защитить этот предохранитель, перегорев первым.
8. Ошибка выявится только после завершения окончательной проверки прибора.
9. После того, как из защитного кожуха будет выкручен последний из 16 болтов, выяснится, что сняли не тот кожух.
10. После того, как кожух закрепили 16 удерживающими болтами, окажется, что внутрь забыли положить прокладку.
11. После монтажа схемы на столе обнаружатся лишние детали.

### Следствие Этвуда

«Зачитывают» только те книги, которыми вы особенно дорожите.

### Третий закон Джонсона

Потерянный вами номер журнала содержит именно ту статью, которую вы срочно хотели бы прочитать.

Следствие: У всех ваших друзей этого номера либо не было, либо он утерян.

### Правила взаимозависимости Ричарда

Ту радиодеталь, что вы храните достаточно долго, можно выбросить. Как только вы ее выбросите, она вам понадобится.

### Закон Джонсона и Лерда

Зубная боль обычно начинается в ночь перед контекстом.

## © ИСКУССТВО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### Первый закон корректировки

Информация, ведущая к обязательному изменению схемы, поступит в редакцию журнала от автора тогда и только тогда, когда журнал уже сдан в типографию.

Следствие: В простых случаях, когда отчетливо виден явно правильный вариант и один явно неправильный, часто разумнее выбрать неправильный,

чтобы быстрее приступить к неизбежным исправлениям.

### Второй закон корректировки

Чем безобиднее на вид изменение, тем большим будет его влияние в дальнейшем и тем больше чертежей придется изменять.

### Теорема Вышковского

Независимо от единиц измерения, используемых автором, читатель будет использовать свои собственные произвольные единицы измерения, переводимые в единицы измерения автора с помощью странных и неестественных коэффициентов пересчета.

### Уравнения Снэйфу

1. В задаче из N уравнений будет N+1 неизвестная.
2. Самый необходимый предмет или самая необходимая доза информации будут наименее доступными.
3. Как только вы используете все возможные способы решения и не найдете подходящего, тут же найдется решение простое и очевидное для всех остальных людей.

## ☺ ЗАКОНЫ МАШИННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

1. Любая действующая программа устарела.
2. Любая программа обходится дороже и требует больших затрат времени, чем предполагалось.
3. Если программа полностью отлажена, ее нужно будет скорректировать.
4. Любая программа стремится занять всю доступную память.
5. Ценность программы прямо пропорциональна весу ее «выдачи».
6. Сложность программы растет до тех пор, пока не превысит способности программиста.

### Постулаты Трумена по программированию

1. Самая грубая ошибка будет выявлена, лишь когда программа пробует в эксплуатации, по крайней мере, полгода.
2. Если назначен специальный человек для контроля за чистотой исходной информации, то найдется изобретатель, который придумает способ, чтобы неправильная информация прошла через этот контроль.
3. Непечатный жаргон - это тот язык, которым решительно все программы владеют в совершенстве.

### Законы ненадежности Джилба

1. Компьютеры ненадежны, но люди еще ненадежнее.
2. Любая система, зависящая от человеческой надежности, ненадежна.
3. Число ошибок, которые нельзя обнаружить, бесконечно, в противовес числу ошибок, которые можно обнаружить, - оно конечно по определению.
4. В поиски повышения надежности будут вкладываться средства до тех пор, пока они не превысят величину убытков от неизбежных ошибок или пока кто-нибудь не потребует, чтобы была сделана хоть какая-то полезная работа.

### Законы мира ЭВМ по Голубу

1. Неточно спланированная программа требует в три раза больше времени, чем предполагалось; тщательно спланированная - только в два.
2. Работающая над программой группа питает отвращение к еженедельной отчетности о достигнутых результатах, поскольку она слишком явно свидетельствует об отсутствии таковых.

### Принцип Шоу

Создайте систему, которой сможет пользоваться дурак, и только дурак захочет ею пользоваться.

## ☺ ИСКУССТВО ОБРАЩЕНИЯ С МАШИНАМИ

### Принцип IBM

Машина должна работать, человек - думать.

### Следствие Клипштейна

Уронят самую хрупкую деталь.

### Закон цеха Энтони

Любой инструмент, если его уронят, закатывается в самый недоступный угол помещения.

Следствие: Закатываясь в угол, он сначала ударит вас по пальцам ноги.

### Принцип запасных частей

Во время поиска небольших запасных частей, упавших с рабочего места, вероятность их обнаружения прямо пропорциональна размеру детали и обратно пропорциональна ее значению для завершения работы.

### Закон Уотсона

Надежность оборудования обратно пропорциональна числу и положению лиц, за ним наблюдающих.

### Второй закон Вышковского

Все можно наладить, если вертеть в руках достаточно долго.

### Закон Лоуэри

Заело деталь - надави на нее. Если сломалась - ничего: все равно надо было заменять...

### Закон Шмидта

Если долго портить машину, она сломается.



## Первый закон противодействия Фудда

Толкните что-нибудь тяжелое, и оно опрокинется.

## Закон силы Энтони

Не тратьте силы, возьмите молоток побольше!

## Постулат Хорнера

Опыт растет прямо пропорционально выведенному из строя оборудованию.

## Аксиома Кана

Если ничто другое не помогает, прочтите, наконец, инструкцию!

## © ИСКУССТВО НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Закон научных исследований Мерфи

В защиту своей теории можно провести достаточное количество исследований.

### Закон Майерса

Если факты не подтверждают теорию, от них надо избавиться.

Следствия:

1. Теория тем лучше, чем она многословнее.
2. Эксперимент можно считать удавшимся, если нужно отбросить не более 50% сделанных измерений, чтобы достичь соответствия с теорией.

### Теория Эдингтона

Число гипотез, объясняющих данное явление, обратно пропорционально объему знаний о нем.

### Четвертый закон проверки

Как бы кропотливо и тщательно вы ни готовили выборку, вам всегда могут сказать, что она неправильна и неприменима к данной проблеме.

### Правило точности

Работая над решением задачи, всегда полезно заранее знать ответ.

### Закон Янга

Все великие открытия делаются по ошибке.

### Закон больших задач Хоара

Внутри каждой большой задачи сидит маленькая, пытающаяся пробиться наружу.

### Закон лаборатории Фетта

Никогда не пытайтесь повторить удачный эксперимент.

### Закон Купера

Если вам непонятно какое-то слово в техническом тексте, не обращайтесь к нему внимания. Текст полностью сохраняет смысл и без него.

### Шестой закон Паркинсона

Прогресс науки обратно пропорционален числу выходящих журналов.

### Закон Мескимена

Всегда не хватает времени, чтобы выполнить работу как надо, но на то, чтобы ее переделать, время находится.

## © УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ

1. Любая ошибка, которая может вкрасься в любой расчет, вкрадется в него.
2. Любая ошибка в любом расчете будет нацелена на причинение наибольшего вреда.
3. Во всякой формуле константы (особенно те, которые взяты из технических справочников) должны рассматриваться как переменные.
4. Самый важный размер на любом чертеже имеет наибольший шанс быть пропущенным.
5. Если опытный образец прибора работает безукоризненно, все последующие будут неисправны.
6. Узлы, которые просто нельзя собрать неправильно, все же будут собраны неправильно.
7. Технические параметры приборов, заявляемые фирмой-изготовителем, надо умножить на коэффициент 0,5.
8. Любое устройство, требующее наладки и регулировки, обычно не поддается ни тому, ни другому.
9. Одинаковые приборы, проверенные одинаковым способом, будут в эксплуатации вести себя совершенно по-разному.

## © ФРАЗЫ И МИКРОАНЕКДОТЫ

- © ЭЛЕКТРИК - человек, связанный с электрооборудованием гальванической, индуктивной или емкостной связью.
- © Встречаются японский и наш магнитофоны.
- © Японский: Мне хозяин вчера купил новую классную кассету! Наш: Дашь пожевать?
- © Телефонный звонок оператору пейджерной связи: - Девушка, до меня не доходят посланные сообщения! Оператор: - Прочтите их ещё раз!

## © НАБЛЮДЕНИЕ ОПЫТНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

В прошлом году один мой друг заапгрейдил Девушку 1.0 до Жены 1.0 и обнаружил, что она занимает кучу памяти и оставляет очень мало системных ресурсов для других приложений. А недавно он заметил, что Жена 1.0 еще и запускает дочерние процессы, которые тоже отнимают ценные ресурсы. Ни в рекламных листах, ни в документации такая фишка не была описана, хотя по информации, полученной от других пользователей, подобного

и следовало ожидать в связи с природой данного приложения. Вдобавок ко всему Жена 1.0 устанавливается таким образом, что всегда запускается при инициализации системы и следит за процессом работы. Он обнаружил, что некоторые приложения, в том числе Футбол 10.3, Пивцо 1.5 и Рыбалка 7.0 вообще перестали работать в его системе, вызывая аварийный сброс при попытке выполнения (хотя никогда раньше таких проблем не было). При установке Жены 1.0 не предоставляет выбора, устанавливая нежелательные добавки вроде Тещи 55.8 и бета-релиза Шурина 013.beta. Также кажется, что производительность системы падает с каждым днем.

В следующем релизе Жены 2.0 нам хотелось бы увидеть такие возможности: кнопка «Не напоминай мне больше»; кнопка минимизации; опция в Uninstall, позволяющая установить Жену 2.0 таким образом, чтобы в любой момент можно было удалить ее без потери cash и других системных ресурсов; опция, позволяющая запустить сеть в режиме неразборчивости, что сделает функцию опробования системного оборудования значительно более полезной.

Лично я решил избежать всех головных болей, связанных с Женой 1.0, и продолжу использовать Девушку 2.0. Но все равно у меня с ней возникли проблемы. Оказывается, невозможно поставить Девушку 2.0 поверх системы с Девушкой 1.0: сперва необходимо удалить Девушку 1.0. Другие пользователи говорят, что это очень старая ошибка, и что я должен был бы о ней знать. Говорят, разные версии Девушек конфликтуют по поводу совместного использования порта ввода-вывода. Думаю, они давно могли бы и исправить такую глупую ошибку. Уже того, программа удаления Девушки 1.0 работает нестабильно, иногда оставляя в системе следы работы приложения. Еще один неприятный момент: все версии Девушки постоянно выводят короткие надоедливые сообщения о необходимости апгрейда до Жены 1.0.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ОБ ОШИБКЕ:** У жены 1.0 есть недокументированная ошибка. Если попытаться установить Любвицу 1.1 без удаления Жены 1.0, Жена 1.0 уничтожит все файлы MS Money и затем сама себя удалит. Затем Любвица 1.1 откажется продолжать установку, заявляя о недостаточности системных ресурсов.

**КАК ОБОЙТИ ОШИБКУ:** Чтобы обойти описанную выше ошибку, попробуйте установить Любвицу 1.1 на другой системе и никогда не запускайте приложения для передачи данных вроде LapLink 6.0. Кроме того, остерегайтесь аналогичных shareware-приложений, способных перенести вирусы и заразить Жену 1.0. Еще одно решение - работать с Любвицей 1.0 анонимно через провайдер. Но и здесь приходится быть осторожным, чтобы случайно не скачать себе по UseNet вирус и подсадить ресурсы MS Money.

© **РУКОВОДСТВО НАЧИНАЮЩЕМУ СЕТЕВОМУ ВАМПИРУ.** Как правильно и грамотно высасывать кровь из фидошников (Разработано на основе наблюдений за эхой RU.PSYCHOLOGY)

1) Заметить письмо, затрагивающее тему, в которой вампир не то чтобы разбирается, а так, что-то читал/смотрел/слышал. Тема должна быть максимально глобальной и оффтопичной, чтобы минимизировать возможность придирки со стороны специалистов и просто уважаемых в эхе людей. Также желательно, чтобы объем выбранного письма был достаточно велик.

2) Написать ответное письмо. Хиты: - комментировать нужно если не каждую строчку, то хотя бы каждый абзац; - желательно, чтобы комментарий был длиннее комментируемого отрывка; - в сообщении должно присутствовать максимальное количество прямых или косвенных оскорблений в адрес наибольшего количества групп читателей. Помните, больше наездов - больше флейма. - возражения придумывайте от фонаря. Однако необходимо создать иллюзию их аргументированности. Главное при написании письма - вдохновение, самоуверенность и безапелляционность. В качестве приемов для аргументации предлагаются следующие: Отсутствие всякой аргументации. Варианты: «Это не так», «Нет», «Чепуха и бред». Апелляция к научным источникам. Варианты: «По статистике...» (цифры подставляются произвольно), «Ученые утверждают, что...» (подставить произвольное утверждение), «Это мнение дилетанта. Посмотрим теперь, что говорит современная наука...» (далее изложить свое мнение), «Из достоверных источников...» (процитировать на память с произвольной степенью искажения телевизор, соседку, собственный сон...) етс. Подразновидность - «Объективное мнение таково...». Укор в невежестве. Варианты: «Разве ты не знаешь, что...», «Нас в школе учили, что...» и т.д. Запутывайте жертву. Не высказывайте конкретного четко формулируемого мнения. Противоречьте сами себе. Если в письме содержится два или более взаимопереположенных и исключающих друг друга мнения, то на такое письмо сложно что-либо аргументированно возразить. Вспомните, как Насреддин с женой предсказывали погоду. Уличайте в неграмотности. Снижайте авторитет жертвы. Делайте замечания по тону письма.

3) Признаком того, что жертва клонула, является подробный ответ на все ваши комментарии. Если нет - вас раскусили! В том и другом случае кроме адресата на письмо ответит множество побочных поджертв. Со всеми полученными подробными ответами повторить пункт 2).

4) Когда объем какого-либо письма становится сопоставим с романом «Война и мир» и из жертвы, как вы считаете, уже высосаны все соки, следует: а) обидеться и торжественно объявить, что далее переписываться с \_этим\_ человеком на \_эту\_ тему вы больше не станете; б) мимоходом заметить в конце письма: «Но, кажется, это оффтопик? Давай закроем тему!».

5) вернуться к пункту 1).

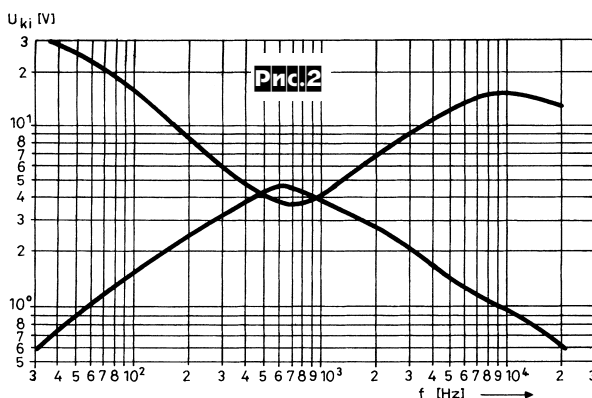
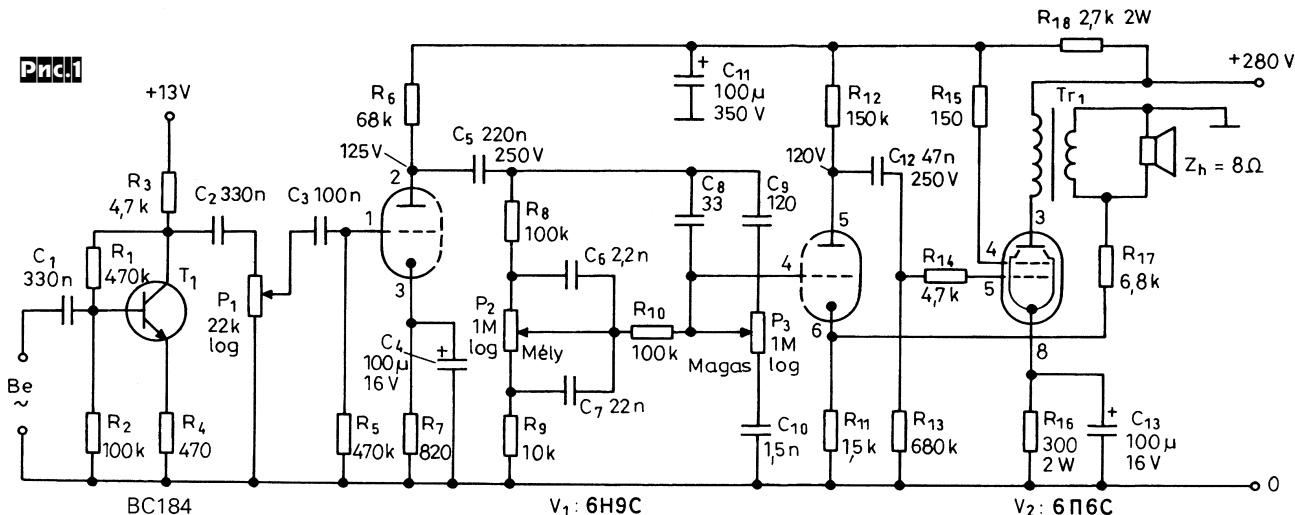
Перевод с русского и адаптация под радиолюбительский UY5XE и UA3TZQ



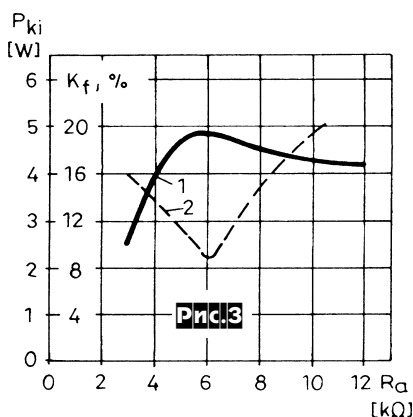
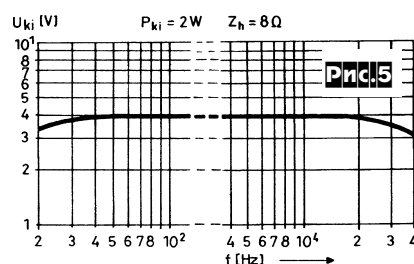
**Однотактный ламповый УНЧ (рис. 1)**  
 Дьеря Плаховича при коэффициенте гармоник не более 3% обеспечивает на 8-омной нагрузке мощность 3 Вт. Вход-

ления напряжения на двойном «откальном» триоде 6Н9С (его параметры: накал 6,3 В/300 мА, крутизна  $S=1,7$  мА/В, коэффициент усиления  $\mu=70$ , макси-

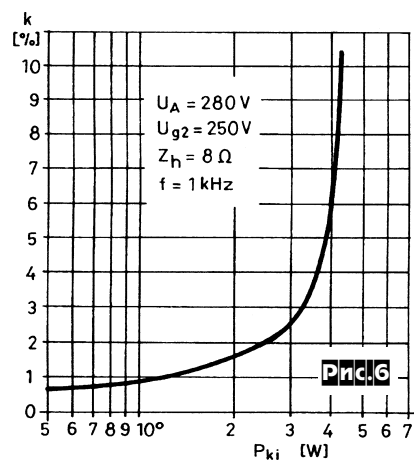
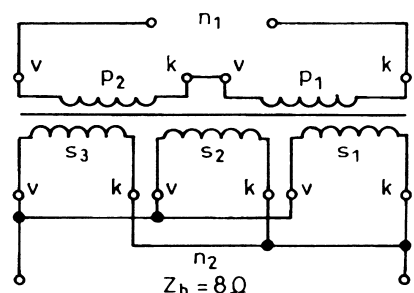
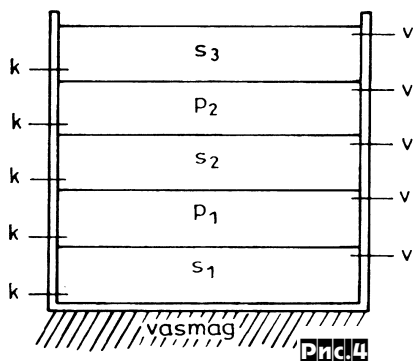
мента гармоник  $K_f$  (кривая 2) от приведенного к аноду сопротивления нагрузки  $R_a$  изображены на рис. 3; зарубежный аналог 6V6). Схема намотки выходного трансформатора  $Tr_1$  показана на рис. 4, каждая из двух секций первичной обмотки содержит по 2000 витков ПЭВ 0,18, а каждая из трех секций вторичной - по 160 витков ПЭВ 0,4, магнитопровод SM74 (Ш-образный, площа-



мальное анодное напряжение 275 В; зарубежный аналог 6SL7). Глубина регулировки тембра графически изображена на рис. 2. Выходной каскад выполнен на лучевом тетраде 6П6С (накал 6,3 В/450 мА, крутизна  $S=4$  мА/В, максимальное анодное напряжение 350 В, мощность анода 13,2 Вт, графики зависимости отдаваемой мощности  $P_{ki}$  (кривая 1) и коэффици-



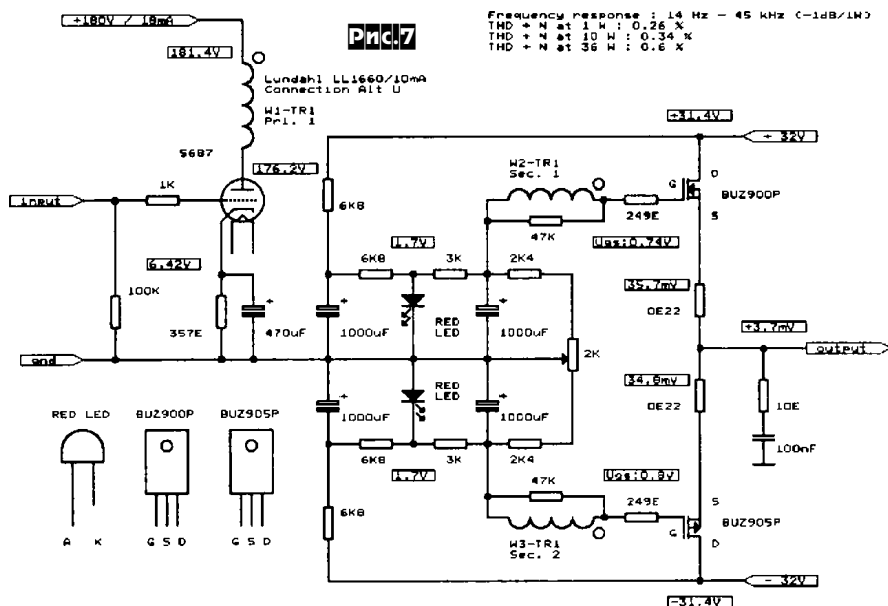
ной транзисторный каскад с 10-кратным усилением и входным сопротивлением 47 кОм обеспечивает чувствительность 30 мВ (его можно из схемы исключить, если источник сигнала развивает напряжение 300 мВ или больше). Пассивные регуляторы тембра НЧ (P2) и ВЧ (P3) включены между двумя каскадами уси-



дью 3,5 см<sup>2</sup>; аналогичный применен в отечественном ТВЗ-1-9 - ширина пластин 16 мм, толщина набора 24 мм). Благодаря охвату последних двух каскадов ООС через R17R11, АЧХ абсолютно линейна во всем звуковом диапазоне (рис. 5). Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности приведена на рис. 6. Резисторы P2 и P3 должны иметь логарифмическую зависимость сопротивления от угла поворота движка («Radiotechnika» №3/2000, с. 130-132).

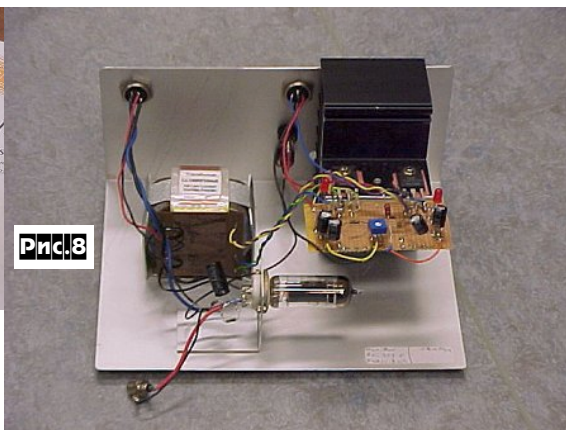
**Гибридные лампово-полевые High-End УНЧ** становятся все более популярными ввиду того, что они обеспечивают более удачное, чем чисто ламповые, согласование с низкоомной нагрузкой. Та-

к выводу, что лучшим разделительным конденсатором является ... согласующий трансформатор (рис. 7), который хорош еще и тем, что позволяет избавиться от также далеко не улучшающей звук резис-



кие усилители не охватываются ООС, поэтому качество их звучания зависит от каждого пассивного элемента, в том числе в значительной степени от разделительных межкаскадных конденсаторов. Уим де Хэан после длительных экспериментов пришел

к выводу, что лучшим разделительным конденсатором является ... согласующий трансформатор (рис. 7), который хорош еще и тем, что позволяет избавиться от также далеко не улучшающей звук резис-

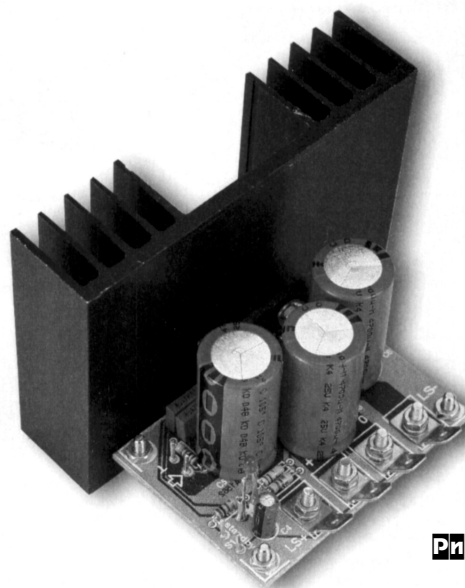
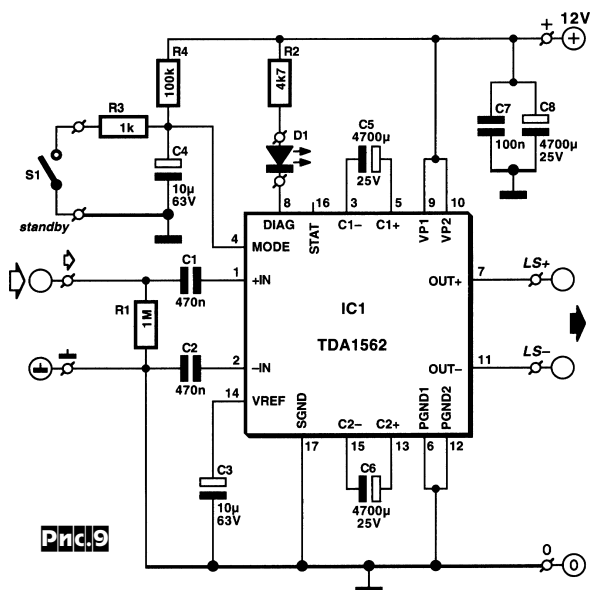


стных японских фирм Tango и Tamura автор остановился на более приемлемом по цене шведском Lundahl LL1660 (<http://www.lundahl.se>), выполненном на витом стержневом сердечнике (с-образном, рис. 8) с соотношением витков 1:(1+1) и первичной обмоткой индуктивностью 33 Гн, допускающей протекание постоянного анодного тока 20 мА. Резисторы в цепях затворов полевых транзисторов и параллельные вторичным обмоткам обеспечивают эффективное подавление побочных резонансов индуктивности обмоток с их паразитной емкостью и входной емкостью полевых транзисторов, благодаря чему АЧХ усилителя по уровню -1 дБ простирается от 14 Гц до 45 кГц. Коэффициент гармоник при выходной мощности 1 Вт составил 0,26%, 10 Вт - 0,36%, 36 Вт - 0,6%, коэффициент демпфирования 6,8 на частоте 100 Гц («Electronics World incorporating Wireless World» №3/2000, с. 198, 199).

**С. ван Руйдж** на основе ИМС Philips TDA1562Q разработал (рис. 9) мощный автомобильный УНЧ со следующими характеристиками:

напряжение питания ..... 8...18 В  
чувствительность ..... 775 мВ  
входное сопротивление ..... 70 кОм  
выходная синус. мощн. .... 54 Вт  
(на нагр. 4 Ома, Кг=1%, f=1 кГц)  
коэффициент гармоник  
..... 0,046% (1 Вт, 1 кГц)  
..... 0,29% (1 Вт, 20 кГц)  
..... 0,12% (35 Вт, 1 кГц)  
..... 0,7% (35 Вт, 20 кГц)  
отношение сигнал/шум ..... 88 дБ  
Полоса частот при мощности 25 Вт  
7,5 Гц - 185 кГц  
Ток потребления в режиме молчания  
135 мА.

Напомним (см. минисправочник в «РХ» №4/99, с. 34), что TDA1562 представляет собой мостовой (нагрузка подключается без



разделительных конденсаторов к паразитным выходам OUT+ и OUT- ) УНЧ с динамической вольтодобавкой (класс Н). Отличия от типовой схемы включения заключаются в применении це-



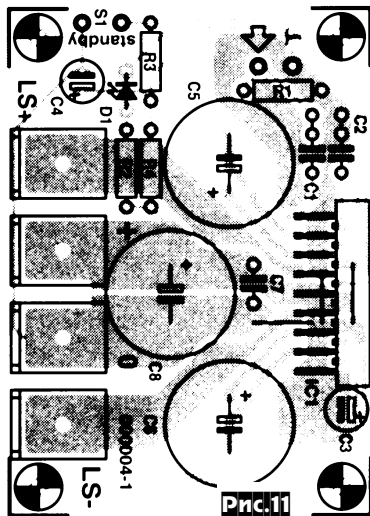
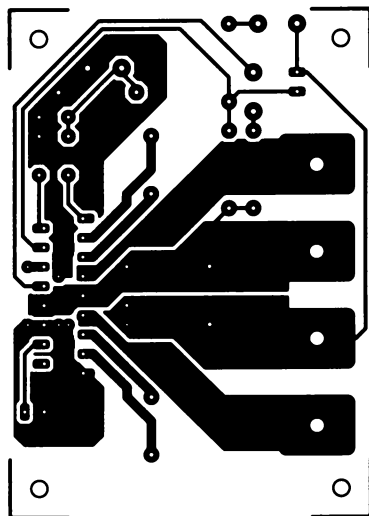


Рис.11



почки R3R4C4, автоматически переводящей усилитель в режим приглушения на несколько десятков миллисекунд (время заряда C4) при включении питания, что исключает какие бы то ни было «щелчки» в акустических системах. Кнопкой S1 также можно принудительно включить режим приглушения. Светодиод D1 начинает светиться в одном из аварийных режимов - перегрузке (коэффициент гармоник превысил порог 1,6%), к.з. выхода или перегреве кристалла свыше +145°C. ИМС монтируют на радиатор с тепловым сопротивлением не более 2,5 °C/Вт (рис. 10), чертеж печатной платы изображен в масштабе 1:1 на рис. 11 («Elektor Electronics» №2/2000, с.44-47).

Вариант системы адаптивного динамического подмагничивания (САДП, более подробно см. Радиоезеодник-91.-М: Патриот, 1991, с.7-30) с модулятором на оптроне (рис.12, изображен один из двух идентичных по схеме стереоканалов), не требующий никаких моточных узлов, предложил В.Мещеряков. На DA1 выполнен фильтр, выполняющий взвешивание «эффективного» подмагничивания, состоящего из суммы напряжения ГСП и ВЧ составляющих звукового сигнала записи, VD1R9C4DA2.1 образуют выпрямитель-интегратор-компаратор, являющийся сердцевиной САП управления током подмагничивания в зависимости от спектра и уровня сигнала записи. С выхода DA2.1 через токоограничивающий резистор модулирующее напряжение подается на светодиод оптрона VU1, который управляет проводимостью фотодиода оптрона, включенного в цепь базы VT1 и призапирающего последний при увеличении модулирующего напряжения. Поскольку VT1 включен в

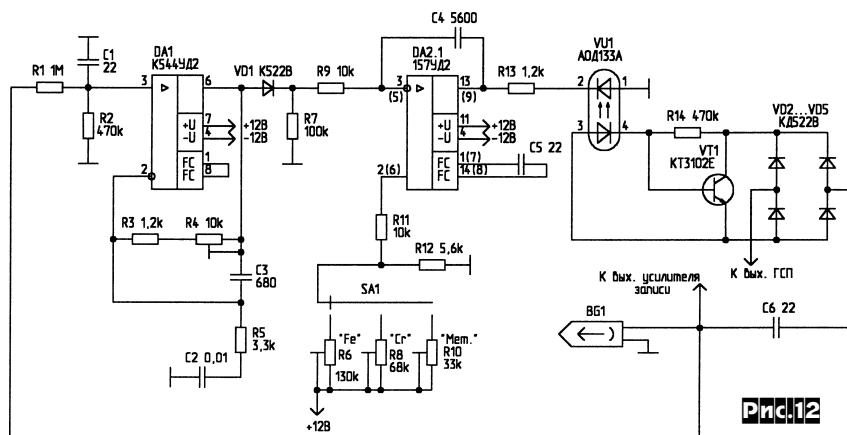


Рис.12

диагональ диодного моста VD2-VD5, его призапирание приводит к уменьшению тока подмагничивания, проникающего с выхода ГСП через C6 на головку записи BG1. Резисторами R6, R8, R10 устанавливают ток подмагничивания для лент типа Fe, Cr, Me, а R4 - выравнивают завал АЧХ на ВЧ при больших уровнях записи. Автор применяет описанное устройство в кассетном магнитофоне «Морион МП-101» с головкой 3Д24.080 («Радиолюбитель» №2/2000, с.14, 15). При-

На рис.13 изображена схема динамического компрессора Кекеши Иштвана с расширенным частотным (20 Гц - 2 МГц) и динамическим диапазоном входных сигналов. Он поддерживает выходное напряжение на уровне 0,7 В при изменении входного более чем на 80 дБ (от 1 мВ до 10 В). Для достижения этих характеристик применены две независимых петли задержанных АРУ. АРУ низкого уровня выполнена по принципу прямого регулирования на выпрямителе

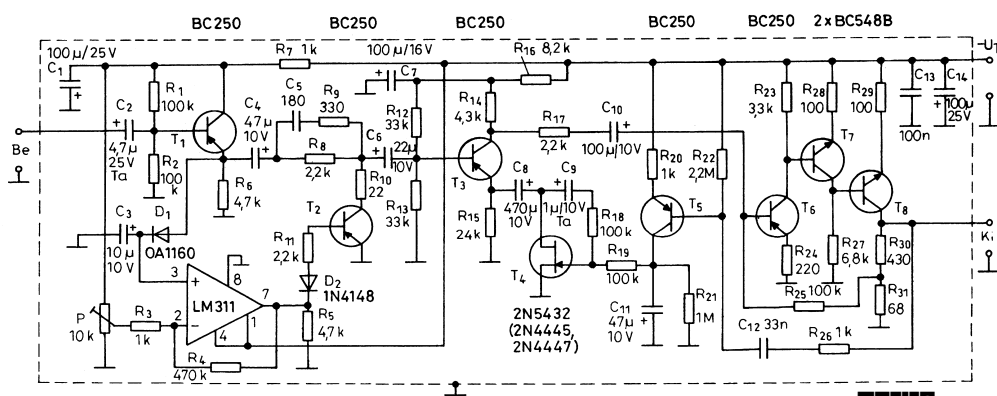
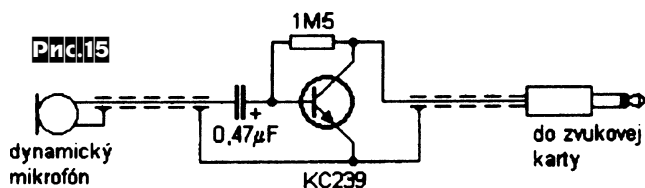
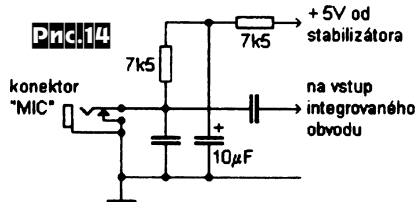


Рис.13



D1C3, УПТ LM311 и транзисторе T2, включенном как электрически регулируемое сопротивление в делитель напряжения  $R8/(R10+R_{кэ2})$ . Вторая АРУ (высокого уровня) выполнена в виде САР и образована усилителем T3T6T7T8, выпрямителем на T5C11 и электронным переменным резистором, функции которого выполняет полевой транзистор T4. Этот элемент по переменному току включен параллельно резистору R15 и, шунтируя его в большей или меньшей степени в зависимости от напряжения на затворе, изменяет в широких пределах коэффициент усиления каскада на T3. Входное и выходное сопротивление устройства - 50 кОм и 470 Ом, время восстановления 10 с («Hobby Elektronika» №2/2000, с. 48-49 \*).

Микрофонный вход звуковых карт для ПК предусматривает подключение высокочувствительных электретных микрофонов и для подпитки последних выполняется обычно по схеме **рис. 14** (фрагмент схемы - микрофонный вход типовой звуковой карты). Если возникает необходимость подключения динамических микрофонов, **Ладислав Яцай** предлагает для повышения уровня применять дополнительный **усилитель (рис. 15)**, «врезаемый» в микрофонный кабель и получающий питание по

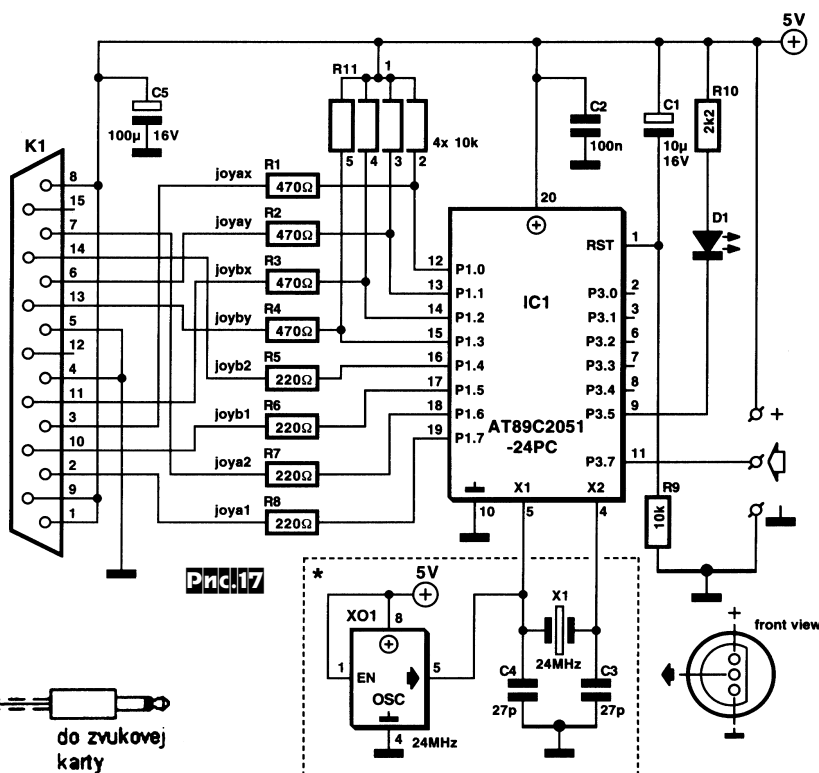


этому же кабелю («Praktická elektronika A radio» №12/99, с. 18).

Не секрет, что одним из наиболее популярных применений ПК являются компьютерные игры. Однако, управление компьютерными персонажами посредством клавиатуры и «мышки» далеко от совершенства, достигнутого в специально спроектированных «под игрушки» пультах управления игрового контроллера Nintendo 64 (**рис. 16**), содержащего несколько мембранных кнопок и прецизионный аналоговый электро-оптический джойстик. К сожалению, Nintendo не совместим с входом джойстика для IBM PC, и **К. Шустер** для решения проблемы разработал **адаптер (рис. 17)**, позволяющий использовать пульт Nintendo 64 без каких-либо драйверов, просто под-



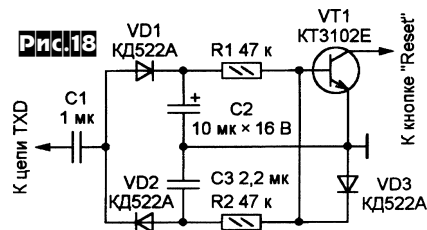
программа должна не реже, чем раз в 100 мс выдавать информацию на выход TXD любого COM-порта (это может быть в том числе и полезная информация, направляемая периферийному устройству). TXD-сигнал подается на два детектора уровня (**рис. 18**) VD1C2 и VD2C3 с разными постоянными вре-



ключив его к игровому порту IBM-совместимых ПК. Основу схемы составляет микроконтроллер AT89C2051-24PC (IC1) с внешним тактовым генератором на 24 МГц (XO1). Прошивка ПЗУ и исходный код доступны на <http://www.elektor-electronics.co.uk> («Elektor Electronics EXTRA» №2/2000, с. 2-5 \*).

**А. Долгий** предложил схему «сторожевого пса» (watchdog) - таймера, **автоматически перезапускающего «зависший» компьютер**. Он полезен для автоматических информационных и сетевых систем (BBS, FidoNode, серверы), а также систем управления, сбора данных и т.п., обслуживание которых оператором производится периодически, а работоспособность должна быть обеспечена непрерывно. Защищаемая от зависания

мени. При наличии сигнала напряжения на выходах обоих детекторов равны по амплитуде, но противоположны по знаку, поэтому потенциал базы VT1 нулевой и транзистор закрыт. При зависании TXD-сигнал прерывается и напряжения на выходах детекторов начинают уменьшаться, но поскольку  $C2 \gg C3$ , то через некоторое время C3 уже почти раз-



## ДАЙДЖЕСТ

ряжен, в то время как C2 все еще заряжен. В результате на базе T1 временно создается положительный потенциал и электронный ключ замыкает шину «Reset», обеспечивая «холодную» аппа-

ратную перезагрузку ПК. Во время старта ПК до загрузки рабочей программы TXD-сигнал отсутствует, поэтому C2 и C3 полностью разряжены, VT1 закрыт и устройство не прерывает загрузку опера-

ционной системы («Радио» №2/2000, с.27).

**К.Вольраб** на основе двух микроконтроллеров COP8782 (National Semiconductor) разработал устройство,



Рис.19

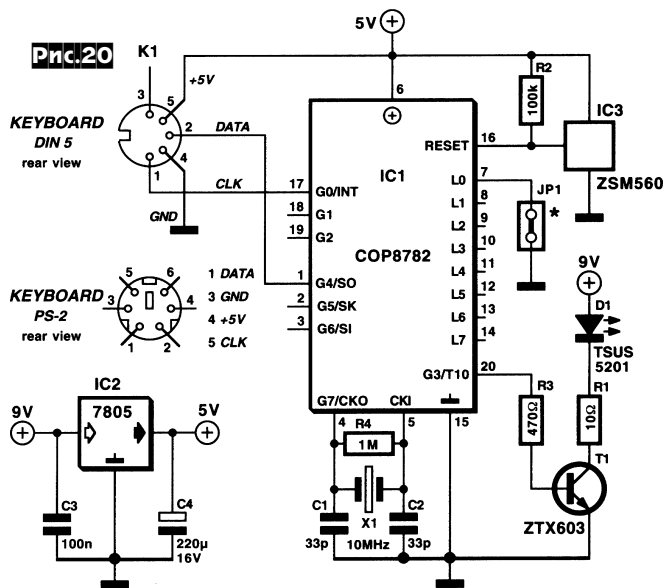


Рис.20

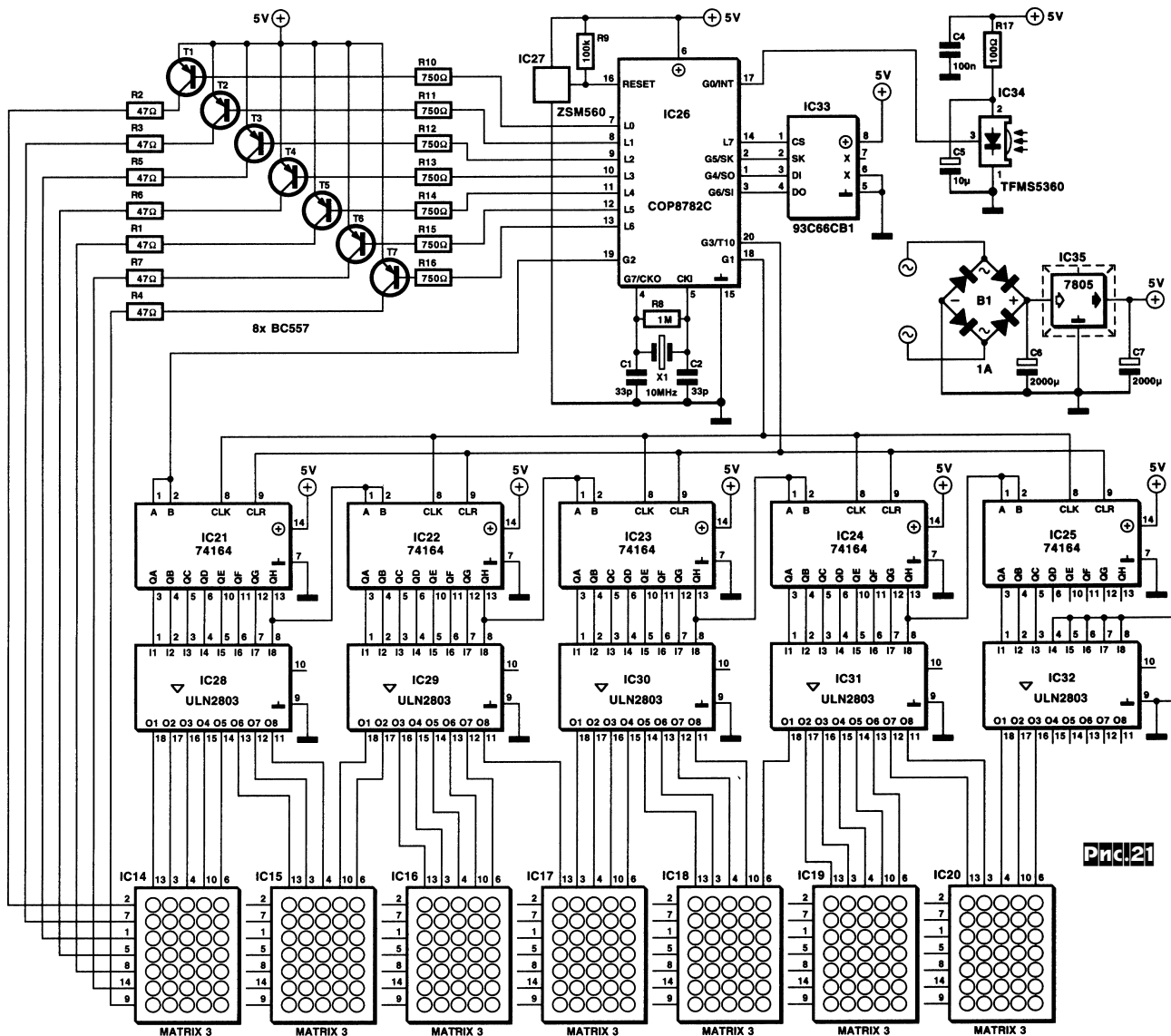
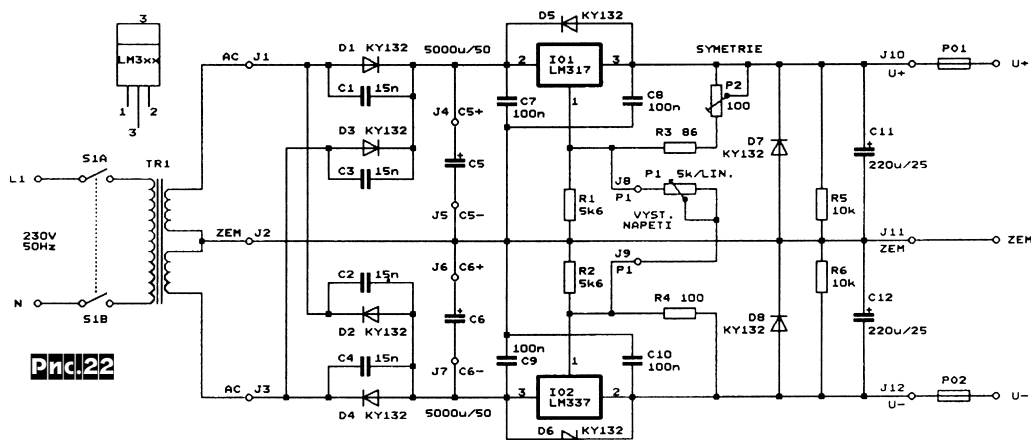


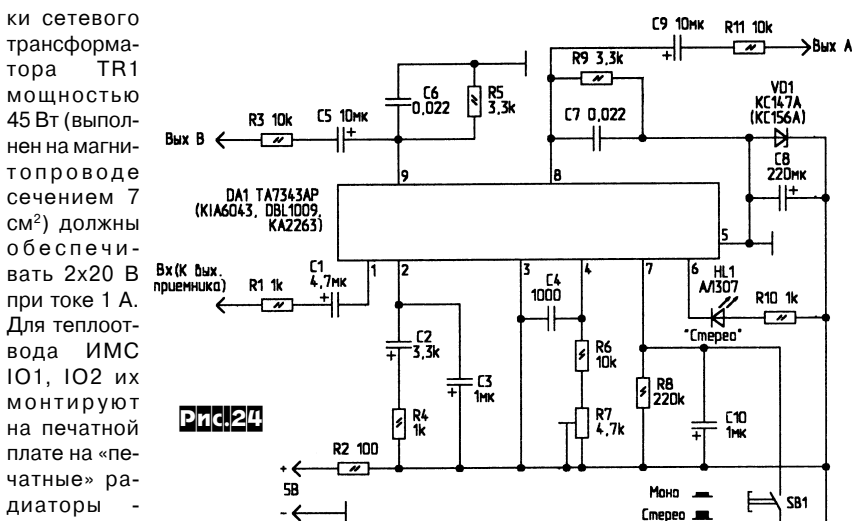
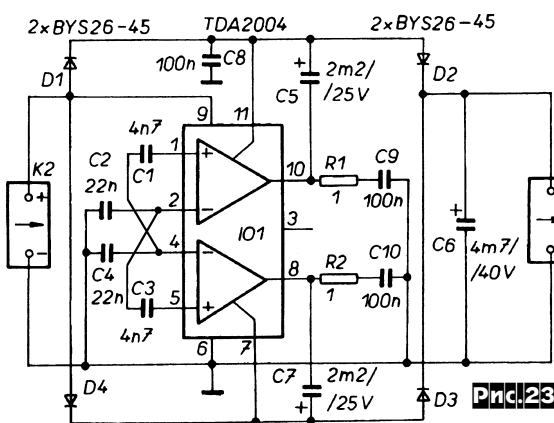
Рис.21





посредством которого текст от IBM-совместимой клавиатуры передается на матричный дисплей (рис.19), причем без компьютера и без проводов - ИК-лучами на расстояние до 10 м. Клавиатура (KEYBOARD) получает питание и передает данные через разъем K1 передатчика (рис.20), выполненного на 10-МГц микроконтроллере и преобразующего последовательные данные скэн-кодов клавиатуры в модуляцию 36-килогерцовой несущей, подаваемой на инфракрасный светодиод D1. В приемнике (рис.21) сигнал с фотоприемника IC34 (содержит ИК-фотодиод, усилитель, фильтр и формирователь) декодируется, преобразуется микроконтроллером IC26 и через цепочки регистров сдвига IC21-25 и драйверов динамической индикации IC28-32, T1-T7 подается на 7 светодиодных матриц 5x7. Всего с клавиатуры может быть введено до 508 знаков, которые хранятся в 512-байтном энергонезависимом ЗУ IC33, соединенном с микроконтроллером по интерфейсу Microwire. Завершив ввод всего текста, с клавиатуры можно запустить «бегущую строку», после чего передатчик можно выключить до тех пор, пока не потребуются ввести новый текст: приемник обеспечивает автоматическое циклическое повторение ранее введенного текста в виде «бегущей строки» и после включения питания. Токи потребления: передатчик (с учетом клавиатуры) 110 мА, приемник с дисплеем - от 25 мА (все знаки погашены) до 100 мА в среднем и 200 мА в наименее благоприятном случае. Прошивки ПЗУ доступны с <http://www.elektor-electronics.co.uk> («Elektor Electronics EXTRA» №2/2000, с.6-9, 12-15).

**Лабораторный двухполярный БП (рис.22) Б.Соботка и М.Кухалека** обеспечивает синхронно регулируемые напряжения от  $\pm 1,2$  до  $\pm 25$  В при токе до 1 А. Регулировка выходного напряжения осуществляется потенциометром P1, а симметрирование (только при налаживании) - триммером P2. Вторичные обмот-



ки сетевого трансформатора TR1 мощностью 45 Вт (выполнен на магнитопроводе сечением 7 см<sup>2</sup>) должны обеспечивать 2x20 В при токе 1 А. Для теплоотвода ИМС IO1, IO2 их монтируют на печатной плате на «печатные» радиаторы - площадки невытравленной меди размером по 2,5x3 см («Prakticka elektronika A radio» №12/99, с.6, 7 \*). *Примечание редакции.* IO1, IO2 во избежание перегрева при малых выходных напряжениях и больших токах необходимо установить на более эффективные теплоотводы.

**Ярослав Белза** опубликовал схему удвоителя постоянного напряжения (рис.23) на основе двух УНЧ ИМС TDA2004, сконфигурированных мульти-

вibratorом (рабочая частота 5 кГц), парафазные выходы которых через конденсаторы C5 и C7 и диоды D2, D3 поочередно заряжают нагрузочный конденсатор C6. Без изменения номиналов схема нормально работает как от 6, так и от 12-вольтового мото/автомобильного аккумулятора, обеспечивая на выходе соответственно 12 и 24 В при КПД 80%. При этом рассеиваемая на ИМС мощность не превышает 4 Вт, что позволяет монтировать их на небольшом радиаторе с тепловым сопротивлением 5°C/Вт («Prakticka elektronika A radio» №12/99, с.30).

**С.Сыч** предложил простую схему стереодекодера для УКВ(ФМ)-приемников, работающих в диапазонах 66...74 МГц или 88...108 МГц (рис.24). Сигнал с выхода частотного детектора приемника поступает через корректирующую цепь R1C1 на вход DA1. При наличии стереосигнала засвечивается HL1

(«Стерео»). С выводов 8 и 9 DA1 снимаются декодированные стереосигналы, которые подаются на входы УЗЧ. Замыканием SB1 принудительно включается режим «Моно». Подстроечником R7 устанавливается наилучшее разделение каналов ЗЧ («Радиолобитель» №1/2000, с.15).

**Си-Би радиостанция С.Андреева** построена на ИМС УКВ-ЧМ приемника K174XA42A (полный аналог KC1066XA)

и работает с классом излучения F3E. Соответствующим выбором емкостей конденсаторов активных фильтров ПЧ (рис.25) ему удалось перевести ИМС в узкополосный режим с ПЧ 3 кГц, при котором небольшая разность между частотами несущей и гетеродина (3 кГц) позволяет использовать один и тот же квар-

(A1) и УНЧ (VT2-VT4). Передатчик состоит из микрофонного усилителя (VT8VT9), задающего ЧМ-генератора (VT7, VD4) и выходного каскада (VT5). Назначение переключателей: S1 - прием/передача, S2 - питание, S3 - кнопка вызова. В радиостанции можно применять любые малогабаритные микрофоны (автор ис-

сах СМРК ТВ УСЦТ проводом ПЭВ 0,31-0,43. L1 содержит 6,5 витков, L2 - 18, L4-L6 намотаны на одном каркасе: сначала 8 витков L6, затем 5 витков L5, затем 1 виток L4. Мощность передатчика 200 мВт, чувствительность приемника 0,5 мкВ, потребляемый ток 7 мА в режиме дежурного приема и 60 мА в режиме передачи («Радиоконструктор»/Вологда, №11/99, с.2, 3).

**Игорь Нечаев, UA3WIA и Игорь Безруцкий, RA3WNK** предложили схему трансвертера на 2-метровый диапазон с выходной мощностью 5 Вт и чувстви-

тельностью 0,14...0,15 мкВ (при использовании его с Си-Би трансиверами «Dragon SS-485», «President Lincoln», «Dragon SY-101+»). К XW1 (рис.26) подключают трансвертер, к XW2 - антенну на 27 МГц, а к XW3 - антенну 2 м диапазона. На VT7 собран кварцевый гетеродин на 58997 кГц, а на VT8VT9 - умножитель частоты (118 МГц). VT1VT2 - балансный смеситель, VT3VT4 - усилитель мощности передатчика, а VT10VT11 - УВЧ приемника. SA1 подает +13,5 В на трансвертер, замыкает антенну диапазона 27 МГц на общий провод и подключает трансвертер к трансиверу. В режиме передачи выпрямленное VD1 ВЧ-напряжение переводит VT3 в класс АВ и отключает питание от УВЧ (VT10VT11) с помощью VT5VT6. L1, L2, L5-L7, L9, L12, L16-L18 - бескаркасные, с внутренним диаметром 5 мм. L1 и L2 - по 7,5 витков ПЭВ-2 0,2. L6, L7, L16-L18 - по 3,5 витка, а L9, L12 - по 2,5 витка ПЭВ-2 0,7. L5 - поверх L6 один виток сложенного вдвое провода ПЭВ-2 0,2. L7, L17, L18 - с шагом 0,5 мм, длина выводов 7...10 мм. Отводы L7 и L18 - от 0,8 и 2-го витка, считая от нижнего конца по схеме. L3, L4, L15 - вдвое сложенным ПЭВ-2 0,2 на каркасе диаметром 5,8 мм. L3 и L4 - по 10 витков, L15

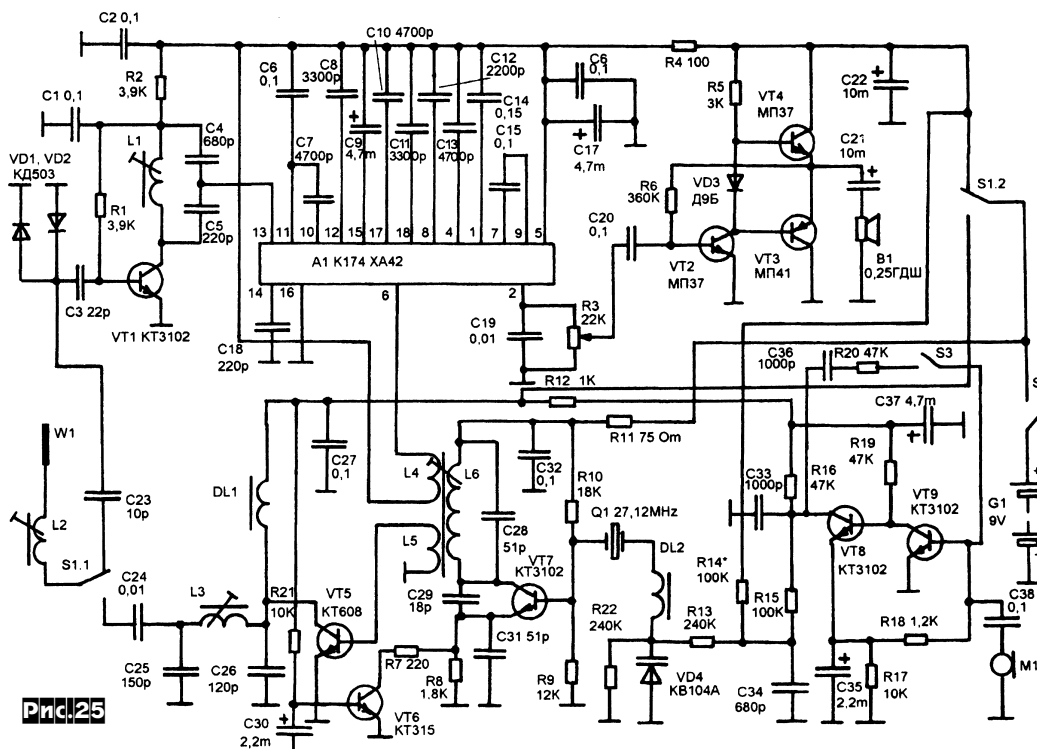
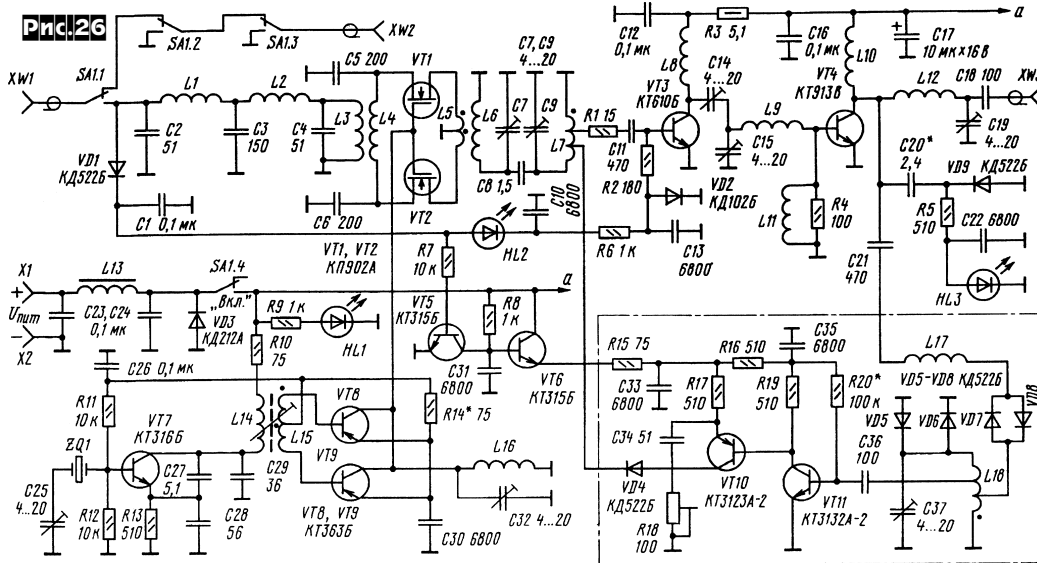


Рис.25



цевый генератор как в передатчике (как задающий), так и приемнике (как гетеродин), обеспечивая сдвиг частоты последовательной LC-цепочкой (DL2VD4). Приемник состоит из УРЧ (VT1), преобразователя-УПЧ-ЧД-шумоподавителя

пользовал капсюль от наушников китайского аудиоплеера) и громкоговоритель. Антенна - телескопическая от радиопередатчика, длиной 600-750 мм. Дроссели DL1, DL2 типа ДМ-01 20 мкГн. Все катушки намотаны на карка-

- 1,5 витка поверх L14, а L14 - 5,8 витка ПЭВ-2 0,4. Подстроечник L14, L15 - марки 7ВН (С2,8х10). L8, L10 бескаркасные с внутренним диаметром 3 мм по 15...20 витков ПЭВ-2 0,2. L11 намотана на R4 - 30 витков ПЭВ-2 0,1. L13 - 10 витков ПЭВ-

2 0,2 на кольце K10x6x3 мм M1000NM («Радио» №2/2000, с.60, 61 \*).

Хельмут Израэль предложил схему цифрового речевого магнитофона (рис.27) на ИМС ISD2590 с максималь-

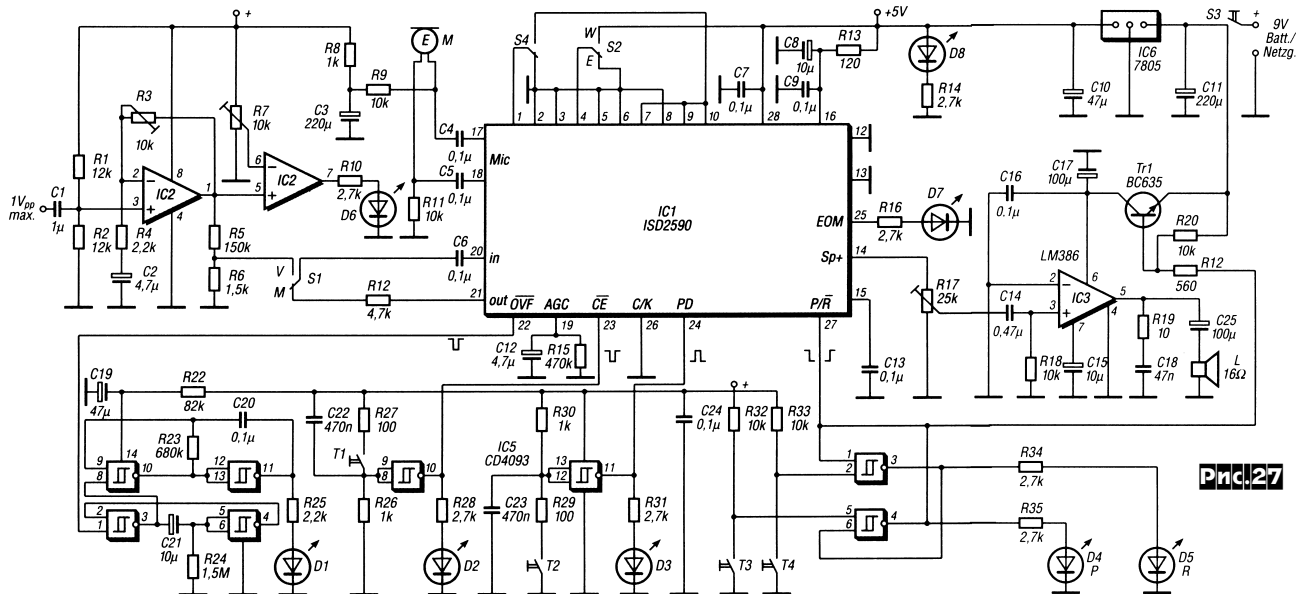
**FUNK  
AMATEUR**

49. JAHRGANG - MÄRZ 2000  
6 DM - 6 sfr - 45 oS - 7,25 hfl - 25 dkr

3.00

Das Magazin für Funk  
Elektronik · Computer

**QST**  
Official Journal of  
ARRL  
The national association  
for AMATEUR RADIO  
November 1999



**Рис.27**

ным временем записи/воспроизведения 90 с. Такие устройства могут найти применение в системах измерений, контроля, оповещения, охраны и т.д., а также на любительских радиостанциях. ISD2590 имеет частоту дискретизации 5,3 кГц при тактовой частоте 682,7 кГц. Если использовать ISD25120 - время записи 120 с при частоте дискретизации 4 кГц. Обе ИМС имеют 480 тысяч аналоговых ячеек памяти, каждая из которых способна запомнить 256 значений уровня.

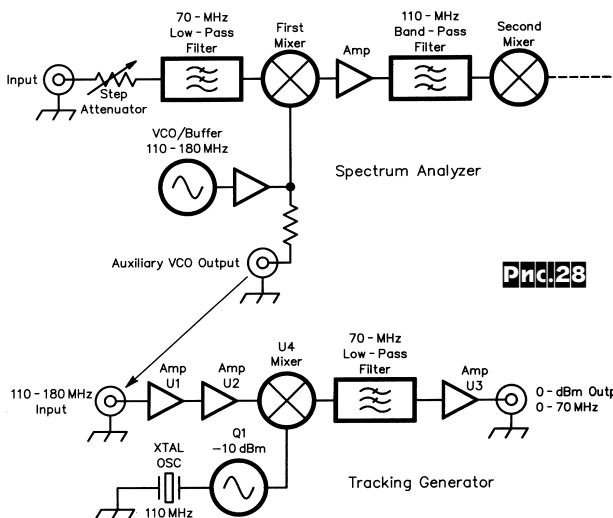
Работа схемы в режиме записи:

1. Готовность к записи: T4, P/R, D5 светится.
2. Начало записи: T1, CE, D2 не мигает, D7 светится.
3. Окончание записи: T1, CE, D2 не мигает, D7 не светится.
4. Продолжение записи: T1, CE, D2 мигает, D7 светится; при заполненном накопителе - D1 мигает с большими паузами.
5. Возврат к началу запоминания: T2, PD, D3 начинает мигать, D7 не светится.

Режим воспроизведения:

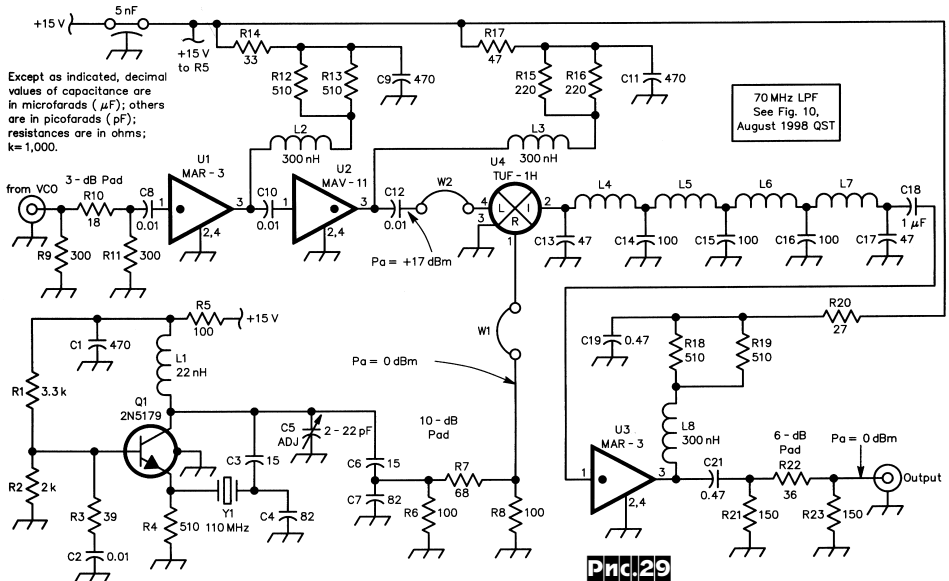
1. Готовность к воспроизведению: T3, P/R, D4 светится.
2. Начало воспроизведения: T1, CE, D2 не мигает, D7 светится.
3. Конец воспроизведения: T1, CE, D2 не мигает, D7 не светится.
4. Возврат к началу запоминания: T2, PD, D3 начинает мигать, D7 не светится.

На ИМС CD4093 собраны противодребезговые ячейки. S1 подключает микрофон, S3 - питание, T3 включает режим воспроизведения, T4 - режим записи («Funkamateur» №3/2000, с.285-287).



**Рис.28**

Для того, чтобы превратить анализатор спектра в измеритель АЧХ, его нужно дополнить так называемым «следящим» генератором. На рис.28 показана блок-схема входной части анализатора спектра в полосе 0...70 МГц с преобразованием вверх (первая ПЧ 110 МГц) с помощью гетеродина управляемого напряжением (VCO), сканирующего от 110 до 180 МГц. Если сигнал с выхода этого VCO подать на следящий генератор



**Рис.29**



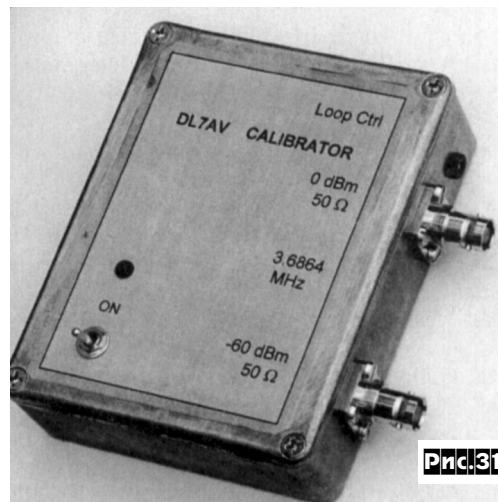
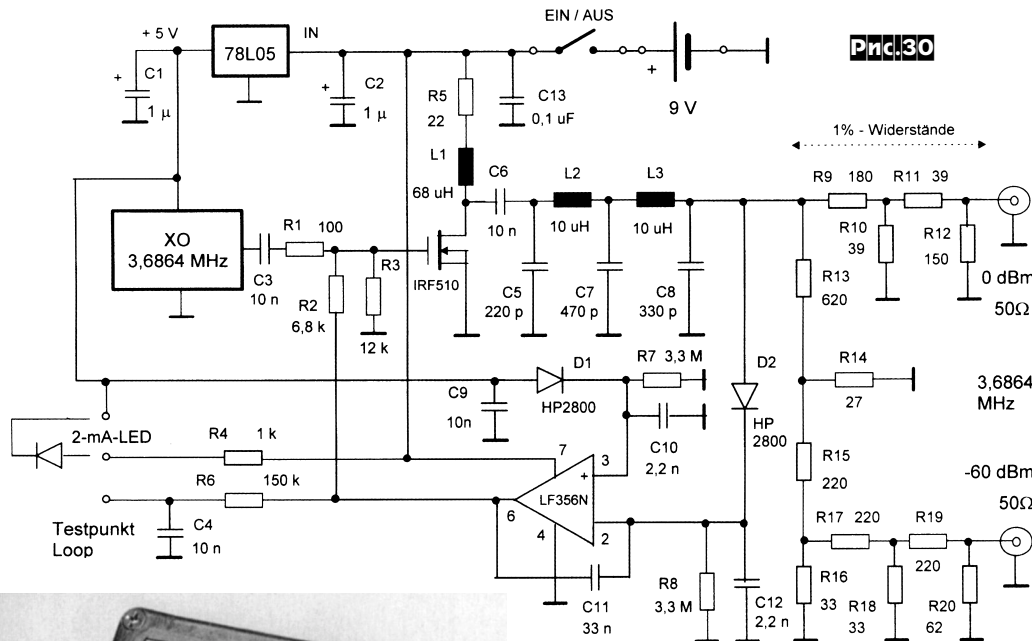


ответственно. Резисторы этих аттенюаторов должны быть с 1% допуском. Узел стабилизации амплитуды выходного сигнала собран на D2 и LF356N. Печатная плата прибора размещена в экранирующем металлическом корпусе, его внешний вид показан на **рис.31** («CQ DL» №9/99, с.747-749 \*).

Многие программы для радиолюбителей позволяют работать различными видами связи (CW, RTTY, AMTOR, PACTOR, PACKET, PSK31, SSTV и т.д.), используя в качестве модема звуковую карту. Большую коллекцию таких программ можно найти на <http://www.muenster.de/~welp/sb.htm>. Для оперативной работы такими видами связи необходимо предусмотреть **автоматическую подачу сигнала РТТ программой на трансивер, а для перехода к голосовым видам связи (SSB, FM, AM) - подключение микрофона к**

**трансиверу.** Схему устройства, обеспечивающего эти функции, предложил **Сальвадор Эстебан, EB3NC (рис.32)**. Команда переключения на передачу (РТТ), формируемая программами по командам DTR или RTS (высокий уровень) через COM порт компьютера (разъем J1/DB9-F на рис.32), открывает транзистор Q2, который соединяет контакт 3 разъема J4 с общим проводом, переводя трансивер на передачу (TX). При этом свечение DS1 сигнализирует о режиме TX. К J2 и J3 подсоединяются выход и вход звуковой карты компьютера. При нажатии S1 трансивер переключается в режим TX и через J4 на него подается звуковой сигнал с микрофона, усиленный Q1 («QST» №11/99, с.60, 61).

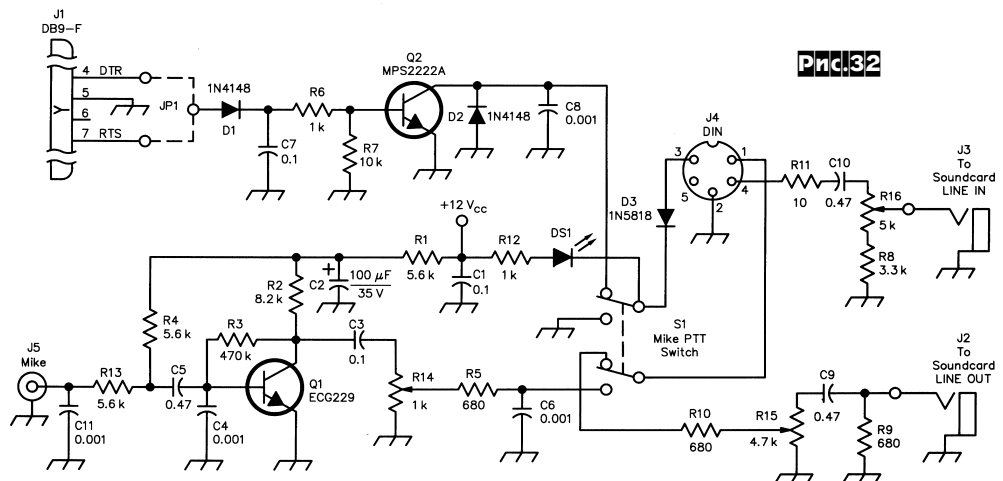
**Владимир Поляков, RA3AAE** предложил конструкцию простой «балконной» антенны с емкостной нагрузкой для 10-метрового диапазона. Это гибкий сталь-



**Томас Мольтер, DL7AG** предложил схему **калибратора**, имеющего следующие характеристики: частота 3,6864 МГц (стабилизирована кварцем), уровень выходного напряжения -0,1 дБм ( $\pm 0,1$  дБ) и -60,2 дБм ( $\pm 0,25$  дБ), выходное сопротивление 50 Ом, напряжение питания 9 В, потребляемый ток 50 мА. Такой калибратор совместно с дополнительным аттенюатором может быть полезен для калибровки S-метров, измерения коэффициентов передачи четырехполюсников на фиксированной частоте и т.д. Схема устройства показана на **рис.30**, где XO - модульный кварцевый генератор, сигнал с которого усиливается IIRF510 и через ФНЧ L2L3C5C7C8 поступает на выходы «0 dBm» и «-60 dBm» через аттенюаторы R9-R12 и R13-R20 со-

ответственно. Резисторы этих аттенюаторов должны быть с 1% допуском. Узел стабилизации амплитуды выходного сигнала собран на D2 и LF356N. Печатная плата прибора размещена в экранирующем металлическом корпусе, его внешний вид показан на **рис.31** («CQ DL» №9/99, с.747-749 \*).

(блок-схема на рис.28 снизу), то на его выходе получим ВЧ напряжение, изменяющееся в полосе 0...70 МГц синхронно с VCO анализатора. Подключив между выходом следящего генератора и входом анализатора исследуемый четырехполюсник, можно наблюдать его АЧХ. Схему такого **следящего генератора (рис.29)** предложили **Вес Хейвард, W7ZOI** и **Терри Вайт, K7TAU**. На Q1 и кварцевом резонаторе Y1 собран гетеродин на 110 МГц, на U1 и U2 - усилители ВЧ напряжения сканирующего гетеродина анализатора, U4 - смеситель, C13-C17, L4-L7 - ФНЧ с частотой среза 70 МГц, U3 - выходной усилитель. L4-L7 - бескаркасные по 8 витков медным проводом диаметром 0,65 мм на оправке диаметром 5...6 мм («QST» №11/99, с.50-52).



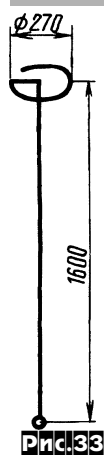


Рис.33

ной «штырь» с переменным диаметром от 3 до 1,7 мм (рис.33). На его конце имеется емкостная нагрузка, представляющая собой виток плоской спирали из того же прутка, что и «штырь». Частотная зависимость КСВ представлена на рис.34. Антенна установлена горизонтально на балконе девятого этажа. В качестве противовесов служит металлическое ограждение балкона, имеющее электрический контакт с арматурой железобетонной стены. Антенна запитывается 50-омным кабелем,

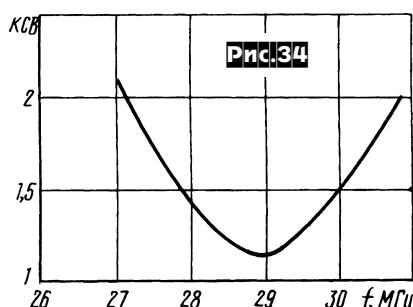


Рис.34

центральная жила которого соединена с нижним концом штыря, а оплетка - с балконным ограждением. Материалом для полотна антенны могут быть и более толстые прутки и трубки с постоянным диаметром («Радио» №2/2000, с.64).

**И.Гончаренко**, EU1TT предложил конструкцию направленной антенны на 7 МГц с переключаемой на 8 направлений диаграммой направленности, усилением

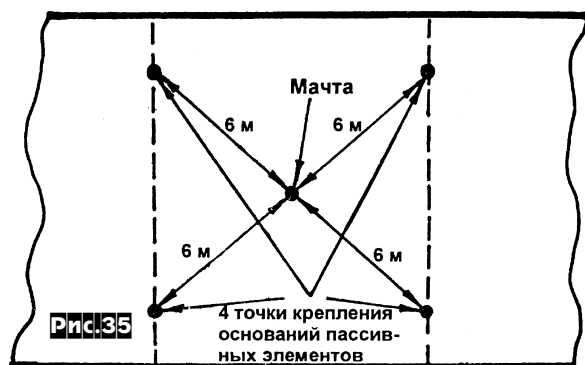


Рис.35

не менее 6,3 дБ и возможностью подавления помех не менее 18 дБ. Антенна представляет собой центральный излучатель длиной 13,5 м, установленный на опорном изоляторе (удлиненный двумя трубами снизу 10-метровый «телескоп», диаметр снизу 60 мм, сверху - 24 мм) с четырьмя пассивными наклонными элементами из многожильного алюминиевого провода от воздушных ЛЭП общим диаметром около 7 мм и длиной по 10,5 м. Нижние концы пассивных элементов расположены на расстоянии 6 м от излучателя по углам квадрата (рис.35), а верхние растянуты капроновым шнуром к вершине излучателя, выполняя и роль верхнего яруса растяжек. Растяжки двух



нижних ярусов разбиты орешковыми изоляторами через каждые два метра. С помощью подключаемых контактами низкочастотных силовых реле определенных реактивностей (конденсаторов или индуктивностей), можно использовать и шлейфы) между нижними концами и противовесами каждый пассивный элемент может выполнять роль директора или рефлектора (рис.36). Подбором С1 добиваются минимального КСВ при положениях 1 директор + 3 рефлектора (1D+3R), а С2 - для 2D+2R. Вторая половина вертикальной антенны - это система противовесов. Для активного элемента даже на узкой крыше 6...8 резонансных противовесов размещаются без особых проблем. А с противовесами под пассивными элементами дело сложнее, их основания получаются в 2...3 м от края крыши. Возможный выход показан на рис.37. С каждой стороны крыши устанавливается по три деревянных шеста длиной около 2 м. Под каждым пассивным элементом размещается по 4 резонансных противовеса - два прямые в сторону крыши и два изогнутые, как показано на рис.37 (под тремя пассивными элементами пары прямых противовесов, лежащие на крыше, условно не показаны). Последовательность настройки:

1. Включают один элемент директором, остальные три -

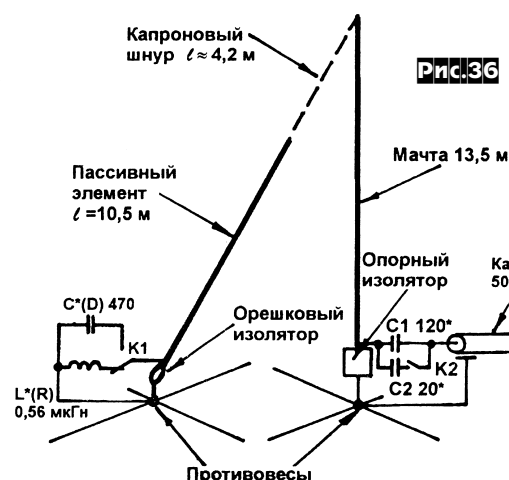


Рис.36

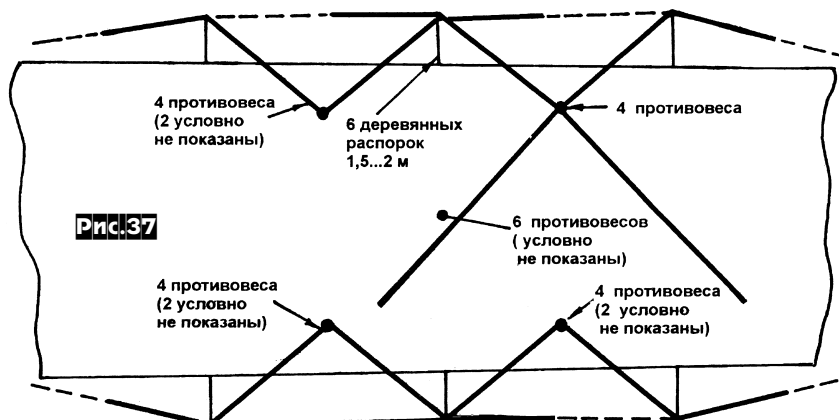


Рис.37

рефлекторами.

2. Используя ВЧ-мост, настраивают С1 (временно заменить на переменный) по минимуму КСВ на 7,05 МГц.

3. Отключают питающий кабель и настроенный С1 замыкают на противовесы через резистор 50 Ом.

4. Включают ВЧ-мост в разрыв между коммутатором и пассивным элементом, включенным рефлектором, и, настраивая катушку, добиваются резонанса на 6,8 МГц.

5. Повторяют п.4 для всех пассивных элементов.

6. Так же, как п.4, но пассивный элемент включают директором и настраивая конденсатор, устанавливают резонансную частоту 7,25 МГц.

7. Повторяют п.6 для всех пассивных элементов.

8. Повторяют п.п.1 и 2.

9. Повторяют п.п.1...7.

10. Включают положение 2D+2R и, не трогая С1, подбирают С2 по минимуму КСВ на 7,05 МГц.

11. Используя любой индикатор поля, подстраивают катушки рефлекторов (все одинаково) по максимуму подавления заднего лепестка в положении 1D+3R.

12. Для точной настройки конденсаторов директоров (положение 1D+3R) че-

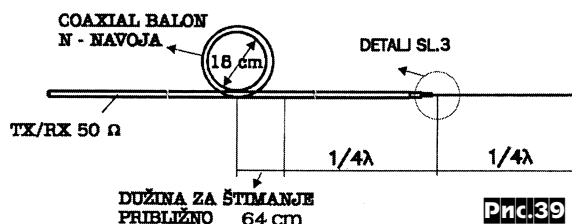
рез настраивают КПЕ подключают ВЧ-мост к активному вибратору (С1 и С2 временно отключают). Убирая настраиваемый КПЕ входную реактивность, измеряют



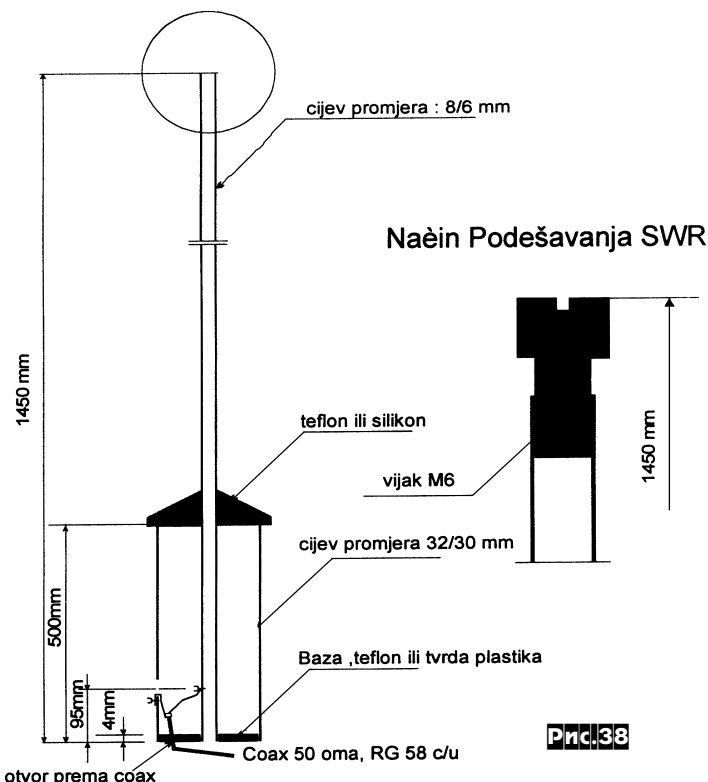
активную часть входного сопротивления антенны  $R_{вх}$ . Если  $R_{вх} < 50$  Ом, то емкость конденсатора директора следует немного уменьшить, если  $R_{вх} > 50$  Ом - увеличить. Точная настройка конденсатора директора соответствует  $R_{вх} = 50$  Ом. Эту процедуру (переключая направления) повторяют для всех 4 конденсаторов директоров.

13. Повторяют п.2 и окончательно ус-

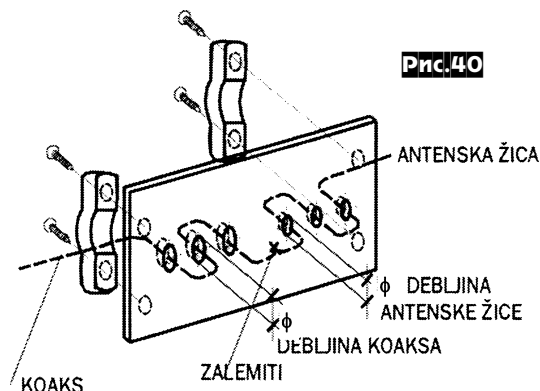
ниевой трубы с наружным диаметром 32 мм и внутренним - 30 мм, выполняющий функцию согласующего устройства. На расстоянии 95 мм от нижнего торца антенны к внутренней трубке коаксиала согласующего ус-



Pr. 39



Pr. 38



Pr. 40

тройства подсоединяется центральный проводник 50-омного коаксиального кабеля (хомутиком или пайкой - в зависимости от материала трубки). На этом

волновой трансформатор, т.е. в этом случае возможно применение металлического днища, обеспечив его электрический контакт с центральной трубкой и наружным стаканом.

Абдула Гутич предложил также простую конструкцию «коаксиального диполя» (рис. 39). Правая проводочная половина диполя (антенный канатик, биметалл и т.п.) соединяется с центральной жилой 50-омного кабеля, а второй половиной является оплетка кабеля. На расстоянии четверти длины волны от центра диполя плюс ~64 см (этот участок - необходимый запас для настройки на минимум КСВ) из этого же кабеля наматывается «заграждающий» дроссель на

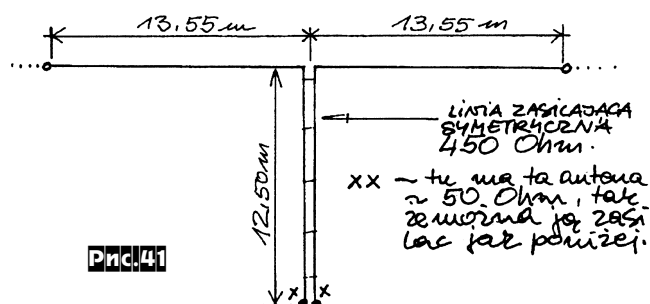
танавливают С1.

14. Повторяют п.10 и окончательно устанавливают С2.

Настроенная антенна в положениях 1D+3R имеет: на 7,0 МГц КСВ<1,3; на 7,05 МГц КСВ<1,1; на 7,1 МГц КСВ<1,3. В положениях 2D+2R - на 7,0 МГц КСВ<1,6; на 7,05 МГц КСВ<1,35; на 7,1 МГц КСВ<1,6. Для улучшения согласования для 2D+2R при выполнении п.12 следует установить  $R_{вх} = 60$  Ом. Тогда в обоих случаях (1D+3R и 2D+2R) получим: на 7,0 МГц КСВ<1,5; на 7,05 МГц КСВ<1,25; на 7,1 МГц КСВ<1,5 («Радиолюбитель. КВ и УКВ» №1/2000, с.28-31).

Абдула Гутич, Т99С предложил конструкцию простой вертикальной полуволновой антенны на 145 МГц (рис. 38), представляющую собой разновидность J-антенны. Ее общая высота 1450 мм, излучающая часть - 950 мм (медная или дюралюминиевая трубка с наружным диаметром 8 мм и внутренним - 6 мм). Внизу расположен коаксиальный четвертьволновой трансформатор высотой 500 мм из отрезка медной или дюралюми-

же уровне в наружном стакане трансформатора просверливается отверстие, к краю которого подсоединяется оплетка кабеля. Днище трансформатора изготавливается из тefлона или оргстекла толщиной 4 мм с отверстиями под центральную трубку и кабель питания. Для защиты от влаги верх и днище коаксиального трансформатора заливают силиконом, а в верхний торец излучателя вкручивают винт М6, который можно использовать и как элемент настройки антенны на выбранный участок 2-х метрового диапазона. Минимального КСВ добиваются, при необходимости, изменением точек подключения кабеля («Radio T9», июнь/июль 1999, с.22). От редакции: в классической J-антенне применяется короткозамкнутый четверть-



Pr. 41

оправке диаметром 18 см - 20 витков для диполя 160-метрового диапазона, 13 витков - для 80 м, 9 - для 40 м, 8 - для 30 м, 7 - для 20 м, 6 - для 17 или 15 м, 5 - для 12 или 10 м. Узел крепления кабеля к проводнику правой половины диполя показан на рис. 40 («Radio T9», апрель 1999, с.22).

DJ0MAQ/SP3FUK предложил вариант конструкции дипольной антенны ZS6BKW на 40, 20, 17, 12 и 10 м (рис. 41). Длина полотна этой антенны 2x13,55 м. Секрет многодиапазонности - в наличии



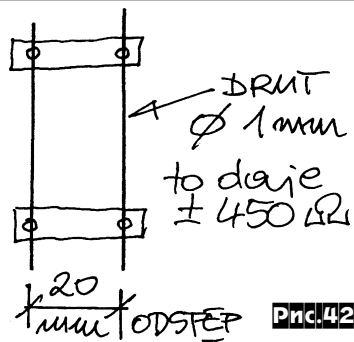


Рис.42

согласующей симметричной линии с волновым сопротивлением 450 Ом длиной 12,5 м, которая выполнена из медных проводников диаметром 1...1,5 мм, расположенных на расстоянии 20 мм с помощью изоляционных распорок (рис.42). Сопротивление в точках ХХ линии на всех пяти диапазонах составляет около 50 Ом и есть возможность подключить к этим точкам 50-омный кабель непосредственно (рис.43 справа) или через симметрирующий трансформатор 1:1 (рис.43 слева). Если длину полотна антенны и согласующей линии увеличить в 2 раза, она станет работоспособной, начиная с 80 м, но сопротивление в точках ХХ уменьшится до 20 Ом. Антенну на этом же принципе, но только для 7 и 21 МГц предложил G3TKN (рис.44). Сопротивление в т.т. ХХ около 75 Ом, поэтому ее лучше запитывать 75-омным коаксиальным кабелем («QTC magazyn kronkofalowcow» №3/2000, с.90).

SPOSÓBY ZASILANIA ANT.:

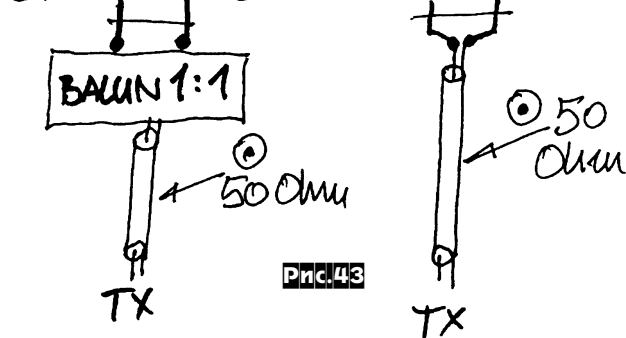


Рис.43

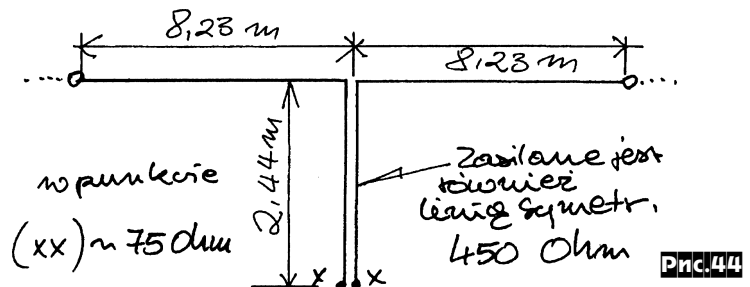


Рис.44

Знак «\*» в конце библиографических ссылок «Дайджеста» означает наличие в первоисточнике рисунка печатной платы или иного конструктива. Вы можете заказать в редакции наложенным платежом копии статей, упомянутых в дайджесте (из изданий, с которыми у «РХ» имеется договоренность о взаимном обмене информацией). Ориентировочная стоимость - 0,15 у.е. за страницу копии формата

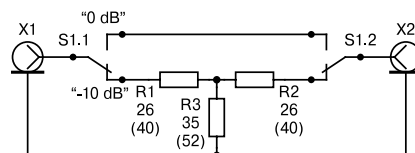
A4 плюс почтовые расходы. Форма заявки: «Прошу выслать наложенным платежом копии статьи из журнала <название первоисточника>, сведения о которой опубликованы в «Дайджесте РХ» № <номер и страницы «РХ»>. Мой адрес <индекс и полный почтовый адрес, Ф.И.О. без сокращений>. Оплату наложенного платежа при получении на почте гарантирую. Подпись»

## Аттенюатор мощности передатчика

Игорь Григоров, RK3ZK, г.Белгород

В последнее время в страны СНГ поступает все большее количество импортной радиопередающей аппаратуры как Си-Би, так и для КВ, выходные каскады которой собраны на транзисторах. Долгий опыт «общения» с ламповой техникой, не боящейся случайных антенн, приучил радиолюбителей не очень то беспокоиться о согласовании антенны с выходом передатчика. Как результат этого - при подключении случайных антенн даже через согласующее устройство, которое в течение некоторого времени его настройки на реальную антенну не обеспечивает приемлемого КСВ, возможен выход из строя достаточно дорогих и дефицитных транзисторов выходного каскада передатчика. Чтобы исключить такие «случайности», надо принять за правило включать передатчик на настройку с согласующим устройством только через аттенюатор. Он может быть как встроенным в согласующее устройство, так и выполнен отдельно, как показано на рисунке, если, конечно, в передатчике не предусмотрена плавная регулировка мощности.

Для того, чтобы можно было производить длительную настройку стоваттного передатчика, мощность рассеивания R1



и R2 должна быть не менее 25 Вт, R3 - 30 Вт. Они набираются из резисторов МЛТ-2 до значения, указанного на схеме (без скобок - для 50-омного тракта, в скобках - для 75-омного). КСВ ТХ-аттенюатора будет близок к 1:1 практически для всех реальных случаев рассогласования аттенюатора с антенной, а в режимах холостого хода и короткого замыкания - не будет превышать 2:1, что вполне допустимо для работы транзисторных передатчиков.

Этот аттенюатор можно использовать в любом случае и как простейшее «согласующее» устройство, например, при аварийном выходе из строя основной антенны и необходимости работать на суррогатную антенну, смирившись, конечно, с ослаблением в 10 дБ - 10 раз по мощности при согласованной антенне. В случае использования несогласованной антенны потери могут быть как больше,

так и меньше 10 дБ.

На ВЧ диапазонах, где наиболее часто происходит рассогласование случайных антенн и выход из строя транзисторов, даже в QRP можно проводить необходимые QSO's и при этом быть совершенно уверенным в сохранности передатчика. Ослабление сигналов на 10 дБ в режиме приема, как показывает опыт, во многих случаях удается компенсировать «силами» трансивера, например его УВЧ.

Во многих случаях нет необходимости «закачивать» в РА всю мощность трансивера, а уменьшение мощности его драйвером может увеличить шумы при работе на передачу. Аттенюатор позволит избежать этого. Будет полезен он и при наладке антенн приборами, требующими небольшой мощности, например ВЧ-мост, и при измерении диаграмм направленности.

**ПРЕДПРИЯТИЕ**  
**«ТРИОД»**

**ЛАМПЫ: Г, ГИ, ГК, ГМ, ГМИ, ГС, ГУ, Б... и др.**  
Магнетроны, клистроны, тиратроны, разрядники, ФЭУ, вилконы и др.  
ВЧ, СВЧ-транзисторы.  
Со склада и под заказ.  
Гарантия, доставка, скидки

(044) 478-09-86, 477-38-06 (с 10.00 до 17.00)  
E-mail: ur@triod.kiev.ua

# Многодиапазонная вертикальная антенна

Эрнест Гуткин, UT1MA, г. Луганск

Многодиапазонные вертикальные КВ антенны получили большое распространение у радиолюбителей. Об их популярности во всём мире говорит тот факт, что ведущие фирмы-производители имеют в своей номенклатуре по несколько типов таких антенн: CUSHCRAFT R7000 и R8, HY GAIN DX-77 (88) и AV-620(640), MFJ-1796(1798), GAP TITAN и др., BUTTERNUT HF6VX(9VX), HUSTLER 6BTV и др., FRITZEL GPA404 и др., SOMMERANTENNAS T25(T50), MOSLEY RV-6(8). В некоторых из этих антенн используются новые разработки (вероятно, фирменные секреты) и их анализ сам по себе представлял бы несомненный интерес для радиолюбителей.

Ниже приведено описание разработанной автором девятидиапазонной антенны (2, 6, 10, 12, 15, 17, 20, 30, 40 м). Во вводной части рассмотрены особенности вертикальных антенн, далее даны краткое обоснование использованных технических решений и некоторые практические рекомендации. Конструкция антенны показана на рис.1

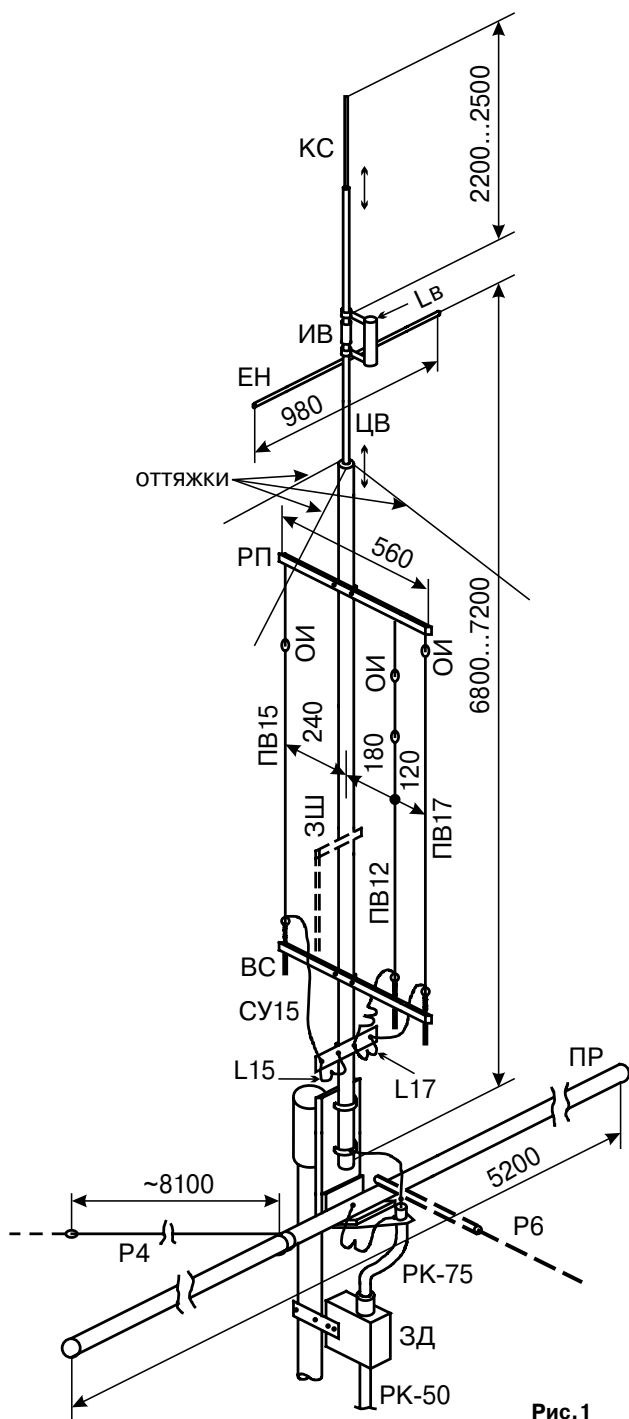


Рис. 1

## 1. Вводная часть

1.1. Первоначальная отработка проводилась поэтапно на макете в масштабе 1:10 на частотах от 35 до 510 МГц, соответственно длины и диаметры проводников, а также индуктивность катушек были в 10 раз меньше, чем у реального прототипа. Отработка заключалась в поисках конфигурации (взаимное положение и длины проводников, способы и схемы согласования и т.п.), при которых антенна обеспечивала бы хорошее согласование в достаточной полосе частот на всех любительских диапазонах (кроме самых низкочастотных) без каких-либо переключений.

При работе использовались КСВ-метр мостового типа и в качестве датчика сигнала измерительный генератор Г4-151. Уровень мощности в антенне (макете) весьма мал, что позволяло находиться в непосредственной близости и с помощью пальца руки (!) проверять распределение напряжения вдоль проводников антенны. Действительно, прикосновение в точке с минимальным напряжением не вызывает изменения показаний КСВ-метра, зато вмешательство в область максимума напряжения (например, конец вибратора) полностью расстраивает антенну. Перемещение пальца по проводнику антенны хоть и косвенно, по изменению показаний КСВ-метра, позволяет увидеть картину распределения напряжения вдоль антенны, а при наличии рядом расположенных проводников прикосновение к ним позволяет оценить, влияют ли они на измеряемый вибратор. Особенно полезен такой способ при отработке коллинеарных антенн УКВ, когда нужно добиться синфазности и равенности токов в этажах антенны.

Этот способ в связи с внешней несерьёзностью процедуры получил шуточное название СЛР (способ любой руки).

Макетирование позволило выявить несколько любопытных закономерностей, слабо или совсем не освещённых в литературе.

1.2. При рассмотрении несимметричных антенн сложной конфигурации, каковыми, как правило, являются многодиапазонные вертикальные антенны, возникает необходимость анализа плеч антенны по отдельности. Для этого следует представить полное входное сопротивление антенны  $Z_a = R_a + jX_a$  в виде суммы входных сопротивлений первого ( $Z_1$ ) и второго ( $Z_2$ ) плеч (входное  $Z$  плеча можно рассматривать по отношению к условной проводящей плоскости, проходящей между точками питания антенны). Например, у полуволнового симметричного вибратора  $Z_1 = Z_2 = 0.5Z_a$ , на резонансной частоте  $Z_a = R_a = 70 \text{ Ом}$  и  $Z_1 = Z_2 \approx 35 \text{ Ом}$ .

Если антенну запитать несимметрично, например, как это сделано в популярной многодиапазонной антенне FD4, плечи которой составляют  $1/3$  и  $2/3$  общей длины, резонансная частота будет такая же, как у симметричной той же длины, но входные сопротивления плеч будут отличаться кардинально. Ориентировочные расчеты показывают, что такая антенна из провода  $\varnothing 2 \text{ мм}$  на основной частоте будет иметь  $Z_1 = 10 - j250$ ,  $Z_2 = 120 + j250$  и  $Z_a = 10 - j250 + 120 + j250 = 130 \text{ Ом}$ . Из этого примера видно, что  $Z_a$  остаётся чисто активным за счёт взаимной компенсации реактивных составляющих плеч антенны. Входные сопротивления частей антенны  $Z_1$  и  $Z_2$  определялись как половина  $Z_a$  симметричной антенны, оба плеча которой имели длины  $1/3$  и  $2/3$  соответственно.

Ещё один пример на тему входных сопротивлений. На рис.2а показана симметричная антенна, укороченная за счёт применения на входе двух одинаковых катушек  $L$  (симметрирующий дроссель показан условно), на рис.2б эквивалентная схема её входной цепи. На частоте резонанса  $f_0$ , которую можно определить по минимальному показанию КСВ-метра, равному  $K_1$ ,  $X_a = -2XL$  и  $Z_a = R_a$ . Что будет, если одну из катушек перенести в другое плечо (рис.2в)? Схема входа остаётся неизменной (тот же рис.2б). Измерения показывают, что также практически неизменными остаются значения  $f_0$  и  $K_1$ . Таким образом, если в первом случае каждая половина антенны была сбалансирована по реактивности  $X_1 = X_2 = 0$ , то во втором такой баланс был только в целом по антенне, но на работе антенны это не отразилось. Применительно к вертикальным антеннам отсюда следует практический вывод: если для настройки антенны необходимо включение на её входе дополнительного реактивного элемента ( $L$  или  $C$ ), он может быть с одинаковым результатом включен или в цепь "вертикала" или на входе противовеса. Во многих случаях можно избежать применения дополнительной реактивности, соответственно удлинив или укоротив плечо антенны (при этом, естественно, необходимо считаться с изменением  $R_a$ ).

Отметим, что при использовании схем согласования L-match, T-match,  $\gamma$ -match и многих других, чисто активное входное сопротивление антенны получается (в большинстве случаев) при длине вибратора, отличной от резонансной.

1.3. Антенна GROUND PLANE (GP) состоит из вертикального излучателя длиной  $l_v$  и противовеса (ПР) из 3 радиалов длиной  $l_p$  каждый. При  $l_v = l_p = 0.25\lambda$   $Z_a = R_a = 35 \text{ Ом}$ . Чтобы поднять  $R_a$  до 50 Ом, часто применяют удлинённый GP с  $l_v = 0.28\lambda$ , а появляющуюся индуктивную составляющую входного сопротивления  $X_v$  компенсируют реактивностью противоположного знака за счёт включения на входе вертикала конденсатора  $C$  ( $X_c = -X_v$ ). Можно обойтись и без применения конденсатора, укор-

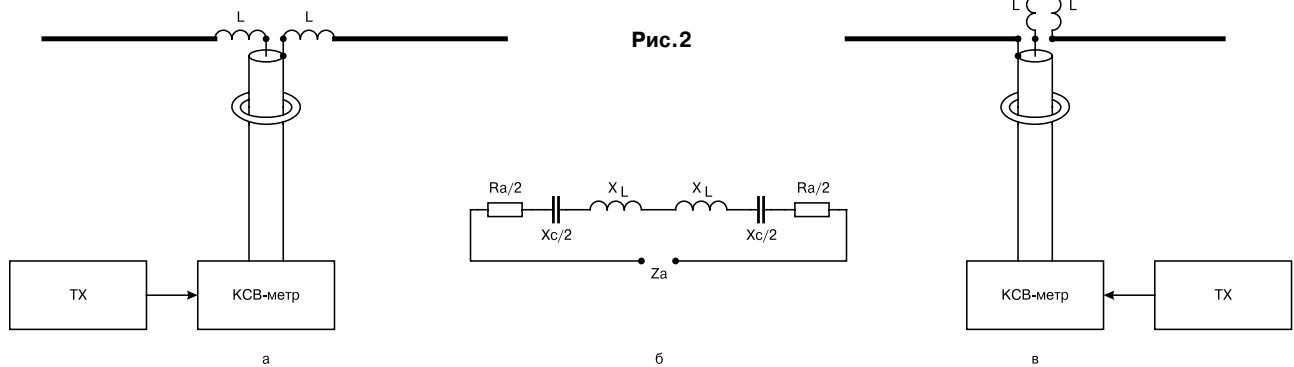


Рис.2

против радиалы настолько, чтобы входное реактивное (емкостное) сопротивление противовеса  $X_{пр}$  было равно  $X_c$ . Так как радиалы включены параллельно, то  $X_{пр} = X_p/n$ , где  $X_p$  - входное сопротивление одного радиала,  $n$  - их число. Например, если вертикальная часть удлиненного GP имеет  $X_v = j50$  Ом, то для её компенсации можно применить два радиала, каждый из которых имеет  $X_p = -j100$ , или четыре с  $X_p = -j200$  и т.д. Отметим, что выполненный из трубы  $\varnothing 30$  мм радиал имеет примерно в два раза меньше  $X_p$ , чем такой же длины из провода с  $\varnothing 2$  мм, поэтому по электрическим характеристикам два трубчатых радиала примерно эквивалентны четырём проволочным.

Какое количество радиалов можно считать минимально необходимым? Если вертикальная антенна установлена непосредственно над землёй, фактическим противовесом является земля - среда с большим сопротивлением для токов высокой частоты. Система из большого количества "земляных" радиалов (до  $n = 120$ ) позволяет существенно уменьшить потери, длина радиалов не критична и не влияет на частоту резонанса антенны. По литературным данным при размещении противовеса на высоте  $h = 2$  м потери за счёт земли на н.ч. диапазонах уменьшаются настолько, что тот же к.п.д. может быть достигнут при числе радиалов в три раза меньшем, а при  $h = 0,5\lambda$  достаточно всего трёх радиалов. При размещении антенны в свободном пространстве ( $h > 1\lambda$ ) её к.п.д. практически не зависит от числа радиалов. Даже при минимально возможном противовесе из двух расположенных под углом  $180^\circ$  друг к другу радиалов к.п.д. антенны близок к единице и диаграмма направленности (ДН) в горизонтальной плоскости, как показали измерения, отличается от круговой не более чем на 1 дБ.

Название антенны GP даёт основания предполагать, что когда пользователи переходили от исторически первых расположенных над землёй "вертикалов" в свободное пространство, противовес рассматривался как эквивалент земли (ground plane) и первые модели имели большое число радиалов ( $n > 4$ ).

Достоверные данные о потерях при расположении вертикальной антенны над бетонной крышей отсутствуют. Можно исходить из того, что хотя противовес и не излучает энергию, вблизи каждого радиала в радиусе до  $0,05\lambda$  существует интенсивное в.ч. поле, а на концах радиалов напряжения достигают опасных для жизни значений. Поэтому во избежание значительных потерь и случайного прикосновения желательно располагать радиалы не ниже 2,5 м над крышей.

**1.4.** Несколько антенн GP на разные частоты, имеющих каждая свой вертикальный вибратор и систему радиалов, можно объединить в общую систему с одним питающим фидером. При этом за счёт взаимных влияний несколько изменяются параметры каждого вибратора. Степень изменения зависит от количества параллельных проводников - вибраторов, расстояния между ними  $S$  и соотношения их длин.

Можно отметить следующие экспериментально полученные закономерности:

1. Входное сопротивление каждого из объединённых вибраторов, как правило, возрастает.
2. Более длинные из вибраторов для сохранения резонансной частоты приходится укорачивать, причём коррекция может достигать 10% и более.
3. Рабочая полоса частот сужается, особенно у более коротких вибраторов, и при  $S < 100$  мм может составлять всего 30...40 % от исходных значений, а при  $S = 200...300$  мм порядка 70...80 %.
4. Практически круговая форма диаграммы направленности (ДН) сохраняется при  $S < 0,05\lambda$ .

Для наглядности приведём данные, полученные при установке антенны, рассмотренной в п.2.2. Антенна состояла из центрального вибратора (ЦВ) высотой 6,7 м, параллельно которому по очереди подвешивались проволочные вибраторы (ПВ), соединённые снизу с ЦВ. Одиночный ЦВ имел два резонанса - полуволновый на  $f_0 = 15,2$  МГц и волновой на  $f_{00} = 31,6$  МГц (частоты резонансов определялись по минимуму КСВ). После добавления самого длинного ПВ отмечены следующие резонансные частоты:  $f_0 = 14,45$  МГц,  $f_{00} = 31,55$  МГц и  $f_{17} = 18,8$  МГц, после добавления второго ПВ -  $f_0 = 14,32$  МГц,  $f_{00} = 31,5$  МГц,  $f_{17} = 18,4$  МГц и  $f_{15} = 21,3$  МГц. При полном комплекте из четырёх ПВ -  $f_0 = 14,2$  МГц

(изменение составило  $\sim 7\%$ ), а  $f_{00} = 31,4$  МГц, т.е. почти не изменилась.

## 2. Обоснование схемы и конструкции антенны

**2.1.** При разработке антенны постепенно пришло понимание, что очень важным узлом, во многом определяющим конструкцию многодиапазонной вертикальной антенны и возможность её использования на местности, является противовес (ПР). Стандартная конструкция ПР для GP (три резонансных радиала) в семидиапазонной антенне превращается в ненадёжную сеть из 21 провода, которую никогда не удастся правильно разместить, поднять на "недосягаемую" высоту и закрепить. Поиски более удачного варианта привели, в конце концов, к самой простой и, как оказалось, эффективной конструкции из двух "толстых" ( $\varnothing 25...30$  мм) радиалов в виде одной трубы длиной 5,2 м ( $2 \times 2,6$  м). Такой ПР позволяет, как будет показано ниже, использовать очень простую схему согласования и получить на пяти верхних диапазонах КСВ  $< 1,3$ . Длина радиалов такого ПР является резонансной на 10 метровом диапазоне (10 м.д.), на всех остальных входное сопротивление противовеса  $X_{пр}$  будет ёмкостным. Экспериментально было определено, что на 20 м.д.  $X_{пр} = -j125$ , на 30 м.д.  $X_{пр} = -j170$  и на 40 м.д.  $X_{пр} = -j280$  Ом, на остальных диапазонах (12, 15 и 17 м.д.)  $X_{пр}$  не определялось за ненадобностью.

**2.2** Рассмотрим антенну, которая состоит из "толстого" ( $\varnothing 30$  мм) центрального вибратора (ЦВ) на 20 м.д., вокруг которого расположены на близком расстоянии проволочные вибраторы (ПВ) на диапазоны 10, 12, 15, 17 м, соединённые снизу с ЦВ, и "толстого" противовеса длиной 5,2 м. На 10 м.д.  $X_{пр} = 0$ , на 20 м.д. составляет  $-j125$  Ом, на диапазонах 12, 15, 17 м будут промежуточные, возрастающие (по абсолютной величине) значения. Диапазонные вибраторы должны иметь сопряжённые значения входных реактивных составляющих:  $X_v = 0$  (10 м.д.),  $X_v = +j125$  (20 м.д.) и т.д.; их длины будут  $\sim 0,25\lambda$  на 10 м.д., больше четвертьволновой длины по возрастающей на 12, 15, 17 м.д. и около  $0,31\lambda$  ( $N = 6,7$  м) на 20 м.д., а активная составляющая  $R_v$  будет изменяться по диапазонам от  $\sim 35$  Ом на 10 м.д. до  $\sim 110$  Ом на 20 м.д. При питании такой антенны кабелем РК-50 напрямую удовлетворительное согласование (КСВ  $< 1,5$ ) на резонансных частотах можно получить на большинстве диапазонов, но высокий КСВ на 20 м.д. делает этот способ неприемлемым.

Почти идеальным согласующим устройством в этом случае может стать трансформирующий отрезок кабеля РК-75 с длиной  $l_{кт} = 0,25\lambda$  для 20 м.д. Действительно, при включении между фидером РК-50 и входом антенны такого кабель-трансформатора (КТ) его выходное сопротивление на 20 м.д. будет 112,5 Ом ( $l_{кт} = 0,25\lambda$ ), на 10 м.д. - 50 Ом ( $l_{кт} = 0,5\lambda$ ), а на диапазонах 12, 15, 17 м расчётные значения составят соответственно 55, 70 и 98 Ом, что достаточно хорошо согласуется с  $R_v$  по диапазонам. Конечно, следует учитывать, что при  $l_{кт}$  не кратном  $0,25\lambda$  на его выходе появится также и реактивная составляющая (по диапазонам соответственно  $-j16$ ,  $-j28$ ,  $-j29$  Ом), что не позволит получить хорошее согласование с чисто активной (резонансной) нагрузкой. Решение проблемы очевидно - входное сопротивление антенны на этих диапазонах должно быть комплексно-сопряжённым, т.е. иметь входную реактивность обратного знака  $j16$ ,  $j28$  и  $j29$  Ом соответственно. На практике достигается это просто - небольшим (1...2%) удлинением ПВ, по сравнению с резонансным (для ПВ+ПР) значением, совмещают минимум КСВ с нужной частотой.

Экспериментальная проверка подтвердила, что на четырёх диапазонах минимальный КСВ был в пределах 1,1...1,3 при достаточной полосе пропускания и только на 10 м.д. рабочая полоса антенны была значительно уже разрешённого диапазона и КСВ  $> 1,5$ .

Проблему 10 м.д. можно решить, если вместо проволочного использовать "толстый" ЦВ, удлив его до  $N = 7,6$  м (длина ЦВ около  $0,75\lambda$ ). Ниже рассматривается, как улучшить 10 м.д. и не потерять при этом 20-метровый.

**2.3.** Если к антенне с резонансной частотой  $f_0$ , состоящей из вертикального вибратора высотой  $N$  и противовеса, добавить сверху катушку  $L_v$  с большим реактивным сопротивлением  $X_L > 900$  Ом и дополнительную концевую секцию (КС), то антенна станет резонировать на двух новых частотах  $f_1$  и  $f_2$ . Частота  $f_1$  несколько выше  $f_0$ , разница будет тем меньше, чем больше  $X_L$ . При  $X_L = j1000$  Ом  $f_1 = 1,1f_0$ , при  $X_L = j2000$



$f_1=1,03f_0$  и при  $XL=j3000 f_1=1,01f_0$ . Значение  $f_2$  будет определяться величиной  $XL$  и длиной  $KC$  и может быть в 2 и более раз ниже, чем  $f_0$ .

Макетная проработка показала, что при  $L_v=10...14$  мкГн, катушка может выполнять роль широкополосного нерезонансного трапа на частотах 14 МГц и выше, отсекая  $KC$ , и являясь удлиняющей на частоте 7 МГц в комплекте  $ЦВ+L_v+KC$ , образуя «вертикал» на 40 м.д. (рис.3а).

В этом варианте  $ЦВ$ , помимо 20 и 40 м.д., можно использовать также и на 10 м.д. Действительно, если при добавлении  $L_v$  и  $KC$  необходимо сохранить резонанс на  $f_0$ , длину вибратора придется увеличить. Применительно к антенне п.2.2 при использовании, к примеру,  $L_v=10$  мкГн резонанс на  $f_0=14,15$  МГц наступит при  $H=7,7$  м (вместо прежнего значения 6,7 м). При этом  $ЦВ$  (совместно с  $ПР$ ) будет резонировать и на  $f_0=28,6$  МГц ( $ПВ10$ , как ненужный, отключен). Такое совпадение объясняется разной величиной сопротивления катушки на частотах  $f_0$  и  $2f_0$  и, соответственно, разной степенью влияния на резонансный размер  $ЦВ$ .

В реальной антенне, с учетом использования её на 40, 30 и 2 м.д., оптимальной будет величина  $L_v=13$  мкГн. При такой  $L_v$  резонанс антенны на  $f=14,15$  МГц наступит при  $H=7,3$  м, при этом  $f_0$  будет иметь слишком высокое значение 29,5...30 МГц. Улучшить положение можно, включив на входе антенны (в цепи вертикала или противовеса) небольшую катушку из 2...3 витков ( $L_{10}=0,15...0,2$  мкГн), что приведет к смещению вниз  $f_0$  на 0,5...0,7 МГц на 10 м.д. и всего 20...30 кГц на 20 м.д. Ниже рассмотрены варианты, при которых достигается оптимальное совмещение 10 и 20 м.д.

Входное сопротивление  $ЦВ$  на 10 м.д. будет около 50 Ом, рабочая полоса частот перекроет весь диапазон. На 20 м.д.  $R_a$  увеличится незначительно, что объясняется специфической несинусоидальной кривой распределения тока на вершине  $ЦВ$  вблизи  $L_v$ .

**2.4. «Вертикал»** в составе  $ЦВ$  длиной около 7,3 м, катушки  $L_v=13$  мкГн и  $KC$  длиной 2,2...2,4 м имеет на 40 м.д.  $R_v=60$  Ом и  $X_v=j100$  (проверка на макете показала, что эквивалентным является вертикал без катушки длиной 12 м). Расположенный на входе антенны кабель-трансформатор  $КТ$  имеет на 40 м.д. выходное сопротивление  $Z=70+j28$  Ом, следовательно, антенна должна иметь  $Z_a=70-j28$ . Противовес  $2x2,6$  м на 40 м.д. имеет слишком большое значение  $X_{пр}=-j280$  Ом и должен быть дополнен устройством, которое позволило бы получить нужную величину  $X_{пр}=-j130$ , не меняя значений  $X_{пр}$  на других диапазонах.

В варианте на рис.3а нужный эффект достигается увеличением длины радиала  $P1$  с помощью катушки  $L_n$  и концевой секции  $KC1$ .  $L_n$  выбирается с расчетом, чтобы на 14 МГц и выше она играла роль отсекающего трапа, а на 7 МГц была удлиняющей и совместно с  $KC1$  обеспечивала нужное значение  $X_{пр}$ . Определение конкретных величин производилось экспериментально. Варьируя длину верхней  $KC$  (считая длину  $ЦВ$  и величину  $L_v$  уже определенными), а также длину  $KC1$  и величину  $L_n$ , можно найти значения, обеспечивающие  $KCB<1,15$ . Вариации  $KCB$  влияют в основном на  $R_a$  (величину  $KCB$ ), а настройка нижнего узла - на  $X_a$  (частоту минимума  $KCB$ ). Реальные значения  $L_n=20...25$  мкГн, длина  $KC1=1,4...1,6$  м, длина  $KC=2,2...2,4$  м. Значение  $L_n$  не критично, окончательная настройка производится регулировкой  $KC1$ .

Первоначальная отработка этого и других вариантов производилась на макете, при переходе на реальную антенну (с учетом масштаба 10 : 1) получено хорошее совпадение результатов. Проверка ДН, произведенная на макете с помощью селективного микровольтметра STV-401, показала, что излучение в сторону  $KC1$  на 4 дБ, а в обратную - на 3 дБ выше, чем в перпендикулярном направлении.

**Вариант на рис.3б** может быть применен там, где есть место для размещения дополнительного проволочного радиала  $P3$  длиной 2,7 м с концевой проволочной частью  $KC2$  длиной 1,6...1,7 м.  $P3$  работает совместно с  $ПР$  в диапазонах 10...20 м, его реактивное сопротивление примерно в 4 раза больше, чем  $X_{пр}$ , поэтому вызванная его применением расстройка невелика и легко компенсируется. Величина  $L_n$  и принцип действия этого варианта аналогичны предыдущему.  $P3$  следует располагать в плоскости, перпендикулярной противовесу  $ПР2$ .

**Вариант на рис.3в** значительно отличается от предыдущих. Экспериментальной подборкой удалось найти такую длину дополнительного проволочного радиала  $P4$ , при которой антенна нормально строится на 40 м.д. без дополнительных катушек. На верхних диапазонах низкое входное  $X_{пр}$  шунтирует более высокоомный вход  $P4$ , поэтому параметры антенны на 10...17 м.д. практически не изменяются. Дополнительный положительный эффект этого варианта - сдвиг резонансной частоты 20 м.д. вверх на 0,25 МГц, что облегчает стыковку этого и 10 м.д. на  $ЦВ$ .

В этом варианте антенна оказывается работоспособной и в диапазоне 30 м. Простой анализ распределения напряжения вдоль  $ЦВ$ , который позволяет сделать СЛР, показывает, что если на 10 и 20 м.д. катушка  $L_v$  четко отсекает  $KC$ , на 40 м.д. работает вся длина антенны, то на 30 м.д. возникает некое промежуточное состояние, т.е. часть антенного тока

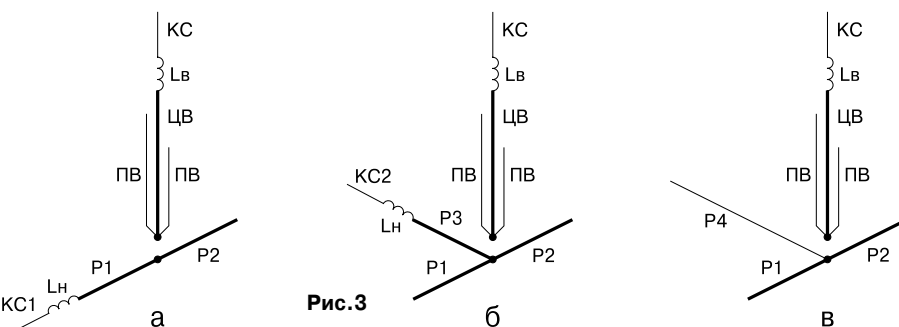


Рис.3

отражается от катушки, а часть проходит в  $KC$ . Измерения показали, что на этом диапазоне активная составляющая входа  $ЦВ$  около 40 Ом. При длине  $P4$  около 8,05 м и  $L_v=13$  мкГн сумма активных сопротивлений верхней и нижней частей антенны около 100 Ом, а сумма реактивностей разных знаков около  $-j30$  Ом, что хорошо согласуется с выходным сопротивлением  $КТ$  на 30 м.д.  $Z_{кт}=90+j29$  Ом. На 30 м.д. в излучении антенны будет значительная горизонтальная составляющая.

Таким образом, вариант на рис.3в проще и интереснее предыдущих, но имеет 2 ограничения :

1. Необходимо место для размещения  $P4$  длиной с изоляторами около 8,5 м.

2. Оптимальные параметры антенны достигаются при наклонном, под  $\sim 40^\circ$  к горизонту, расположении  $P4$ , что предполагает большую высоту основания антенны. При угле наклона  $\sim 20^\circ$   $KCB$  на 30 м.д. возрастает до значения 1,4; на 20 и 40 м.д. ухудшения незначительны. Возможна такая вынужденная форма  $P4$ , при которой большая часть радиала располагается под максимально возможным углом, а последние 2...3 метра отгибаются в удобном направлении.

Во всех вариантах, если позволяют местные условия, трубчатый противовес может быть заменен четырьмя проволочными радиалами длиной по 2,7 м каждый, замена равноценная. В варианте на рис.3б, где уже есть один проволочный радиал, можно обойтись тремя дополнительными. Все описанные варианты проверены на практике и показали примерно одинаковые результаты.

## 2.5. Диапазон 6 м (УКРАИНА: 50,08...50,28 МГц)

Вибратор  $ПВ17$  с включенной в основании катушкой  $L17$  (п.3.1) и дополнительным радиалом  $P6$  (трубка  $\varnothing 16$  мм длиной 1,5...1,65 м) образуют эффективную антенну на 6 м.д. (рис.1). Величина  $KCB$  в фидере зависит от конкретной длины согласующего  $КТ$ , возможные пределы 1,15...1,3. Для устранения шунтирующего действия  $ЦВ$ , который также имеет низкое  $Z_v$  в 6 м.д., в нижней части  $ЦВ$  устанавливается запирающий шлейф (ЗШ) длиной 1300 мм (около 0,25 $\lambda$  этого диапазона) из проволоки  $\varnothing 6$  мм на расстоянии 70 мм от  $ЦВ$  (ЗШ внизу разомкнут).

**2.6. Антенная опора** - мачта, оттяжки антенны, кабель питания и прочие протяженные металлические предметы, подходящие вплотную к центру антенны (точкам питания), могут самым серьезным образом повлиять на её параметры - частоту настройки,  $KCB$  и, возможно, ДН. Дело в том, что вблизи точек питания действует максимальное ВЧ поле, создающее значительные токи в приближенных проводниках. Если в симметричной антенне  $I_{nv}$  влияния половин антенны на опору и кабель питания противоположны и взаимно уничтожаются, то в несимметричной вертикальной антенне этого не происходит.

Проработка на макете показала, что ближайший к антенне участок мачты длиной  $\sim 0,05\lambda$  является как бы элементом связи, через который часть энергии перекачивается в опору. Наведенные токи и влияние на параметры антенны будут максимальными, если длина мачты оказалась кратной 0,5 $\lambda$ . Если верхнюю часть мачты длиной в пределах 0,05...0,4 $\lambda$  сделать из изоляционного материала или верхнюю металлическую часть соединить с остальной опорой через изоляционную вставку, длину остальной опоры можно делать любой, заземлять или изолировать без ощутимых последствий.

Применительно к питающему коаксиалу защита может заключаться в установке на том же расстоянии 0,05 $\lambda$  от входных точек антенны запирающего дросселя (ЗД) из нескольких витков кабеля на подходящем ферритовом сердечнике. Дроссель должен иметь на минимальной рабочей частоте 7 МГц сопротивление  $XL > j1000$  Ом (т.е.  $L>23$  мкГн), что для токов на внешней стороне оплетки кабеля практически равносильно разрыву цепи. Поскольку защита от затекания ВЧ токов на оплетку кабеля в несимметричной антенне обязательна, один дроссель может с успехом выполнять обе эти функции.

Полезным поводом к «разбирательству» послужила почти детективная история, имевшая место в QTH UT1MA. Отлаженный многодиапазонный «вертикал» вдруг закапризничал, в основном на 20 м.д., - хаотичным образом «прыгал»  $KCB$  с 1,15 до 1,5...1,8. В поисках неисправного контакта вся антенна была перебрана - безрезультатно.

Причиной, как оказалось, был случайный контакт между опорой и металлическим коныком крыши. Когда верхний участок мачты был от-

делен текстолитовой вставкой, попытки воспроизвести ситуацию стали бесполезными. После завершения комплекса защитных мер - переноса защитного коаксиального дросселя от входа антенны вниз по кабелю на 1,2 м, переноса первых изоляторов верхних оттяжек почти вплотную к мачте и небольшой подстройке - рабочая полоса на 20 м.д. по КСВ=1,5 расширилась с 320 до 430 кГц. Испытания на макете и антенне показали, что наиболее "чувствительным" оказался 20 м.д. (вероятно в силу своей наибольшей асимметрии, т.е. максимального отношения длины вертикала к длине ПР). Поэтому можно считать, что критическая длина 0,05λ = 1 м.

Применение 3Д на некотором расстоянии от точек питания может оказаться полезным в резко несимметричной антенне FD4 (п.1.2) и при питании с верхнего угла антенны "дельта".

2.7. Оценим величину потерь мощности в катушке  $L_B = 1,3 \times 10^{-5}$  Гн (измеренная добротность в широком диапазоне частот не ниже  $Q=250$ ) при работе в качестве запирающего трапа (10 и 20 м.д.) и удлиняющей на 40 м.д.

На частоте 28 МГц  $X_L = \omega L = 2280$  Ом, сопротивление потерь  $R = X_L / Q = 9,1$  Ом. Эквивалентный потенциал верхнего конца ЦВ в точке соединения с  $L_B$  при подводимой к антенне мощности 1000 Вт составит ориентировочно 1000 В. Так как потенциал верхнего конца  $L_B$  близок к нулю, приложенное к катушке напряжение составит  $U_L \approx 1000$  В, ток через катушку  $I = U_L / X_L = 0,44$  А и тепловые потери  $P = I^2 R = 1,77$  Вт. В действительности, с учетом отраженного от стыка с КС обратного тока, суммарный ток через катушку и потери в ней будут еще меньше. Для сравнения оценим потери в обычном резонансном LC-трапе при прежних условиях. В таком трапе обычно  $C = 25$  пФ,  $X_C = 1/\omega C = 227$  Ом, также и  $X_L = 227$  Ом,  $R = X_L / Q = 0,91$  Ом,  $I = U_L / X_L = 4,4$  А и потери  $P = I^2 R = 17,5$  Вт. В "фирменном" трапе (R7000 и др.) за счет наличия внутри катушки дюралевой трубки и намотки ее алюминиевой проволокой добротность катушки не превышает 150, соответственно потери будут в  $250/150 = 1,67$  раза больше. С учетом потерь в конденсаторе общие потери в трапе около 20 Вт (мощность небольшого паяльника.) Наиболее тяжелый режим для катушки  $L_B$  будет на 40 м.д. Расчет показывает, что при мощности 1000 Вт и  $R_a = 70$  Ом ток на входе антенны  $I_a = 3,8$  А, ток в пучности  $I_p = 4$  А, ток в катушке (средний)  $I_k = 2,15$  А и тепловые потери около 10,5 Вт.

2.8. Семидиапазонная антенна (10...40 м.д.) является базовой и имеет индекс VMA-7х, где х = а, б, в - вариант исполнения радиала 40 м.д. согласно п.2.4. При необходимости можно добавить 6 м.д. (VMA-8), а также описанный далее вариант с антенной на 2 м.д. (VMA-9). Без ПВ получится изящная антенна на диапазоны 10, 20, 30 и 40 м (VMA-4).

2.9. На макете отработана антенна, работоспособная и на 80 м.д. В этом случае высота вертикальной части - 12,1 м, радиал Р4 удлиняется до 11,9 м, добавляются 2 катушки с индуктивностью 33 и 50 мкГн. Полоса частот 3,7...3,8 МГц перекрывается при КСВ<2. По сравнению с VMA-7с на 40 м.д. рабочая полоса частот уменьшается в 1,5 раза, остальные диапазоны - без изменений.

### 3. Конструкция

3.1. Конструкция антенны VMA-7в приведена на рис.1. Пунктиром показаны дополнительные элементы (Р6 и 3Ш), необходимые для работы на 6 м.д. Диаметры трубок выбраны из соображений достаточной прочности при минимальной парусности, материал - Д16-Т.

ЦВ состоит из вертикальной части регулируемой длины  $H = 6,8...7,2$  м и емкостной нагрузки ЕН из трубки  $\varnothing 6...8$  мм длиной 0,98 м. Оптимальная конструкция ЦВ - из четырех секций с сопряженными диаметрами, например, нижняя секция диаметрами 32/28 (стенка 2 мм), затем 28/25, далее 25/22 и 22/20. Проверенные на практике варианты - две трехметровых секции  $\varnothing 30/26$  мм и регулируемая -  $\varnothing 20/18$  мм и длиной 1,3 м, две соединительных муфты. Самый простой вариант - две трубы  $\varnothing 30/26$  и  $\varnothing 30/27$  мм общей длиной ~7 м, регулировка осуществляется изменением длины элемента ЕН.

Применение ЕН позволяет уменьшить общую высоту ЦВ на 0,45 м, кроме того ЕН будет необходима при добавлении диапазона 2 м. Если это не планируется, можно отказаться от применения ЕН, соответственно увеличив длину ЦВ.

КС - телескопическая конструкция, возможные диаметры от 16 мм внизу до 6 мм наверху. Если КС выполнена из трубок сопряженных диаметров (16, 14, 12 мм и т.д.), её длина 2,2...2,3 м, а если есть большая разница в диаметрах соседних трубок, например, 14 мм и 6 мм, общая длина КС будет на ~0,2 м больше.

ЦВ и КС конструктивно объединены с помощью изоляционной встав-

ки ИВ  $\varnothing 22$  и длиной 60 мм, параллельно которой располагается катушка  $L_B$ , электрически соединяющая ЦВ и КС. Данные катушки - провод МГТФ сечением 0,75 мм<sup>2</sup>, 35 витков (плотная намотка, виток к витку на текстолитовой трубке  $\varnothing 26$  мм), гидроизоляция изолентой типа NOVA ROLL или термоусадочной трубкой. В качестве каркаса для  $L_B$  можно использовать отрезок нижней секции складной удочки. Нижняя часть ЦВ и противовес ПР крепится к плоскому опорному изолятору ИО (рис.4) размерами 220х80 и толщиной от 14 мм (стеклотекстолит) и от 20 мм (текстолит). ПР - труба  $\varnothing 30$  мм и длиной 5,2 м (UR4MIG применяет телескопическую конструкцию из стальных труб диаметрами 27, 21, 16 мм длиной 5,4 м), возможно использование проволоочной конструкции (п.2.4). Крепление ПР производится с помощью отрезка уголкового профиля УГ размерами 50х30х80 мм. В центре ПР по диаметру сверлится сквозное отверстие и нарезается резьба М5. Шпилька длиной 75 мм, вкрученная в трубу, крепит ПР к УГ и одновременно является контактом токосъема ПР. К нижней полке УГ с помощью текстолитовой пластины размерами 90х30х4 мм крепится разъем XS1 "Вход антенны" типа CP50-131. Проволочные вибраторы ПВ (рис.1 и рис.4) - из провода ПЭВ  $\varnothing 1,8...2,0$  мм, каждый состоит из вертикальной части с малым орешковым изолятором ОИ наверху (на ПВ12 связка из 2-х ОИ) и соединительного участка СУ внизу. На конце СУ напаян наконечник, с помощью которого он соединяется со сборной платой СП. Общая длина проволочной части: ПВ17 - 3750 мм, ПВ15 - 3300 мм, ПВ12 - 2850 (с учетом разделки в ОИ исходная длина ПВ больше на 150 мм), в том числе СУ17 и СУ15 - по 400 мм, СУ12 - 310 мм). Наилучший по стабильности вариант разделки в ОИ - пайка с последующей окраской. Отметим, что полная длина вибраторов 12, 15, 17 м.д. включает и нижний участок ЦВ до СП длиной 210 мм. Для фиксации ПВ используются текстолитовые распорные планки РП длиной по 0,56 м и сечением 20х9 мм верхняя и 20х12 мм нижняя или пластмассовые лыжные палки, сложенные по 2 штуки. Возможно использование металлических РП, например, из дюралевого П-образного швеллера, в этом случае крепление ПВ к нижней РП производится через изолирующие планки, а сверху ПВ применяется связка из трех изоляторов (при металлических РП резонансные частоты 10 и 20 м.д. снижаются на ~1%). Плечи РП несимметричны и обеспечивают расстояния между ПВ15 и осью ЦВ - 240 мм, для ПВ17 и ПВ12 - 300 и 180 мм соответственно. Принятый способ расположения ПВ позволяет, при сохранении достаточной широкополосности, использовать РП простой формы и свести их число к минимуму.

Для поддержания ПВ в натянутом состоянии, что, помимо "опрятного внешнего вида", придает антенне жесткость, используются винтовые стяжки ВС с резьбой М4, изготовленные из электродов для сварки "нержавейки". ВС проходят через отверстия в теле РП и после натяжения фиксируются гайками с обеих сторон.

Отдельно следует остановиться на катушках L12, L15, L17, включенных в точки соединения ПВ и ЦВ (ранее в тексте они не упоминались, т.к. их применение не принципиально). Они открытой конструкции из провода ПЭВ  $\varnothing 2,4$  мм, содержат соответственно 2, 3 и 4 витка внутренним  $\varnothing 25$  мм и крепятся с помощью напаянных наконечников к плате СП. Электрический контакт L12, L15, L17 с ЦВ обеспечивается через хомут крепления СП. Применение катушек в легко доступном месте существенно упрощает и ускоряет процесс настройки на 12...17 м.д. Сжимая и разжимая их витки (предварительно ослабив крепление), можно сдвигать частоты настройки в пределах 200...400 кГц. Если этого недостаточно, несложно изготовить и установить новую катушку с большим (меньшим) числом витков. Аналогичная катушка L10 (рис.4) из 3 витков для 10 м.д. устанавливается на входе противовеса. Из практики: применение катушек, как правило, негативно воспринимается теми, кто впервые знакомится с антенной, и горячо поддерживается построившими её. Справка: открытые катушки по 10...17 витков применяются в популярной антенне HF6V-X (HF9V-X) фирмы BUTTERNUT.

Двухгодичный опыт эксплуатации показывает, что использование небольших открытых жестких катушек не приводит к дополнительной нестабильности. Только тяжелый гололед вызывает существенное изменение параметров антенны, а такие явления, как проливной дождь, иней, снег, снижают резонансные частоты в пределах 1% и ухудшают КСВ на одну...три десятых.

Есть и другие преимущества, связанные с применением катушек. Уменьшение длины ПВ на 5...8% привело к улучшению согласования по питанию, а применение L17 делает принципиально возможным использование ПВ17 также в качестве антенны 6 м.д. в режиме, близком к 5/8λ.

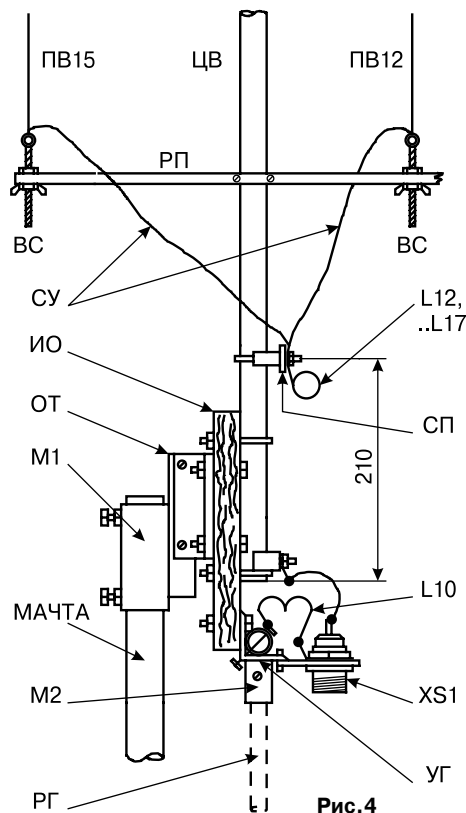


Рис.4

3.2. Верхняя часть питающего фидера используется для создания защитного дросселя 3Д путем навивки на ферритовый сердечник (п.2.6), а т.к. на этом месте оказался согласующий КТ, его часть используется в этом дросселе (на работу КТ феррит не влияет).

Исходная электрическая длина КТ составляет 0,25 λ 20 м.д., то есть 5,3 м, что соответствует физической длине  $l=5,3 \times 0,66=3,5$  м. Экспериментально установлено, что несколько лучшее согласование во всей полосе 7...29 МГц получается при  $l=3,15$  м. Если разместить дроссель на расстоянии 1,15 м от входа антенны, то на его обмотку останется 3,15-1,15=2 м, что вполне достаточно, чтобы получить дроссель с  $XL>1000$  Ом на нижней рабочей частоте и обеспечить хорошую защиту.

Может получиться, что именно тип кабеля КТ будет определять допустимую мощность, подводимую к антенне. Действительно, при намотке с предельно допустимым радиусом изгиба 40...50 мм внутренний проводник кабеля сохраняет значительные механические напряжения и при предельной мощности может проплавить полиэтиленовую изоляцию и замкнуть на оплетку. Гибкие кабели РК75-4-12 (15, 16) можно использовать при  $P<500$  Вт. Кабели с фторопластовой изоляцией РК75-3-21 (22) и РК75-4-21 способны выдержать соответственно в 2 и 3 раза больше.

Опробованы варианты дросселя: а) с РК75-3-21 на кольце 300ВН К65х40х9, длина обмотки 2 м, 11 витков, индуктивность 55 мкГн; б) с РК75-4-21 на кольце 600 НН К100х60х15, длина обмотки 2 м, 9 витков,  $L=80$  мкГн. В обоих случаях намотка велась таким образом, что кабель "обходил" сердечник под большим углом, и на кольце с одного захода располагалось всего 2 витка, число заходов - 4...5. Такой способ - что-то вроде намотки "универсаль", когда каждые 2 витка кабеля "обходят" весь сердечник, а 3-й укладывается рядом с 1-м, позволил выдерживать допустимый радиус изгиба и малый зазор между кабелем и магнитопроводом. 3Д размещался в пластмассовой коробке, снабженной двумя коаксиальными разъемами. Верхний отрезок КТ выполнялся из РК75-9 длиной 1,25 м. Разница в длине по сравнению с приведенным выше значением 1,15 м связана с использованием в 3Д "фторопластового" кабеля. Хорошо показал себя и вариант 3Д без феррита в виде однослойной катушки из 14 витков коаксиального кабеля на каркасе Ø150 мм, из них первые четыре витка - кабелем РК75 (нижняя часть КТ длиной ~2 м из общей длины 3,15 м) и 10 витков кабелем РК50 ( $L=40$  мкГн). Возможно другое исполнение катушки 3Д - в виде бухточки из того же количества кабеля. Недостатком этой конструкции будет некоторое ухудшение защитных свойств 3Д на 10 и 15 м.д. за счет возрастания межвитковых емкостей. Для ослабления этого влияния первые и последние витки катушки следует максимально разнести.

Все четыре варианта 3Д показали идентичные значения КСВ по диапазонам. В пятом случае - при отсутствии 3Д (фидер 50 Ом соединялся со входом антенны прямым отрезком РК75 длиной 3,15 м) отмечено резкое возрастание КСВ до 1,8...2 с изменением частоты настройки на 20 и 30 м.д., меньшие изменения на 40 м.д. и незначительные на верхних диапазонах.

В конкретных местных условиях оптимальная длина КТ может несколько отличаться от значения 3,15 м.

3.3. С помощью нижнего узла НУ (рис.4) антенна крепится к мачте с наружным диаметром в 40...53 мм. НУ состоит из муфты М1 (отрезок трубы Ø60/54 длиной 90 мм с наваренными гайками М8), к которой приварен отрезок трубы ОТ Ø27/21, длиной 140 мм. ИО с НУ соединяется посредством двух уголков сечением 40х25х4 длиной 100 мм, которые крепятся к ОТ с помощью двух проходящих насквозь болтов М6. Если нижний болт удалить, шарнирное соединение за счет верхнего болта позволяет всю антенну в сборе ( $h>9$  м) переводить из вертикального положения в горизонтальное и наоборот с помощью дополнительного рычага РГ (труба диаметром 27 мм и длиной 0,7...1 м), который на время этой операции вставляется и фиксируется в муфте М2, приваренной к нижней полке УГ.

Максимальное усиление на конце рычага при этом не превышает 15 кГ. При использовании мачты высотой более 8 м целесообразно отделить верхнюю часть опоры изоляционной вставкой (п.2.6), например, увеличив длину ОТ до 1 м и соединив его с мачтой через текстолитовую муфту. Применение оттяжек не обязательно, но желательно. На практике проверены капроновые плетеные шнуры Ø2,5 мм и рыболовные лески Ø1,5 мм.

## 4. Настройка

4.1. Опыт настройки нескольких экземпляров VMA-7 относится к антеннам, установленным на крыше на высоте 4...7 м, в том числе на высо-

те 2...3 м над лифтовой будкой. Во всех случаях была возможность подняться по опоре к нижнему узлу антенны для перевода её из наклонно-горизонтального положения в вертикальное и наоборот, и для регулировки катушек L10...L17. Для настройки необходимы КСВ-метр (50 Ом) и 3...5 метровая рулетка.

Настройка 20 м.д. осуществляется изменением длины ЦВ за счет верхней регулируемой секции, настройка 40 м.д. - изменением длины КС, остальные диапазоны регулируются снизу катушками L10...L17, диапазон 30 м.д. - длиной проволочного радиала Р4, расположенного наклонно. Настройка сводится к совмещению частоты фкм минимального КСВ со средней частотой диапазона, при этом приемлемое значение  $КСВ<1,5$  обеспечивается конструкцией антенны. При горизонтальном положении антенны (на крыше или земле) производят установку всех размеров согласно п.3.1, катушки L10...L17 в сжатом состоянии. Затем нижнюю часть антенны (НУ) закрепляют на мачте, с помощью рычага РГ переводят антенну в вертикальное положение, фиксируют, подключают радиал Р4 и кабель питания (КТ). Противовес ПР может быть установлен как до, так и после подъема антенны. Затем производят измерения и фиксируют фкм и величину КСВ на всех семи диапазонах. С помощью L12, L15, L17 настраивают ПВ на средние частоты диапазонов, причем перестройка одного ПВ незначительно влияет на настройку остальных. Настройка ПВ практически не зависит от длин ЦВ и Р4, но несколько зависит от L10, поэтому их окончательную настройку производят после уточнения величины L10.

Таблица 1

| Диапазон, м                           | 40   | 30   | 20   | 17   | 15   | 12   | 10   |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Величина КСВ на фср.                  | 1,1  | 1,2  | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,2  |
| Полоса частот в пределах КСВ=1,5; МГц | 0,21 | 0,18 | 0,42 | 0,23 | 0,42 | 0,55 | 1,1  |
| Полоса частот в пределах КСВ=2; МГц   | 0,39 | 0,35 | 0,7  | 0,42 | 0,85 | -    | 1,7  |
| КСВ по WH-7                           | <1,1 | 1,15 | <1,1 | 1,15 | <1,1 | 1,1  | 1,15 |

Полученные данные анализируют и при необходимости подстройки 20 и 40 м.д. переводят антенну в горизонтально-наклонное положение, предварительно отсоединив Р4 и кабель питания, ПР не снимается. При коррекции размеров можно исходить из того, что изменение на 10 см производит сдвиг фкм (ориентировочно) на ЦВ - 100 кГц на 20 м.д. и 20 кГц на 40 м.д., на КС - 70 кГц на 40 м.д., на Р4 - 75 кГц на 30 м.д. и 12 кГц на 40 м.д.

После коррекции антенну переводят в вертикальное положение и производят новое измерение фкм и КСВ, затем с помощью катушки L10 настраивают фкм=28,6 МГц, коррекцией длины Р4 - 10,12 МГц, уточняется настройка ПВ (при настройке ПВ12 следует иметь в виду, что ЦВ имеет паразитный "резонансик" в районе 26 МГц).

В табл.1 приведены электрические характеристики антенны VMA-7в на QTH UT1MA (на высоте 3 м от конька крыши 4-х этажного дома). Измерения проводились точным мостовым КСВ-метром с помощью ГСС и дополнительного усилителя. Контрольные измерения прибором WH-7 фирмы DRAKE при мощности 100 Вт в антенне дали результаты, приведенные в нижней строке табл.1

Работа VMA-7в над землей (садовый участок) опробована на QTH UY5MR. Антенна крепилась к верхней секции телескопической мачты с помощью дополнительной трубы длиной 1 м, изолированной от мачты текстолитовой муфтой (п.2.6) и настраивалась на высоте подъема 8,5 м, а затем ее параметры были проверены на минимальной (4,5 м) и максимальной (13 м) высотах. Результаты измерений на 4-х диапазонах представлены в табл.2, где через косую черту показаны минимальный КСВ и

Таблица 2

| Высота подъема, м | КСВ/ф, МГц  | КСВ/ф, МГц  | КСВ/ф, МГц | КСВ/ф, МГц  |
|-------------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| 4,5               | 1,15 / 6,95 | 1,6 / 13,6  | 1,4 / 21,5 | 1,55 / 25,0 |
| 8,5               | 1,45 / 7,06 | 1,1 / 14,05 | 1,3 / 21,1 | 1,1 / 25,0  |
| 13,0              | 1,4 / 7,17  | 1,1 / 13,85 | 1,3 / 21,3 | 1,3 / 25,05 |

частота его измерения в МГц соответственно. На остальных диапазонах наблюдалась незначительная зависимость параметров антенны от высоты при  $КСВ=1,1...1,3$ .

## 5. Коллинеарная антенна на диапазон 2 м (КА-2)

5.1. Антенна 2 м.д. (рис.5) состоит из верхнего этажа А, катушки Лк, нижнего этажа В, разделительного фильтра (Лф, Сф), противовеса П и отдельного кабеля питания РК50-3 (RG-58) длиной 8,5 м с разъемом CP50-74 (XS2) на нижнем конце и устанавливается в верхней части антенны VMA-7 на месте КС. Для сохранения работоспособности антенны на 40 м.д. конструкция и размеры КА-2 выбраны с расчетом, чтобы она "по



совместительству" могла выполнять роль КС, при этом корпус фильтра заменяет изолятор ИВ, роль противовеса выполняет ЕН, катушка  $L_v$  - без изменений.

Кабель питания пропущен внутри трубы ЦВ. Емкостная связь кабеля (точнее его оплетки) с трубой столь велика, что, если его выпустить из верхнего конца трубы, допустим, на 10 см, это будет эквивалентно электрическому удлинению трубы на эти же 10 см. Чтобы не расстраивать VMA-7, оплетка кабеля заканчивается на уровне конца трубы ЦВ и соединяется с этим концом и противовесом П-ЕН, а центральная жила кабеля через фильтр  $\Phi$  с частотой настройки 145 МГц соединяется с нижним этажом антенны КА-2. Емкость фильтра выбрана малой ( $C_\Phi = 2,2$  пФ), поэтому на рабочих частотах ЦВ реактивное сопротивление фильтра велико ( $X_\Phi > 2,5$  кОм) и связь верхней части А+В с кабелем и ЦВ через фильтр практически отсутствует. В свою очередь, на УКВ шунтирующее действие катушки  $L_v$  также отсутствует в связи с ее большим сопротивлением. В нижней части антенны развязка осуществляется традиционным способом - на выходе из трубы ЦВ полуметровый остаток кабеля с разъемом накручивается на ферритовый сердечник К70х50х10 (15 витков) и через соединитель розетка-розетка (СР50-75) соединяется с фидером УКВ.

Проверка развязки между КВ и УКВ частями антенны показала, что при подаче на вход фидера КВ 100 Вт на выходе УКВ фидера, нагруженного на  $R=50$  Ом, было 40...140 мВ в зависимости от КВ диапазона. Степень обратной развязки (УКВ - КВ) определить не удалось, т.к. помеха от местных вещательных станций на выходе КВ фидера превышала 100 мВ и включение УКВ передатчика на этом

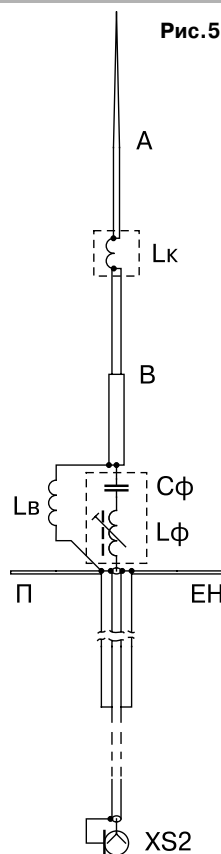


Рис.5

му согласованию, получилась 870 мм (0,42λ). Вероятная небольшая реактивная составляющая входного сопротивления легко компенсируется незначительной расстройкой фильтра с помощью сердечника катушки ЛФ. Верхний этаж выполнен из трубки Ø10 мм, в нижнем - диаметры 16, 14, 12 мм, соединение регулируемое.

5.3. Примерное распределение напряжения вдоль антенны приведено на рис.7а. В т.т. b, d, g напряжения равны и максимальны, в т.т. c, h минимальны, в т.т. e, f равны по величине. Наглядно оценить относительную величину и симметрию напряжений в разных точках можно с помощью СЛР (п.1.1). Для этого антенну (отдельно от VMA-7) помещают в свободное от металлических предметов место (возможно размещение в помещении горизонтально, например, на спинках деревянных стульев). Фидер антенны и кабель от датчика сигнала (ГСС, трансвер) присоединяют к мостовому КСВ-метру и изменением длины нижнего этажа и подстройкой катушки фильтра производят настройку на минимальный КСВ < 1,15. После этого, касаясь пальцем руки разных точек антенны, наблюдают за изменением показаний КСВ-метра. Примерная кривая этой зависимости дана на рис.7б. В точках с пучностью напряжения (b, d, g) влияние руки очень сильное, КСВ возрастает до значений 2...3, в т.т. c, h влияние руки должно быть минимальным или отсутствовать. При оптимальной величине  $L_k$  реакция в т.т. e, f должна быть одинаковой, в середине катушки отсутствовать, а точки перегиба кривой d, g расположены симметрично, на одинаковом расстоянии от катушки. Если влияние в т.т. f меньше, индуктивность  $L_k$  следует уменьшить. После коррекции  $L_k$  (если таковая понадобилась) необходимо подстроить вход антенны на минимальный КСВ и повторить проверку симметрии. При правильно настроенной антенне реакция по СЛР во всех максимальных точках должна быть примерно одинаковой. При пользовании СЛР нужно работать с вытянутой рукой, тело должно быть как можно дальше от антенны, впрочем, самообучение происходит в считанные минуты.

С кабелем RG-58 длиной 8,5 м настроенная антенна имела КСВ=1,1 на 145 МГц и в полосе 5,7 МГц КСВ=1,5. Размещенная на "рабочем месте" при общей длине фидера 30 м она показала КСВ<1,1 на 145,7 МГц. После установки КА-2 пришлось укоротить ЦВ на 150 мм, параметры VMA-7 не изменились.

Данные фильтра: ЛФ - 9 витков ПЭВ Ø1,2 мм, шаг 2 мм, каркас Ø10 мм, сердечник Ø8 мм (медь);  $C_\Phi$  - 2,2 пФ К15У-1.  $L_k$  - 5,5 витков, ПЭВ Ø1,2 мм, длина намотки 30 мм, каркас Ø19 мм, гидрозащита - пластмассовый цилиндр.

Следует отметить два обстоятельства, которые могут быть полезны тем, кто занимается коллинеарными антеннами:

1. В многэтажных коллинеарных антеннах с длиной этажа 0,5λ фактически работает только тот этаж, к которому подключена линия питания. Причина - четвертьволновые кз-шлейфы, включенные между этажами, имеют высокое входное сопротивление и являются почти идеальными трапами. Это четко видно при испытании такой антенны с помощью СЛР. Если на питаемом этаже наблюдается нормальная кривая изменения КСВ вдоль этажа, то на следующем этаже, сразу после шлейфа, реакция вообще отсутствует, т.е. ток туда не поступает.

Аналогично, в фирменных двухдиапазонных антеннах на 145/430 МГц, содержащих одну - две большие катушки и несколько меньших, на 430 МГц работает только часть антенны до первой большой катушки, дальнейшая реакция по СЛР резко падает.

Нормально работают двухэтажные антенны 2x0,61λ и трехэтажные с длиной крайних этажей по 0,61λ и среднего 0,72λ, при условии, что будут учтены замечания следующего пункта.

2. Часто наблюдаемая ошибка: длина проводников межэтажных шлейфов выбирается из расчета дополнения длины антенны до резонансных значений, например до 1,5λ при двухэтажной антенне. В действительности имеет значение не длина шлейфа, а его входное сопротивление  $X_{ш}$ . Т.к.  $X_{ш}$  зависит помимо длины и от диаметра проводников шлейфа и расстояния между ними, в зависимости от конструктивного исполнения шлейфа при одном и том же  $X_{ш}$  его длина может отличаться в два и более раз. Нужная длина шлейфа может быть определена с помощью СЛР, как описано в п.5.3. Применение катушки  $L_k$  или шлейфа диктуется конструктивными обстоятельствами, возможна взаимозамена (при условии  $X_L = X_{ш}$ ).

#### Приложение

При настройке антенн VMA-7...VMA-9 можно обойтись одним КСВ-метром, при условии достоверности его показаний. К сожалению достоверность многих кустарных и дешевых фирменных приборов, даже правильно сконструированных и настроенных, во многих случаях из-за естественных принципиальных ограничений совершенно недостаточна. Кратко обозначим эти ограничения:

1. Рефлектометр с использованием направленных ответвителей (НО) прямой и обратной волн.

а) Ошибки из-за малой длины НО.

Как показали измерения на фирменном рефлектометре, для правильной индикации малых значений КСВ=1,1 при мощности 100 Вт длина петли НО должна быть на 160 м.д. не менее 96 см, соответственно на 80

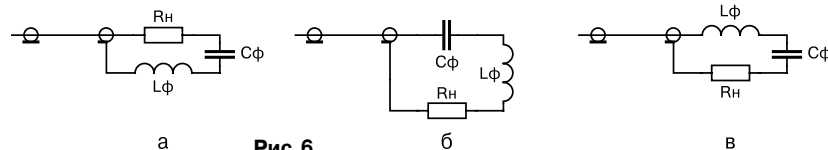


Рис.6

фоне не ощущалось. Принятая схема совмещения допускает одновременную работу на КВ и УКВ.

5.2. Оптимальная длина верхнего этажа  $A=1250$  мм (0,61λ), а длина нижнего выбрана с расчетом согласования с фидером. Рассмотрим этот момент подробнее. Экспериментальная проверка согласования кабеля РК-50 с нагрузкой  $R_n$  через фильтр с частотой настройки 145 МГц дала несколько неожиданные результаты. В схеме на рис.6а полное согласование, контролируемое по КСВ-метру, получалось при  $R_n=50$  Ом, как и ожидалось. Зато в схеме рис.6б согласование наступало при  $R_n=27$  Ом, а по рис.6в - при  $R_n=75$  Ом. Естественно, для реальной антенны была принята последняя схема. Длина нижнего этажа В, соответствующая полно-

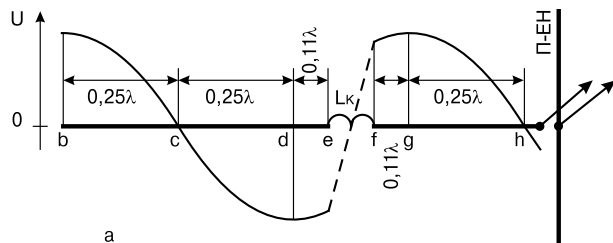
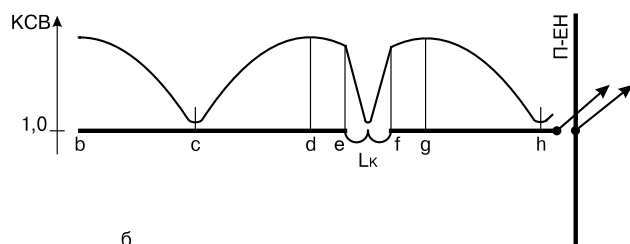


Рис.7



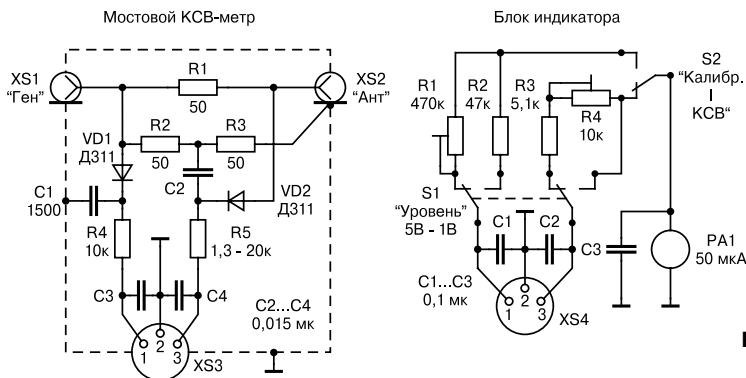


Рис.8

м.д. - 48 см, на 40 м.д. - 24 см и т.д. При малых длинах НО ВЧ напряжение на диоде детектора обратной волны может оказаться меньше его порога запирающего, в результате будет отсчитано значение КСВ=1, хотя реальное значение может быть намного выше.

При увеличении мощности в фидере показания КСВ растут, приближаясь к истинному значению.

#### б) Ошибки из-за низкой направленности НО.

Чтобы показания не зависели от длины фидера, точнее от положения прибора по отношению к пучностям тока и напряжения, коэффициент направленности НО должен быть не менее 40 дБ. Во многих реальных конструкциях он всего 20...25 дБ. Если при изменении длины фидера значения КСВ изменяются, например, в пределах 1,5...2,5, это говорит, в первую очередь, о несовершенстве прибора. При малых значениях КСВ<1,2 показания рефлектометра практически не зависят от длины линии.

#### 2. Рефлектометр с токовым трансформатором на ферритовом сердечнике.

Показания не зависят от частоты в широком диапазоне. Для правильной индикации малых значений КСВ число витков вторичной обмотки токового трансформатора (при её нагрузочном сопротивлении 51 Ом) должно быть не более 12 при мощности в фидере 10 Вт и не более 36 при 100 Вт и более.

Коэффициент направленности простых приборов 15...20 дБ, зависимость показаний от длины фидера ещё сильнее. Удобен для оперативного контроля состояния настроенной антенны.

#### 3. Мостовой КСВ-метр.

В отличие от предыдущих типов реагирует не на прямую и обратную волны, а на коэффициент отражения от нагрузки, показания от длины фидера зависят мало. Требуется небольшой мощности сигнала  $P < 100$  мВт, удобно использовать с ГСС. Главный недостаток - чувствительность к внешним помехам от радиовещательных, связанных и телевизионных передатчиков - преодолевается путем увеличения подаваемого сигнала до 5...10 В за счет использования дополнительного усилителя к ГСС, можно использовать трансивер и эквивалент нагрузки с отводом. Не годится для оперативного контроля, но в процессе настройки антенны самый точный и удобный прибор.

На рис.8 приведены схема и эскиз конструкции мостового КСВ-метра, работоспособного в диапазоне 1...500 МГц. Состоит из ВЧ моста на R1, R2, R3 по 50±0,3 Ом МЛТ-0,25 (R3 припаян одним концом непосредственно к корпусу XS2), выполненного навесным монтажом в корпусе размерами 25х25х40 мм, и индикаторного блока ИБ, соединенного с мостом трехжильным кабелем. В ИБ установлен гальванометр на 50 мкА и переключатель S1 (уровень датчика сигнала 1В/5В) и S2 (калибровка/измерение КСВ). На КВ используется совместно с ГСС и дополнительным усилителем на КТ-904А (рис.9), способным выдать неискаженный сигнал с уровнем 5 Вэф. При R5=10 кОм входное сопротивление детектора VD2 достаточно велико и не вызывает дополнительной погрешности, кроме того получается удобная шкала КСВ - максимальное значение около 3 и нижнее отсчетное значение 1,05.

При необходимости работать с сигналом меньшего уровня (<1,5 В) R5 придется уменьшить до ~2 кОм, что приведет к появлению небольшой зависимости показаний КСВ от длины фидера.

Градировка прибора осуществляется подключением к XS2 (АНТ) Ra, соответствующих значениям КСВ от 1,1 до 3 из соотношения  $Ra = 50 \times KCB$  (при неизменном входном уровне!). При каждом измерении КСВ обязательно поддержание того же уровня входа (калибровка), при котором производилась градуировка.

В приборе использованы конденсаторы типа КМ, диоды Д311 (Д311А), разъемы XS1 - CP50-73, XS2 - CP50-272С (при использовании прибора ниже 150 МГц XS2 может быть любого типа), XS3 и XS4 - ОНЦ-ВГ-3/16. В усилителе L1 - ДМ-0,2-100, подбором R3 устанавливают около 1 В на эмиттере VT1.

#### Заключение

UA3AIO, один из первых обладателей антенны VMA-7в, многократно сравнивал её в DX-связях с фирменными антеннами соседних радиолюбителей RZ3CC (R7), RX3AGL (AP8), UA3AUZ (DX-77), а также GAP TITAN и др., полученные оценки были аналогичными или даже выше, чем у соседей. Положительные отзывы получены также от SV/UYOMF, изготовившего аналогичную антенну из подручных материалов, а также от UT5MO, UR4MIG и других.

Не уступая фирменным антеннам по эффективности, VMA-7в значительно проще в изготовлении и настройке, широкополоснее и мощнее.

Автор использует антенну VMA-9в как основную с 1998 г. В CQ WW CONTEST 1999 (CW) на ней удалось за ~12 часов сработать 38 зон, в том числе на отдельных диапазонах по 27...32 зоны. На УКВ с использованием трансивера Ic-24 мощностью 2 Вт поддерживаются уверенные связи в радиусе 100 км, в том числе с соседними областями.

Автор благодарит Бориса UT5ML, Владимира UA3AIO, Бориса UR4MIG и Сергея UY5MR за существенную помощь в процессе отладки и испытания антенны.

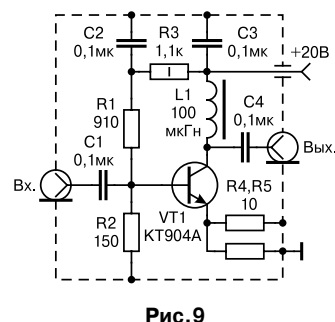


Рис.9

**Лучшая КВ и УКВ  
аппаратура для  
профессионалов  
и любителей**

**Гарантийное  
обслуживание,  
сервисная  
поддержка**

**Отвечаем  
на любые  
вопросы  
по теле-  
фону:**

**(044) 246-46-46 (5 линий)**

**CONCERN  
ALEX**

**КОНЦЕРН АЛЕКС**

# Антенное согласующее устройство

С.Клименко, US4LEB, г.Харьков

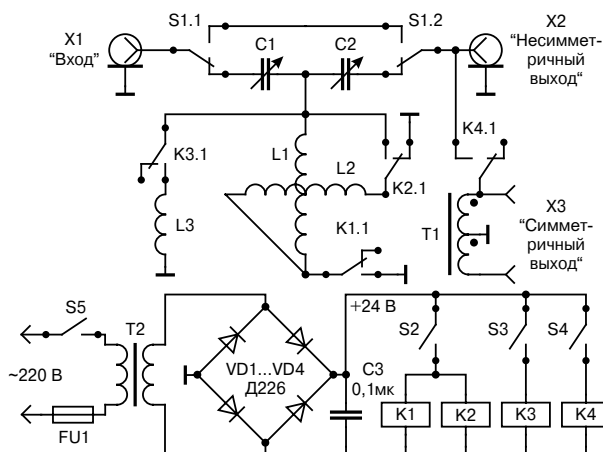
Антенное согласующее устройство (АТУ), схема которого приведена на рисунке, является достаточно простым и эффективным устройством для согласования 50-ти омного выхода трансивера (TRX) с антеннами типа LW, а также с антеннами, имеющими симметричный вход, например V-beam, одним словом - с антеннами, имеющими самые разнообразные значения входных сопротивлений.

АТУ выполнено по распространенной схеме Т-типа, однако, отличительной особенностью предлагаемой схемы является применение в качестве катушки с переменной индуктивностью шарового вариометра и минимальное количество механических переключателей, которые заменены высокочастотными реле. (От редакции: такое построение схемы позволяет автоматизировать процесс настройки АТУ, дополнив ее соответствующим блоком автоматики с тремя сервоприводами и соответствующими датчиками, например прямой и обратной мощности, фазы и сопротивления, как сделано в АТУ фирмы ICOM AT-130 (PX №1/2000, с.43-45).

В устройстве можно применить шаровой вариометр любого типа, катушки которого не имеют конструктивного соединения между собой, с максимальной индуктивностью последовательно соединенных катушек не более 30 мкГн. Как видно из схемы, при обесточенных обмотках реле К1, К2 катушки вариометра включены последовательно, а при подаче на обмотки К1 и К2 постоянного тока от источника питания обмотки вариометра соединяются параллельно. Необходимость последовательного и параллельного включения L1 и L2 определяется опытным путем в зависимости от применяемой антенны и диапазона. При работе на 12-ти и 10-ти метровых диапазонах может понадобиться включение дополнительной L3 контактами К3.1 реле К3 для уменьшения индуктивности параллельно соединенных L1, L2. Таким образом, комбинируя включение L1...L3, можно добиться оптимального значения индуктивности, соответствующего выбранному диапазону частот. Переключателем S1 при необходимости подключают антенну непосредственно к трансиверу в обход АТУ.

## ДЕТАЛИ И КОНСТРУКЦИЯ

В АТУ применяется шаровой вариометр от радиостанции Р-140 и т.п. Очень желательно, чтобы L1 и L2 были намотаны посеребренным проводом на керамических каркасах. Конденсаторы переменной емкости C1 и C2 от старых ламповых радиоприемников, если выходная мощность передатчика не превышает 100-150 Вт, а при P<sub>вых</sub> более 150 Вт следует применять КПЕ с большим зазором между пластинами статора и ротора. В качестве реле К1...К4 необходимо использовать малогабаритные высокочастотные реле типа «ТОРН» или от радиостанции РСБ-5. L3 - бескаркасная на оправке диаметром 50 мм и содержит 3...4 витка медного посеребренного провода диаметром 2,5...3 мм. Т1, подключаемый контактами К4.1 реле К4 при использовании симметричной антенны, выполнен на ферритовом кольце с на-



ружном диаметром 60...120 мм магнитной проницаемостью 400...600НН. Он содержит 2 обмотки, выполненных проводом во фторопластовой изоляции: 10-15 витков одновременно двумя проводами с равномерным размещением на кольце.

Устройство монтируется в металлическом корпусе. Соединительные провода должны быть минимальной длины, катушки вариометра расположены на расстоянии не менее 20 мм от стенок корпуса. В качестве Т2 можно применить любой трансформатор питания мощностью 20...30 Вт с подходящим напряжением вторичной обмотки. В качестве S1 весьма желательно применить ВЧ реле, аналогичные К1...К3. S2...S4 - типа МТ1. X1, X2 - СР-50.

НАЛАЖИВАНИЕ АТУ не представляет особой трудности: необходимо практическим путем определить положение переключателей S2, S3 для работы на конкретном диапазоне. В некоторых случаях может понадобиться корректировка количества витков L3 (зависит от типа применяемой антенны). Контроль степени согласования антенны и трансивера осуществляется КСВ-метром, включенным между TRX и АТУ, по минимальному значению коэффициента стоячей волны.

## Литература

1. С.Г. Бунин, Л.П. Яйленко. Справочник радиолюбителя-коротковолновика. - Киев. «Техніка», 1984. - 264с.
2. З.Беньковский, Э.Липинский. Любительские антенны коротких и ультракоротких волн. - М. «Радио и связь», 1983. - 479с.
3. И.Григорьев. Согласующие устройства. - Радиолюбитель. КВ и УКВ, 1997, №10, с.32.

## Вместо тумблера - реле, вместо КПЕ - резистор

Игорь Григоров, RK3ZK, г.Белгород

При конструировании малогабаритной аппаратуры часто возникает вопрос о том, как все органы управления разместить на передней панели, удовлетворив одновременно требование расположения, например, тумблеров возле соответствующих каскадов.

В таких случаях с успехом можно использовать малогабаритный переменный резистор, транзистор и реле (рис.1). Эта замена бывает часто удобнее тумблера, поскольку дает возможность расположить реле в непосредственной близости от коммутируемых цепей, которые могут быть и высокочастотными, и, следовательно, значительно снизить вероятность самовозбуждения и повысить стабильность всего устройства в целом. Реле желательно использовать с малым током потребления, типа РЭС49, РЭС60, хотя резистор дает возможность после срабатывания реле снизить его ток до необходимого значения для удержания контактов, что может быть полезным в аппаратуре с автономным питанием.

При конструировании QRP-трансиверов с кварцевой стабилизацией и с обычной схемой увода частоты (рис.2) вместо C1 можно также использовать переменный резистор [Л1]. Значения C1, C2, R1 (рис.3) подбираются для конкретного кварца по максимальному уводу частоты. Схема была проверена в диапазонах 3,5...14 МГц и обеспечивала почти такое же изменение частоты, как с КПЕ 10/100 пФ (C1 на рис.2) при одинаковой неравномерности амплитуды выходного сигнала.

## Литература

1. Г.Багдасарян. О перестройке частоты LC-генераторов. Радио №7/1994 г.

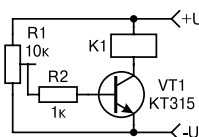


Рис.1

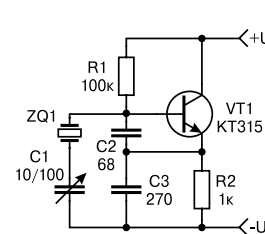


Рис.2

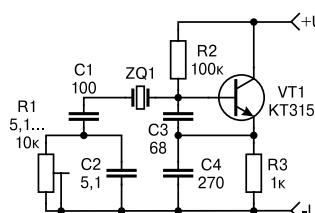


Рис.3

# Радиостанция KENWOOD TH-D7E

Борис Витко (UT5UE), руководитель сервис-центра Концерна «Алекс»

Радиостанция представляет собой двухдиапазонный радиолубительский трансивер со встроенным пакетным контроллером, работающим по протоколу передачи данных AX.25 и обеспечивающим скорость обмена данными 1200 и 9600 бод. Кроме этого радиостанция имеет ряд других интересных особенностей, таких как:

- возможность подключения к ней персонального видеокоммуникатора KENWOOD VC-H1 (с возможностью частичного управления им);
- совместная работа с навигационным приемником системы GPS, позволяющим определить географическое месторасположение радиостанции;
- возможность передачи буквенно-цифровых сообщений другой аналогичной радиостанцией;
- программное разделение однотипных радиостанций на группы и другое.

Рассмотрим **особенности радиостанции** более подробно:

- возможность работы на двух различных диапазонах 144 и 430 МГц (возможна доработка, расширяющая рабочие диапазоны, см. ниже);
- два приемника, позволяющих прослушивать одновременно две частоты как на одном диапазоне - 144/144 (в диапазоне 430/430 - не работает), так и на различных - 144/430;
- три уровня выходной мощности: High - 6 Вт (13.8 В), 5 Вт (9.6 В), 2.5 Вт (6.0 В); Low - 0.5 Вт; EL (экономичный) - 50 мВт;
- большое количество каналов памяти (200 ch);
- эргономичная ручка управления типа «джойстик»;
- одновременная индикация на дисплее значений двух частот;
- удобная иерархическая система меню, позволяющая управлять всеми режимами работы радиостанции;
- поддержка полного дуплекса (FullDuplex) в режимах 144/430 или 430/144;
- функция ASC - используется при работе через репитер; при включении этой функции радиостанция периодически измеряет уровень сигнала от корреспондента на входной частоте репитера и в случае, если сигнал достаточно устойчивый и возможна связь на симплексном канале, не используя репитер, на экране радиостанции индицируется знак предупреждения;
- идентификация принимаемого CTCSS-сигнала - функция используется, если неизвестно значение субтонального сигнала на рабочей частоте;
- возможность присвоения любому каналу памяти 8-символьного буквенно-цифрового имени;
- возможность включения режима индикации только номера канала памяти, без индикации соответствующего этому каналу значения частоты;
- четыре различных режима сканирования: в режиме VFO; каналов памяти; программируемого участка диапазона; одномоггерцового участка диапазона;
- поддержка CTCSS и DTMF-сигналлинга;
- возможность работы с гарнитурами типа SMC-33 и SMC-34, которые имеют дополнительные три кнопки для дистанционного управления радиостанцией; «под» эти кнопки можно запрограммировать до 10 различных управляющих функций; следует также отметить, что существует возможность встраивания подобных кнопок в большинство видов гарнитур, предназначенных для радиостанций KENWOOD;
- функции ToneAlert (при появлении сигнала на контролируемой частоте раздается тональный сигнал предупреждения, после чего на экране начинается отсчет времени, прошедшего со времени появления этого сигнала, отсчет ведется до значения 99 часов 59 минут; также таким образом можно контролировать появление сигнала с определенным тональным сигналом CTCSS); AutoPowerOff (автоматическое выключение питания после простоя 30 или 60 минут); BatterySave (режим экономичного импульсного питания приемника);
- регулировка баланса уровня громкости между диапазонами;
- специальная функция блокировки интермодуляционных помех (работает только на диапазоне VHF);
- возможность электронной регулировки девиации;
- встроенный TNC-контроллер (пакетный контроллер), поддерживающий протокол AX.25 на скоростях 1200 и 9600 бод, позволяет использовать большой задел стандартного программного обеспечения, предназначенного для передачи и приема компьютерных данных; кроме того возможна работа в радиосетях PBBS (packet bulletin board system);
- поддержка SSTV (Robot, AVT, Scottie, Martin, Fast FM); радиостанция оптимизирована для подключения к ней Персонального Видеокоммуникатора типа VC-H1 (производства Kenwood), позволяющего передавать цветные изображения по радиоканалу; радиостанция позволяет вставить в передаваемую картинку SSTV произвольный текст, содержащий позывной или идентификатор этой радиостанции (до 8 символов), текстовое сообщение (до 9 символов) и рапорт о качестве приема сигнала корреспондента (до 10 символов);
- возможно дистанционное управление по эфиру однотипной радиостанцией, к которой подключен видеокоммуникатор VC-H1, с целью

включения коммуникатора, захвата им текущего изображения и передачи этого изображения по эфиру; используя эту функцию, можно реализовать системы охранного видеонаблюдения;

- поддержка системы APRS и GPS-приемника (APRS - это пакетная система мониторинга за географическим местоположением радиоабонентов, определения азимута и расстояния до радиообъекта, входящего в систему, наблюдения за маршрутом движения этого объекта (с помощью подключенного к радиостанции компьютера). Следует отметить, что данная система популярна во всем мире и существует большое количество компьютерных программ, совместимых с

APRS, со встроенными электронными топографическими картами. GPS - всемирная спутниковая навигационная система. GPS-приемник позволяет радиостанции определить «свои» координаты (широту и долготу). Так при работе в эфире двух радиостанций TH-D7E с подключенными к ним GPS-приемниками на экране любой из них можно наблюдать, например, информацию о азимуте и расстоянии до второй радиостанции, скорости ее движения, если она расположена на подвижном объекте;

- возможность ручного (при отсутствии GPS-приемника) ввода в радиостанцию географических координат своего месторасположения с комментариями длиной до 20 символов; эта информация в дальнейшем используется автоматически при работе системы APRS;

- возможность программного разбиения на группы пользователей аналогичных радиостанций для более эффективной работы системы APRS;

- передача и прием текстовых сообщений (длиной до 45 символов) при работе с однотипной радиостанцией; в памяти радиостанции может храниться до 16 таких сообщений;

- возможность дистанционного управления многодиапазонным мобильным КВ трансивером KENWOOD TS-570, TS-870.

После осуществления несложной модификации радиостанция работает в более широком участке диапазона: 118-136 МГц (АМ только прием), 136-174 МГц (ЧМ прием/передача), 400-480 МГц (ЧМ прием/передача).

Приемная часть трансивера собрана по супергетеродинной схеме с двойным преобразованием - 1-я ПЧ 38,85 МГц и 45,05 МГц, 2-я ПЧ 450 кГц и 455 кГц для VHF и UHF диапазонов соответственно. Чувствительность - не хуже 0,18 мкВ (12 dB SINAD) при полосе пропускания 12 кГц (-6 dB) и 28 кГц (-40 dB).

Внешний вид трансивера показан на рисунке. Габариты TH-D7E 54,0x119,5x35,5 мм, вес ~340 гр. С функциональной схемой и перечнем команд TNC-контроллера можно ознакомиться на официальном сайте журнала <http://radiohobby.da.ru>

Технические параметры в радиолубительском участке диапазона радиочастот, заявленные в спецификации, полностью обеспечиваются. Вне этого участка наблюдается некоторое ухудшение параметров, например, снижение мощности передатчика на краях диапазона. При работе в режиме одновременного приема на двух частотах (144/144) снижения чувствительности, как это бывает в некоторых моделях аппаратуры, не происходит.





# Аналоговые перемножители

# XY+Z

Аналоговые четырехквadrантные (работающие с входными перемножаемыми напряжениями любой полярности) - одна из самых интересных разновидностей аналоговых ИМС. На их основе очень просто создаются линейные АМ и балансные модуляторы, фазовые детекторы, умножители частоты, АРУ, RMS-детекторы, управляемые напряжением фильтры, функциональные генераторы, преобразователи напряжение-частота и др. К сожалению, из-за скудности информации отечественных производителей и зарубежных дилеров, эти микросхемы не получили должного распространения в радиолюбительской практике - конструкции на их основе можно сосчитать по пальцам. Между тем сегодня производятся перемножители не только звукового, но и радиодиапазона (до 500 МГц), причем, если прецизионные перемножители с индивидуальной лазерной подгонкой в термостойких металлокерамических корпусах для военных целей стоят несколько десятков \$\$, то цены на пластмассовые варианты с подстройкой внешними резисторами не дороже, чем на ОУ (как сообщил в редакцию наш читатель Юрий Каранда, в августе 99 года он приобрел на харьковском радиорынке 8 шт. КР525ПС2А производства завода «Квадр» в г. Борзна всего за 2 гривни; это меньше, чем \$0,05 за штуку). Цель данной публикации - дать начальные сведения о параметрах серийно выпускаемых перемножителей и их схемотехнике. Основные параметры наиболее популярных ИМС аналоговых перемножителей приведены в **таблице 1**.

Практически все современные аналоговые перемножители построены на основе двух дифференциальных усилителей (ДУ), объединенных симметрично-перекрестными связями, управление крутизной которых за счет перераспределения токов выполняет еще один ДУ. В качестве примера на **рис. 1** показана упрощенная схема перемножителя MLT04 фирмы Analog Devices. Для практического применения вместо принципиальной схемы внутреннего построения полезнее применять эквивалентную блок-схему, пример которой для самой доступной ИМС К525ПС2 в режиме умножения показан на **рис. 2**. Назначение подстроечных резисторов: R1 - коррекция нуля по входу X; R2 - коррекция нуля по входу Y; R3 - коррекция нуля по входу Z (на практике последовательность регулировки следующая: при нулевых напряжениях на входах X и Y резистором R3 устанавливают нуль на выходе; подав на вход

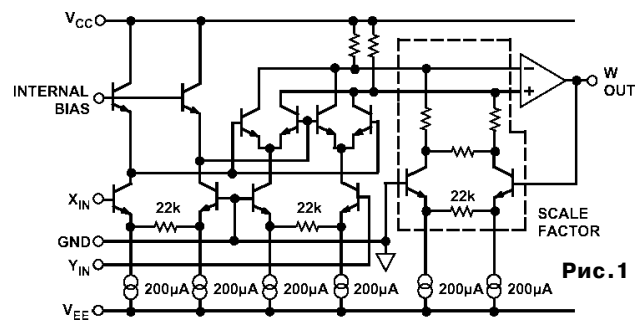


Рис. 1

X переменное напряжение амплитудой несколько вольт, резистором R2 добиваются минимального его проникания на выход при нулевом напряжении на входе Y; подав на вход Y переменное напряжение амплитудой несколько вольт, резистором R1 добиваются минимального его проникания на выход при нулевом напряжении на входе X; R4 - точная подстройка масштабного коэффициента 10 в знаменателе передаточной

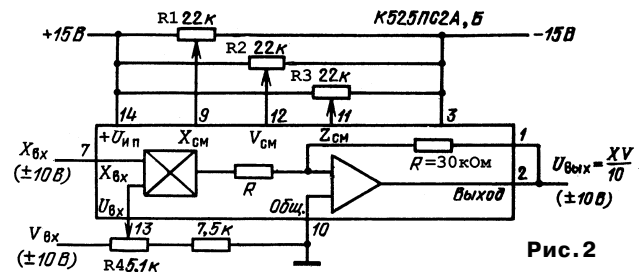


Рис. 2

функции  $U_{\text{вых}} = U_x U_y / 10$  (см. **таблицу 1**). На **рис. 3-5** приведены схемы включения К525ПС2 соответственно в режиме деления, извлечения квадратного корня и возведения в квадрат. Практические схемы применения 525ПС2 в качестве удвоителя частоты генератора стирания в САДП см. «РХ» №1/98, с.41; в качестве стабилизатора амплитуды в генераторах синусоидального напряжения со сверхнизким коэффициентом гармо-

Таблица 1

| Тип ИМС               | Передаточная функция                           | Полоса пропускания, МГц | Скорость нарастания, В/мкс | Погрешность перемножения, % | Нелинейность по входу, % |              | Напряжение собственных шумов на выходе, мВ |               | Входной ток, мкА | Ток потребления, мА | Напряжение питания, В | Примечание                               |
|-----------------------|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|--------------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------------|
|                       |                                                |                         |                            |                             | X                        | Y            | 10 Гц - 10 кГц                             | 10 Гц - 5 МГц |                  |                     |                       |                                          |
| КР525ПС2А             | XY/10                                          | 0,7                     | (10)                       | ±1                          | ±0,8                     | ±0,5         | (0,6)                                      | (3)           | 4                | 6                   | ±(9...16,5)           | 6КО.348.777-12ТУ<br>Аналог AD530         |
| КР525ПС2Б             |                                                |                         |                            | ±2                          | ±1,5                     | ±1           | (1)                                        | (5)           | 6                | 7                   |                       |                                          |
| КР525ПС3А             | (X1-X2)(Y1-Y2)/10 + Z2                         | 1                       | 20                         | ±0,25                       | ±0,12                    | ±0,1         | (0,1)                                      | (1)           | 2                | 6                   | ±(8...18)             | 6КО.348.777-01ТУ<br>Аналог AD534         |
| КР525ПС3Б             |                                                |                         |                            | ±0,5                        | ±0,3                     | ±0,1         |                                            |               |                  |                     |                       |                                          |
| КР525ПС3В             |                                                |                         |                            | ±1                          | ±0,8                     | ±0,5         |                                            |               |                  |                     |                       |                                          |
| КМ525ПС3Г             |                                                |                         |                            | ±0,5                        | ±0,3                     | ±0,1         |                                            |               |                  |                     |                       |                                          |
| AD 532                | (X1-X2)(Y1-Y2)/10                              | 1                       | 45                         | ±2                          | ±0,8                     | ±0,3         | 0,6                                        | 3             | 3                | 4                   | ±(10...18)            | ANALOG DEVICES                           |
| AD 534L               | (X1-X2)(Y1-Y2)/10 - (Z1-Z2)                    | 1                       | 20                         | ±0,25                       | ±0,12                    | ±0,1         | 0,09                                       | 1             | 0,8              | 4                   | ±(8...18)             | Аналог МРУ534L                           |
| AD 734                | (X1-X2)(Y1-Y2)/U - (Z1-Z2)                     | 10                      | 450                        | ±0,1                        | ±0,05                    | ±0,025       | [-94 дБс]                                  | [1 мкВ/√Гц]   | 0,05             | 9                   | ±(8...16,5)           | ANALOG DEVICES                           |
| AD 539                | -V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> /V <sub>u</sub> | 60                      | -                          | ±1                          | ±0,5                     |              | [200 нВ/√Гц]                               |               | 10               | +8,5/-18,5          | ±(4,5...15)           | ANALOG DEVICES<br>С токовым выходом      |
| AD 834                | (XY) · 4 [мА]                                  | 500                     | -                          | ±0,5                        | ±0,2                     | ±0,1         | [16 нВ/√Гц]                                |               | 45               | +11/-35             | ±(4...9)              |                                          |
| AD 835                | (X1-X2)(Y1-Y2)/U + Z                           | 250                     | 1000                       | ±0,5                        | ±0,3                     | ±0,1         | [50 нВ/√Гц]                                |               | 10               | 16                  | ±(4,5...6)            | ANALOG DEVICES                           |
| MLT 04                | XY/2,5                                         | 8                       | 53                         | ±2                          | ±0,2                     | ±0,2         | 0,076                                      | (0,5)         | 2,3              | 15                  | ±(4,75...7)           | 4 в одном корпусе                        |
| МРУ 600<br>BURR-BROWN | (X1-X2)(Y1-Y2)/2 + Z2                          | 30                      | 150                        | ±1                          |                          | [120 нВ/√Гц] |                                            | 15            |                  | 30                  | ±(4,75...8)           | С выходами как по току, так и напряжению |

## МИНИСПРАВОЧНИК

ник - см. «РХ» №5/99, с.40-42; в качестве управляемого напряжения усилителя с корректирующей АЧХ компандерной системы шумопонижения - см. «РХ» №5/99, с.47.

Самые совершенные ИМС высокоточных перемножителей с лазерной подгонкой обеспечивают возможность их применения без внешних триммеров (в таблице таковыми являются все, кроме 525ПС2). Наиболее популярным представителем является Analog Devices AD534, а также ее аналоги Burr-Brown МРУ534 и отечественные (киевский з-д «Квазар») 525ПС3А-В (с более дешевым вариантом 525ПС3Г без лазерной подгонки). На **рис.6** изображена функциональная блок-схема, а на **рис.7** - цоколевка (525ПС3 выпускается только в DIPовском корпусе). Микросхема состоит из трех ДУ, два из которых подключены к перемножающему каскаду (*translinear multiplier element*), выходного ОУ (*high gain output amplifier*, типовое усиление на постоянном токе 70 дБ, частота единичного усиления 1 МГц) и внутреннего стабилизатора опорных напряжений и смещения (*stable reference and bias*). Вывод SF - Scale Factor (масштабный коэффициент) - можно применять для изменения масштаба перемножения. В большинстве применений этот вывод оставляют свободным и в этом случае  $SF=10,00$  В, но при необходимости его можно уменьшить примерно до  $SF=3$  В, соединив вывод SF с шиной питания  $-V_S$  резистором сопротивлением  $R_{SF}=5,4SF/(10-SF)$ , где  $R_{SF}$  имеет размерность кОм, а SF - требуемое значение SF. Пример реальной схемы с изменением внешним резистором SF приведен на **рис.11**.

На **рис.8** показана схема включения AD534 как умножителя. Вход Z1 заведен в ООС внутреннего ОУ, а Z2 соединен с землей (на Z2 можно подать любой потенциал или сигнал в диапазоне до  $\pm 10$  В со спектром до 1 МГц, который будет приводить к точно такому же сдвигу уровня выходного напряжения). Диапазон входных напряжений по входам X и Y равен  $\pm 10$  В (до  $\pm 12$  В амплитудных), максимальное выходное напряжение  $\pm 12$  В. При необходимости масштабный коэффициент умножения можно уменьшить: на **рис.9** ООС внутреннего ОУ ослаблена в 10 раз ( $1+90k/10k$ ) резистивным делителем в цепи Z-входов, поэтому для этой схемы  $U_{вых}=(X_1-X_2)(Y_1-Y_2)$ . Дальнейшее уменьшение масштабного коэффициента таким способом возможно, но следует учитывать, что оно сопровождается сужением частотной полосы (для примера **рис.9** - в 10 раз, т.е. до 100 кГц) и увеличением смещения нуля. На **рис.10** показаны типовые АЧХ умножителя в нормальном соединении (**рис.8**) при резистивной нагрузке 2 кОм и резистивно-емкостной 2 кОм+1000 пФ, а также в модифицированном включении (**рис.9**) с емкостью нагрузки 1000 пФ (в том числе с и без кор-

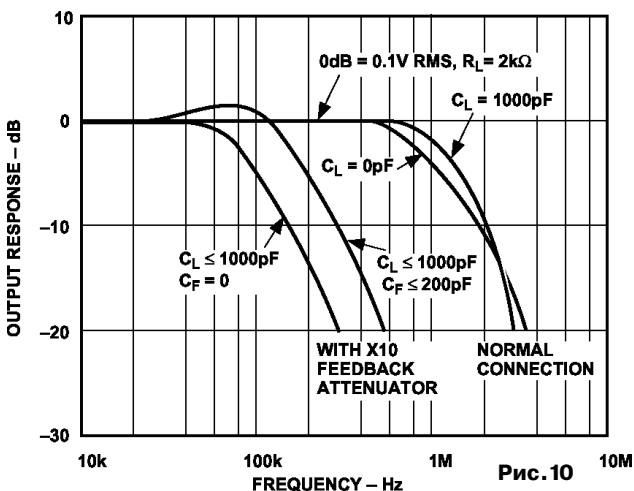


Рис. 10

ректирующей емкости  $C_F$ ). На **рис.11** изображена схема управляемого напряжением усилителя с коэффициентом усиления, изменяющимся от 0 до 50 пропорционально управляющему напряжению  $E_c=X_1-X_2=0...5$  В. При отрицательном  $E_c=-0...-5$  В все работает точно так же, только устройство становится инвертирующим. Точное значение коэффициента усиления  $K_u=50$  при  $E_c=5$  В можно установить резистором SET GAIN, который изменяет внутренний масштабный коэффициент SF. Верхняя граничная частота этой схемы равна 20 кГц (от коэффициента усиления не зависит), уровень шумов на

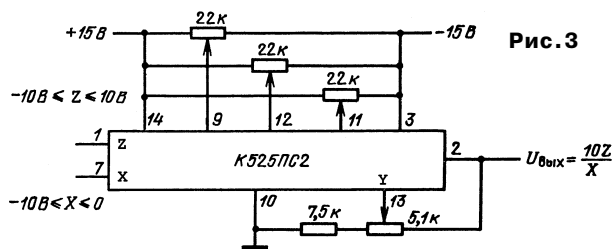


Рис. 3

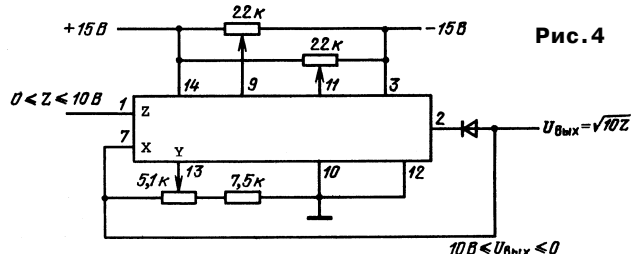


Рис. 4

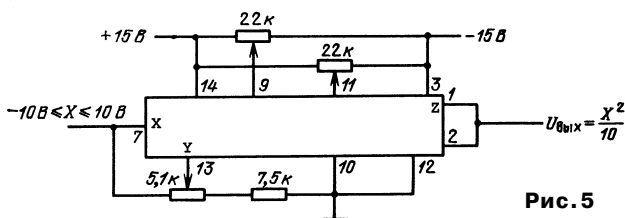


Рис. 5

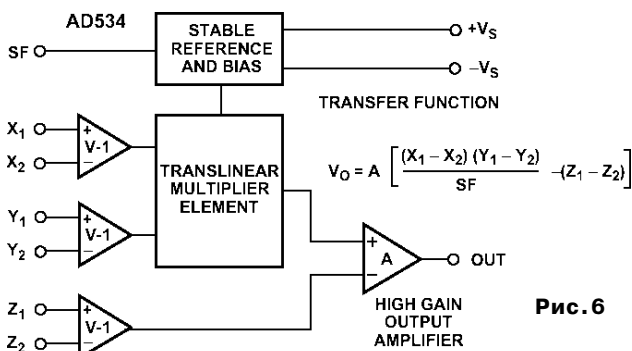


Рис. 6

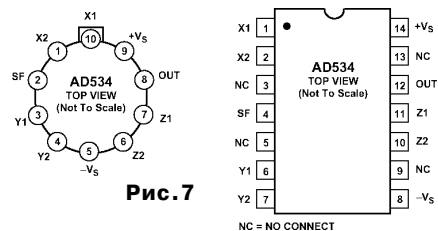


Рис. 7

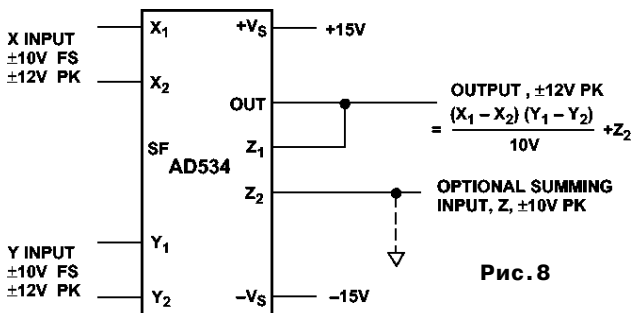


Рис. 8

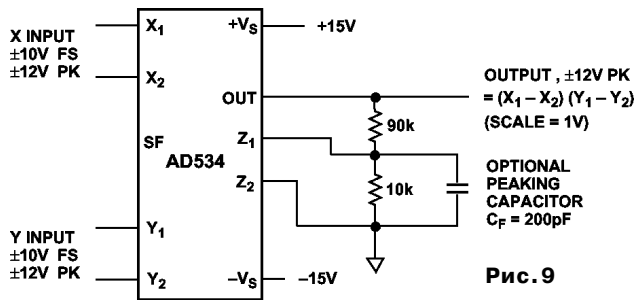


Рис. 9

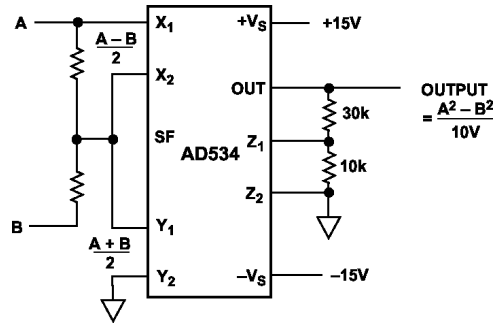


Рис. 15

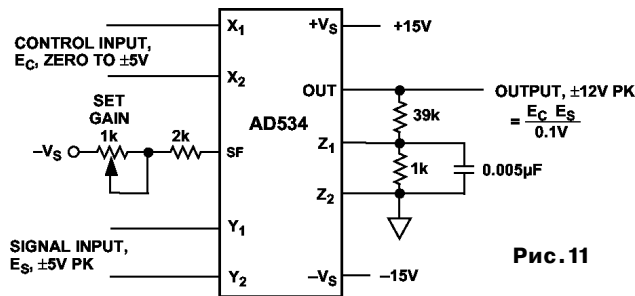


Рис. 11

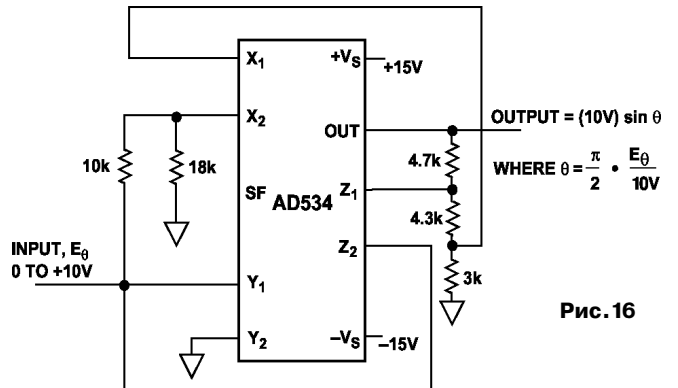


Рис. 16

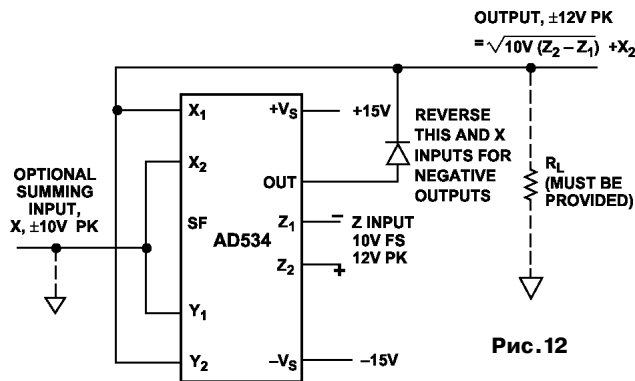


Рис. 12

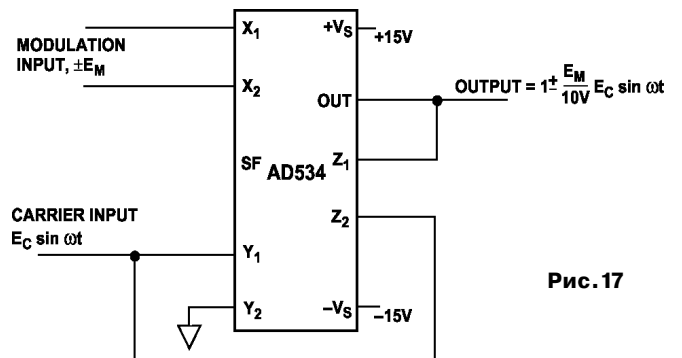


Рис. 17

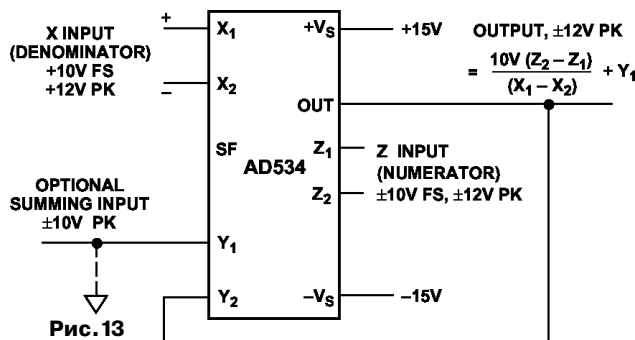


Рис. 13

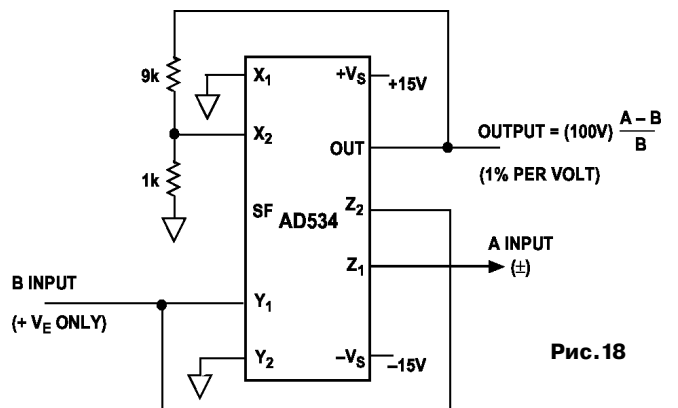


Рис. 18

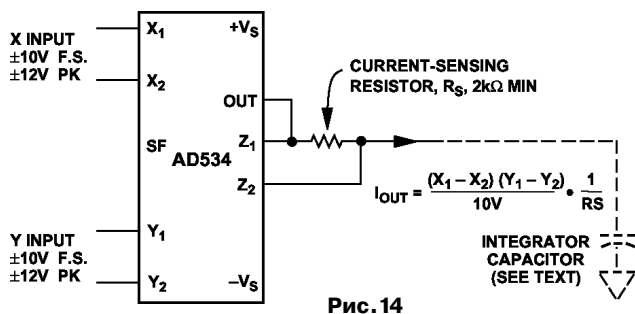


Рис. 14

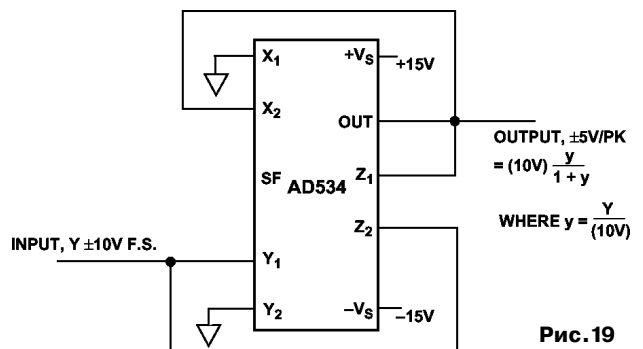


Рис. 19

выходе в полосе 20 кГц составляет 2,3 мВ.

Высокоомность и дифференциальность входов позволяет конфигурировать AD534, реализуя разнообразные аналоговые вычислительные машины. В частности, соединив вместе входы X1 и Y1 (или X2 и Y2), получаем квадратор с положительным выходным напряжением, а X1 и Y2 (или X2 и Y1) - с отрицательным. На **рис. 12** показана схема извлечения квадратного корня, **рис. 13** - аналогового делителя напряжения, **рис. 14** - умножителя с выходом в виде генератора тока, **рис. 15** - схема вычисления разности квадратов, **рис. 16** - формирователя синусоиды из треугольного напряжения, **рис. 17** - линейного амплитудного модулятора, **рис. 18** - схема вычисления процентного соотношения, **рис. 19** - схема линеаризации измерительного моста. Добавление небольшого количества внешних элементов, включая ОУ, позволяет сформировать прецизионный преобразователь напряжение-частота (**рис. 20**), детектор истинных среднеквадратических значений (**рис. 21**) и др. В схеме **рис. 20** достигается линейность преобразования напряжения в частоту 0,1% в частотном диапазоне от 100 Гц до 10 кГц, которому соответствует управляющее напряжение от 100 мВ до 10 В (налаживание: при входном напряжении 1 В триммером ADJ 1 kHz устанавливают частоту генерации 1 кГц, а затем при увеличении напряжения до 8 В триммером ADJ 8 kHz - частоту 8 кГц). Схема **рис. 21** обеспечивает погрешность измерения среднеквадратического значения напряжения любой формы не более 0,05% в частотном диапазоне от 60 Гц до 100 кГц с возрастанием до 0,5% на 1 МГц.

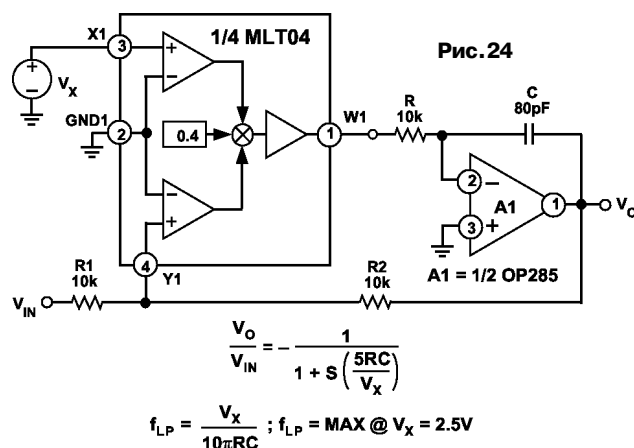
На **рис. 22** изображена схема удвоителя частоты на ИМС AD734. В отличие от обычных удвоителей частоты на квадраторах, основанных на известном тригонометрическом выражении  $(E \sin \omega t)^2 = E^2 (1 - \cos 2\omega t)/2$  и генерирующих в такт с удвоенной частотой большую постоянную составляющую, в этой схеме благодаря фазосдвигающей цепочке R1C перемножаемые напряжения оказываются сдвинутыми по фазе, в результате выходное напряжение

$$W = 4\{E \sin(\omega t + \pi/4)/\sqrt{2}\} \{E \sin(\omega t - \pi/4)/\sqrt{2}\} (1/10)$$

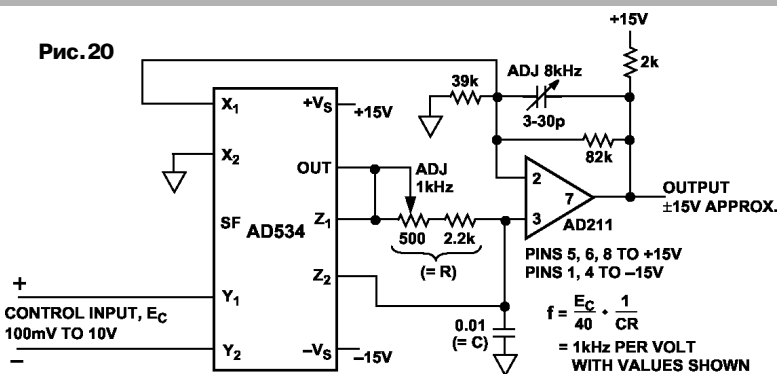
при условии выбора  $\omega = 1/R1C$  оказывается равным

$W = E^2 (\cos 2\omega t)/10$ , т.е. свободным от постоянной составляющей без применения каких-либо частотноизбирательных элементов. Коэффициент преобразования очень слабо зависит от частоты: при расстройке на  $\pm 10\%$  амплитуда выходного напряжения изменяется всего на 0,5%. С указанными на схеме резисторами средней входной частоте 100 кГц соответствует емкость конденсатора  $C = 1$  нФ. Аналогичная схема на работающем до частот 200 МГц AD835 изображена на **рис. 23**.

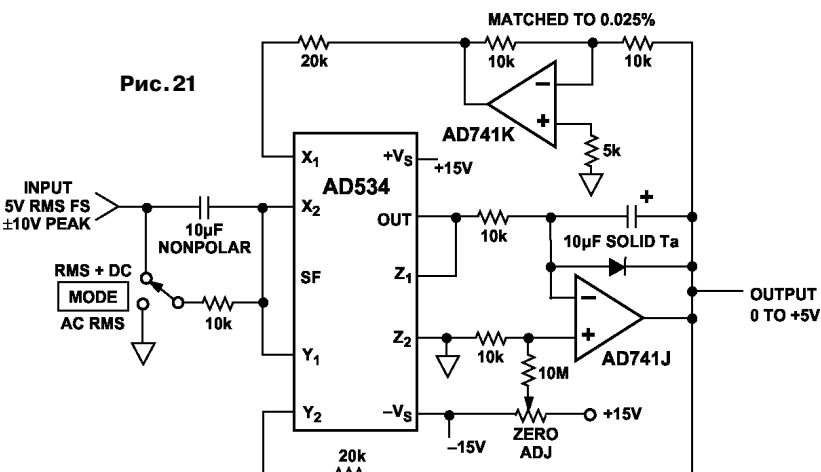
**Рис. 24** демонстрирует применение счетверенного перемножителя Analog Devices MLT04 в активном ФНЧ, частота среза которого пропорциональна управляющему напряжению  $V_x$ . Семейство АЧХ для указанных на схеме номиналов изображено на **рис. 25**, а цоколевка корпуса - на **рис. 26**.



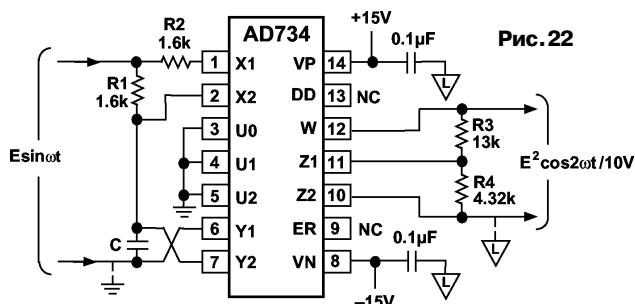
**Рис. 20**



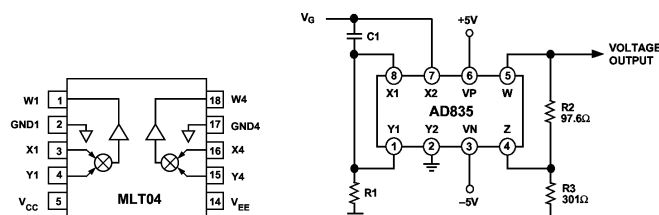
**Рис. 21**



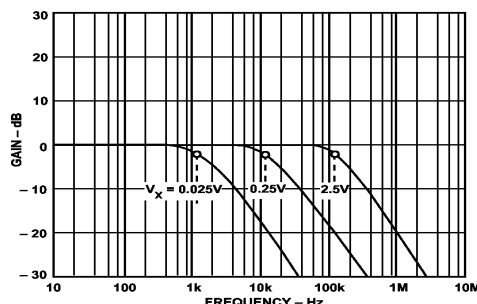
**Рис. 22**



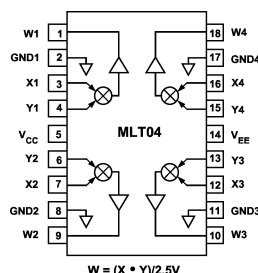
**Рис. 23**



**Рис. 25**



**Рис. 26**





# Барьерные генераторы ВЧ на биполярных транзисторах

Владислав Артеменко, UT5UDJ, г. Киев

Барьерный режим работы транзистора обеспечивает то важное свойство, что широкое варьирование значений  $L$  и  $C$  в таких генераторах не приводит к заметному изменению уровня выходного ВЧ напряжения (0,5-0,6 В для кремниевых и 0,2-0,3 В для германиевых).

На первый взгляд преимущество генерирования ВЧ напряжения менее 1 В не столь существенно, однако это увеличивает стабильность частоты (как кратковременную, так и долговременную). Кроме того, появляется возможность использовать для перестройки варикапы, которые при малых ВЧ напряжениях в значительной степени ухудшают стабильность частоты генератора.

В [1] по сути приведена барьерная схема дифференциального усилителя, а в [2] дано краткое определение барьерного режима работы транзистора без подробного анализа. В этой связи рассмотрим некоторые важные особенности барьерного режима работы биполярного транзистора, в котором база транзистора по постоянному току соединена накоротко или через резистор с небольшим сопротивлением с коллектором (рис. 1). Питание на схему подается через резистор, задающий ток через транзистор, т.е. отсутствует привычная цепь смещения.

Транзистор в барьерном включении представляет собой своеобразный диод, включенный последовательно с токозадающим резистором. Так как напряжение «эмиттер-база» для прямого смещенного р-п-перехода составляет примерно 0,6...0,7 В для кремниевых транзисторов и 0,3...0,4 В для германиевых, то потенциал коллектора и равен этой величине. При напряжении насыщения около 0,1 В максимальная амплитуда выходного ВЧ напряжения для схем с кремниевыми транзисторами будет около 0,5...0,6 В и около 0,2...0,3 В с германиевыми.

Ток, протекающий через транзистор, можно приблизительно оценить по формуле  $I = (U_{пит} - (0,6...0,7 В)) / R$ , где  $U_{пит}$  - напряжение питания,  $R$  - сопротивление токозадающего резистора, Ом. В схеме генератора на рис. 1 снимать ВЧ напряжение можно и с другого конца катушки. Однако эта схема имеет существенный недостаток: LC-контур ни одним из своих концов не соединен с «землей», что делает практически невозможной перестройку по частоте

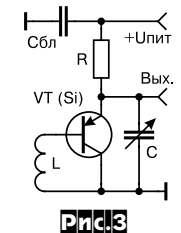
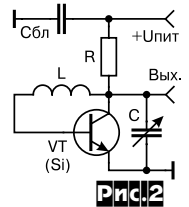
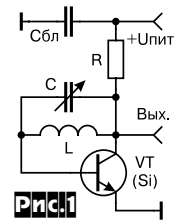
с помощью переменного конденсатора. Автором предложена схема с заземленным конденсатором (рис. 2). Генерация возникнет и в том случае, если  $C$  включить между «землей» и базой (переход «база-эмиттер» открыт и обладает весьма небольшим сопротивлением). Такую схему автор успешно использовал в качестве задающего генератора простейшего ЧМ-радиомикрофона. Модуляция осуществлялась с помощью варикапной матрицы КВС111.

Однако для генерирования частоты с повышенной стабильностью желательно заземлить и один из концов  $L$ , что реализовано автором в схеме на рис. 3, где ВЧ напряжение можно снимать и с  $L$ .

Заметим, что изменение напряжения питания (если оно не меньше 1 В) при одном и том же значении  $R$  все же влияет на частоту генерируемых колебаний. Для уверенной работы транзистора на более высоких частотах необходимо увеличивать протекающий через него ток путем уменьшения  $R$ . При использовании КТ315А, КТ361А при  $U_{пит} = 12 В$  и  $R = 2200 Ом$  наблюдалась устойчивая работа всех приведенных выше схем по крайней мере до 110 МГц. Эти схемы имеют высокоомные выходы и нуждаются в высокого качества буферном каскаде и (или) в снятии ВЧ напряжения с  $1/8...1/10$  части витков  $L$  (считая от заземленного конца), иначе неизбежна нестабильность частоты при изменении сопротивления нагрузки. Реактивное сопротивление  $S_{бл}$  на рабочей частоте должно быть не более 1 Ом.

## Литература

1. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. - М.: «Мир», 1982, с. 297.
2. Стасенко В. Барьерный режим работы транзистора. - «Радиолубитель», 1996, №1, с. 15-17.



# Параллельное включение КР142ЕН12А

Юрий Каранда, г. Изюм Харьковской обл.

Интегральные стабилизаторы КР142ЕН12А (зарубежный аналог - LM317Т) быстро завоевали популярность у радиолюбителей благодаря хорошим техническим характеристикам и возможности получения любого выходного напряжения в диапазоне +1,2...37 В [1]. Их умные кристаллы следят за температурой, рассеиваемой мощностью и выходным током, обеспечивая высокую эксплуатационную надежность. Однако бывают ситуации, когда выходного тока 1,5 А оказывается недостаточно и приходится умножать ИМС внешними транзисторами или собирать стабилизатор из дискретных элементов. Для упрощения схемы при этом часто отказываются от отдельных видов защит (тепловой, превышения  $U_{вх}$ ), что негативно отражается на надежности в работе и приводит к повреждению нагрузки. Поскольку стоимость ИМС стабилизатора сравнима со стоимостью мощного транзистора, экономически оправдано параллельное включение микросхем.

В [1] приведен пример такого включения с использованием ОУ, п-р-п транзистора и токовыравнивающих резисторов, подключенных к выводам стабилизаторов. Этот способ имеет свои недостатки: неполное выравнивание токовой нагрузки из-за производственного разброса  $U_{оп}$  ИМС, а повышенное выходное сопротивление резко ухудшает коэффициент стабилизации по току. Более эффективный способ описан в [2]: один из стабилизаторов выполняет функцию образцового, а второй следит за ним с помощью ОУ, выравнивающего выходные токи. Современная элементная база позволяет заметно упростить схему, исключив отдельное двупольное питание ОУ.

На рисунке в качестве примера изображена схема стабилизатора с  $U_{вх} = 14 В$  и  $I_{вх} = 3 А$ , предназначенная для питания в стационарных условиях аппаратуры, рассчитанной на автомобильную бортовую сеть. DA1 включена по типовому способу, подбором  $R_4$  можно установить необходимое выходное напряжение. К выводу регулировки 8 DA3 через цепочку  $R_5R_6$  подключен выход ОУ DA2. Эта цепь выполняет несколько функций: задает токовый режим вывода регулировки, смещает выходной уровень DA2 и защищает выход ОУ от перегрузок. Конденсаторы  $C_1, C_2$  - блокировочные.

Операционный усилитель DA2 следит за равенством потенциалов на его входах, достигая при равенстве токов, протекающих через резисторы  $R_1, R_2$ . Он поддерживает на регулировочном выходе DA3 напряжение, при котором выходные токи DA1, DA3 равны, поэтому общий выходной ток удваивается. Соединив таким способом задающий стабилизатор с  $N$  следящими, можно увеличивать выходной ток до величины  $I_{вх.макс} = 1,5 А \times (N + 1)$ ; для этого понадобится  $N ОУ$  и  $N + 1$  ЕН-ок. Важным конструктивным преимуществом этой схемы является возможность размещения ИМС стабилизаторов на общем радиаторе без применения изолирующих прокладок, поскольку их выходной вывод электрически соединен с крепежным фланцем. Сам радиатор, естественно, следует изолировать от «массы».

Выходные токи ОУ и ток регулировочного вывода КР142ЕН12А столь малы, что не оказывают влияния на точность деления выходного тока; она зависит в основном от равенства  $R_1 = R_2$  и  $U_{см} ОУ$ . Для примененного КР140УД18  $U_{см.макс} = 10 мВ$ , что соответствует разбалансу около 3% при  $I_{вх} = 3 А$ . При меньших токах разбаланс возрастет, но из-за общего уменьшения рассеиваемой мощности для ИМС стабилизаторов это уже будет безразлично. Главное условие - не допустить выхода из линейного режима DA1, т.е. в худшем случае протекающий через нее ток не должен быть менее 10 мА. Для приведенного на рис. 1 варианта последнее гарантируется при  $I_{н} > 100 мА$ , на каждый дополнительный следящий каскад к этой величине прибавлять по 50 мА. Такое условие наиболее просто удовлетворить, если нагруз-

ку подключать к стабилизатору до подачи питания на вход.

К операционному усилителю DA2 предъявляются особые требования: он должен иметь коэффициенты ослабления пульсаций питания и синфазного сигнала на  $f = 100 Гц$  не хуже 60 дБ, нормально работать в режиме однополярного питания с напряжением +Uп; иметь производительность по выходному втекающему току не менее 5 мА; быть скорректированным до  $K_u = 1$ ; иметь небольшое  $U_{см}$ ; а главное - «уметь» работать с синфазным сигналом на уровне +Uп. Таким требованиям отвечают ОУ КР140УД18 (LF355), КР140УД22 (LF356), К553УД2 (LM301, LM307) с  $C_k = 30 пФ$ . Экспериментально опробовано около десятка отечественных ОУ каждого типа в описываемой схеме при  $I_{н} = 1 А$ . Результаты схожи: для одного ОУ разбаланс токов составил около 20%; для остальных 9 - лучше 10%; из них для 7 - лучше 5%. Введение в схему потенциометра для подстройки  $U_{см}$  возможно, но вряд ли оправдано.

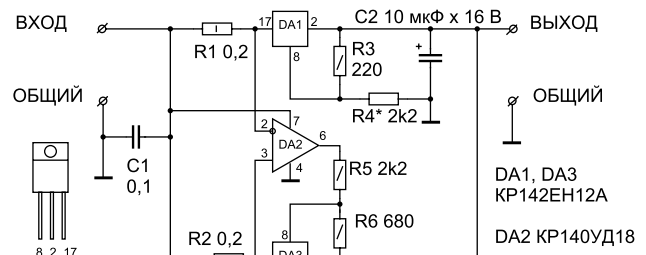
Параметры трансформатора, выпрямителя и сглаживающего фильтра следует выбирать из условия обеспечения на входе стабилизатора напряжения, превышающего (с учетом пульсаций) выходное не менее чем на 3 В в наихудших условиях: максимальном токе нагрузки и минимальном напряжении сети. Пульсации на выходе выпрямителя можно оценить по формуле  $\Delta U = I_{н} / n f C [В]$ , где  $I_{н}$  - ток нагрузки [А];  $n$  - число фаз выпрямителя;  $f$  - частота сети (50 Гц);  $C$  - емкость фильтра, Ф. Сверху  $U_{вх}$  ограничивается встроенной в КР142ЕН12А защитой по мощности рассеяния, срабатывающей при  $(U_{вх} - U_{вых}) \times I_{н} > 25 Вт$  на кристалл (при условии достаточно эффективного теплоотвода).

Резисторы  $R_1, R_2$  - типа С5-16, желательно с допуском не хуже  $\pm 2\%$ , остальные - МЛТ-0,25. Номинал  $R_1, R_2$  выбран из компромиссных соображений и может находиться в пределах 0,1...0,51 Ом. При заниженном сопротивлении ухудшится точность выравнивания токов, а при завышенном - увеличится падение напряжения на них и соответственно рассеиваемая мощность. Конденсатор  $C_1$  - типа КМ-5;  $C_2$  - К53-1. ИМС КР142ЕН12А можно заменить на КР142ЕН12Б.

Монтаж следует вести проводниками с правильно подобранным сечением: длина проводников, соединяющих ИМС с  $C_1, C_2$  не должна превышать 10 см, иначе возможно самовозбуждение схемы. В критических случаях возбуждение устраняют подключением дополнительных блокировочных конденсаторов непосредственно к выводам ИМС стабилизаторов. При работе с повышенными выходными токами для улучшения качества стабилизации правый по схеме вывод  $R_4$  нужно подключать к общему проводу вблизи нагрузки, а верхний по схеме вывод  $R_3$  - как можно ближе к кристаллу DA1, чтобы вариации  $I_{н}$  меньше искажали опорный потенциал. Для «следящих» ИМС эти меры излишни.

## Литература

1. Хоровиц П., Хилл У. «Искусство схемотехники». - М.: Мир, 1993, т.3, с. 352.
2. Попович В. «Параллельное включение микросхем К142ЕН5А». - Радио, 1987, №1, с. 62.



# Широкополосные помехозащищенные антенны на основе фильтров НЧ и ВЧ

Владимир Андрианов, г. Киев

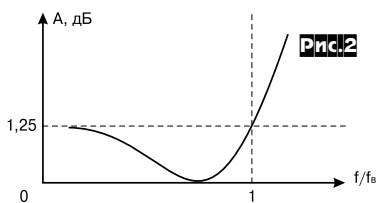
В фильтрах НЧ и ВЧ полоса пропускания физически понимается как непрерывный резонанс токов или напряжений (в зависимости от схемы), что может быть использовано для создания широкополосной рамочной антенны, если применить в качестве рамки индуктивность фильтра.

Расчет ФНЧ и ФВЧ 2-го порядка с характеристикой Чебышева приводится в соответствии с [1].

Схема ФНЧ на рис.1.

Выбираем нормированные значения элементов фильтра:

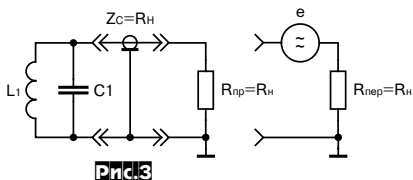
$r_1'=0$ ;  $r_2'=1$ ;  $l_1=1$ ;  $c_2=1$ , что обеспечивает неравномерность затухания 1,25 дБ в полосе пропускания (рис.2)



Задаваясь, например,  $R_n=R_{np}=50$  Ом и  $f_0=1$  МГц, имеем:

$$L_1 = \frac{R_n}{2} \frac{1}{f_0} l_1 = \frac{50}{2} \frac{1}{10^6} = 8 \text{ мкГн}$$

$$C_1 = \frac{1}{2} \frac{1}{f_0 R_n} c_2 = \frac{1}{2} \frac{1}{10^6 \cdot 50} = 3,2 \text{ нФ}$$



Антенна (рис.3) работает в полосе частот  $f_0 \leq 1$  МГц, т.е. в полосе пропускания ФНЧ. С уменьшением частоты эффективность рамки ( $L_1$ ) падает, что ограничивает рабочий диапазон частот снизу.

Для использования ФВЧ выбираем прототип ФНЧ (рис.4) с нормированными значениями элементов:

$r_1=\infty$ ;  $r_2=1$ ;  $c_1=1$ ;  $l_2=1$ ,

из которого получаем схему ФВЧ (рис.5).

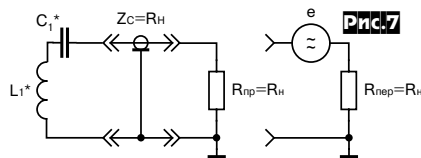
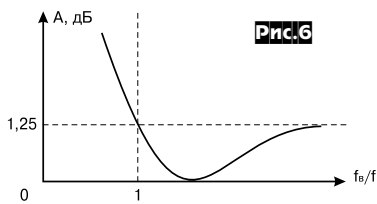
Пересчитав для ФВЧ

$$l_1^* = \frac{1}{c_1} = 1 \text{ и } c_1^* = \frac{1}{l_2} = 1$$

имеем:

$$L_1^* = \frac{R_n}{2} \frac{1}{f_0} l_1^* = \frac{50}{2} \frac{1}{10^6} = 8 \text{ мкГн}$$

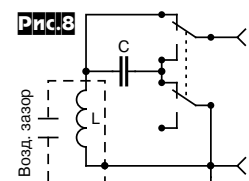
$$C_1^* = \frac{1}{2} \frac{1}{f_0 R_n} c_1^* = \frac{1}{2} \frac{1}{10^6 \cdot 50} = 3,2 \text{ нФ}$$



Антенна (рис.7) работает в полосе частот  $f_0 \geq 1$  МГц, т.е. в полосе пропускания ФВЧ (рис.6) с увеличением частоты начинает влиять межвитковая ёмкость рамки ( $L_1^*$ ), что ограничивает рабочий диапазон сверху.

Обе антенны (рис. 3 и 7) могут быть как приёмными ( $R_{np}=R_n$ ), так и передающими ( $R_{np}=R_n$ ) и подключаются к нагрузкам коаксиальным кабелем с  $Z_c=R_n$ , в нашем примере РК-50.

В качестве индуктивности рассмотренных антенн в зависимости от диапазона частот и величины  $R_n$  можно применить одно- или многовитковую

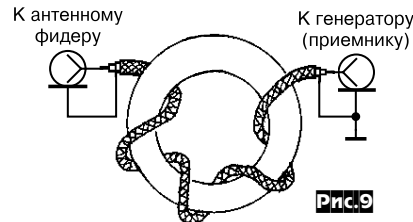


вую рамку, в том числе в заземлённом экране.

Для более полного использования элементов антенны возможно при одних и тех же величинах L и C (как в примере) путём несложной коммутации иметь антенну на основе ФНЧ и ФВЧ (рис.8).

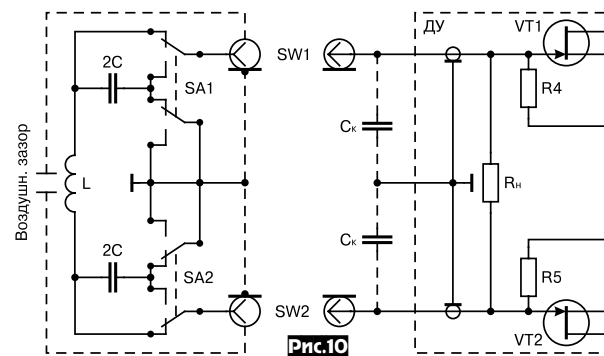
Для устранения искажений диаграммы направленности антенны (напоминающей восьмерку) за счёт дополнительного приёма (для приёмной) или дополнительного излучения (для передающей) экраном фидерной линии (которая может достигать нескольких метров), особенно на частотах в несколько МГц, необходимо использовать

(рис.9) широкополосный нейтрализующий трансформатор [2], включаемый между фидером и приёмником (или передатчиком). Обмотка из

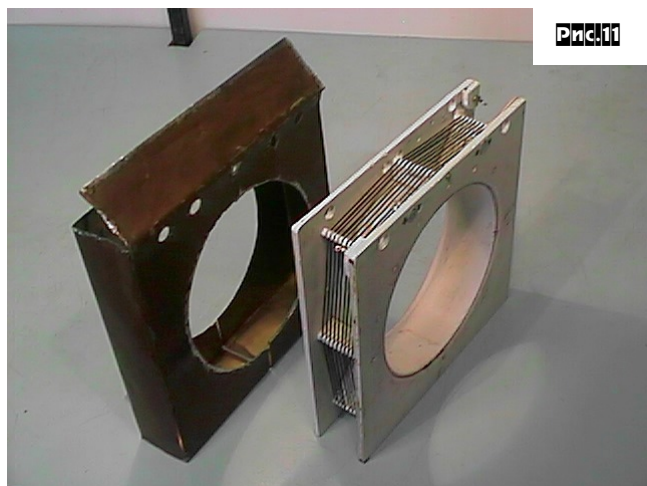


коаксиального кабеля с  $Z_c=R_n$  содержит несколько витков, при этом критическая частота индуктивности экрана должна быть не менее максимальной рабочей частоты. Для частот 0,15...30 МГц используются ферритовые сердечники с  $\mu=400...1000$  и типоразмером, определяемым толщиной обмотки.

Практически изготовлен ряд антенн с различными  $f_0$ , перекрывающих диапазон 0,1...30 МГц, которые использовались для измерения вносимого затухания (до 100 дБ) крупногабаритных экранов. Для этого использовались две антенны с соседними  $f_0$ , одна из которых была в режиме ФНЧ (передающая), а другая в режиме ФВЧ (при-



нимающая), при этом имелся общий рабочий диапазон измерений. При начальной настройке антенн зафиксировано, что при повороте одной из антенн на 90° вокруг вертикальной оси напряжение, развиваемое на выходе приёмной антенны, уменьшалось не меньше чем на 60 дБ, что указывает на приём только магнитной составляющей поля и зависит от качества изготовления экранированной рамки.



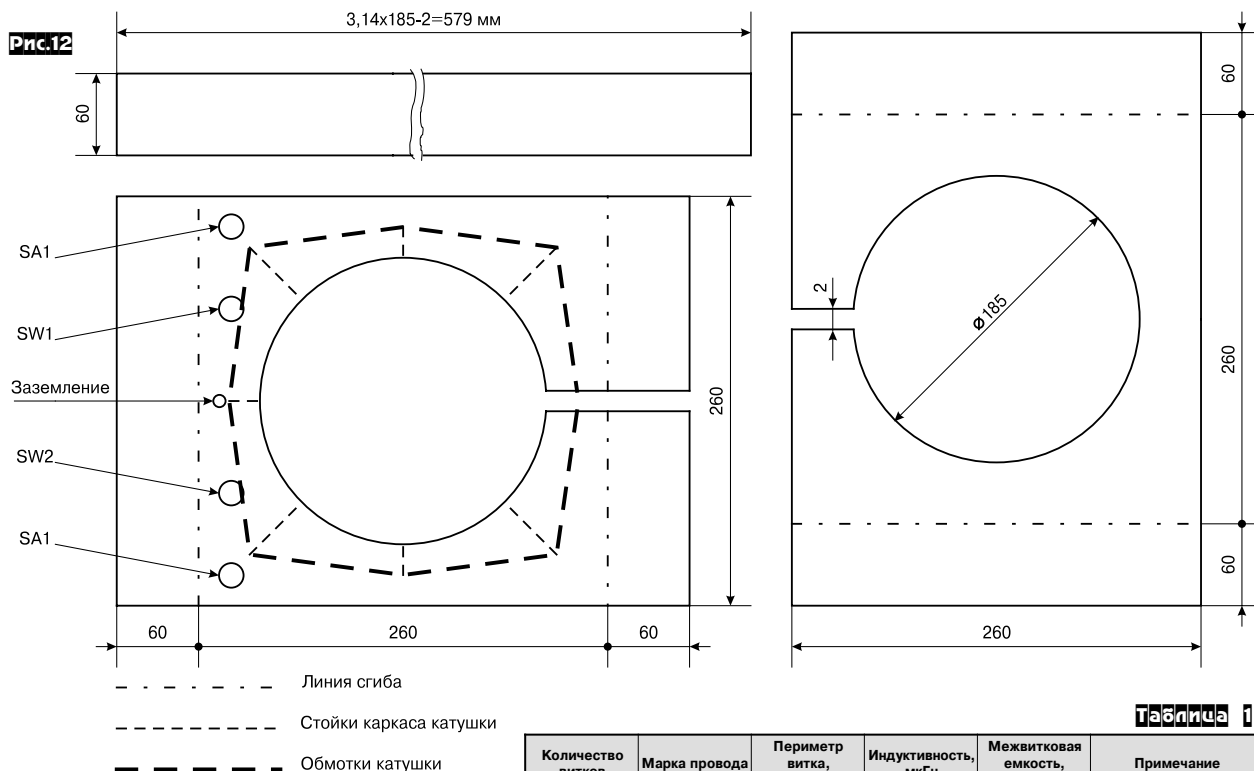


Таблица 1

| Количество витков | Марка провода | Периметр витка, см | Индуктивность, мкГн | Межвитковая емкость, пФ | Примечание             |
|-------------------|---------------|--------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| 4x11              | пэлшо 0,27    | 84,0               | 827                 | 10                      | Без экрана             |
|                   |               |                    | 720                 | 12                      | В незаземленном экране |
|                   |               |                    |                     | 14                      | В заземленном экране   |

Представляет интерес реализация широкополосной антенны на основе ФНЧ и ФВЧ для приёма радиовещательных станций в диапазонах ДВ и СВ.

Для повышения эффективности на нижней границе диапазона ДВ (0,15 МГц) рамка должна иметь как можно большее число витков (и большую  $L$ ), что влечет к соответствующему увеличению  $R_{\text{в}}$  и  $R_{\text{н}}$ . Одновременно для нормальной работы на верхней границе диапазона СВ (1,6 МГц) рамка должна еще обладать индуктивными свойствами ( $f_{\text{крит}} \geq 1,6 \text{ МГц}$ ). По этому критерию и рассчитаем элементы антенны.

Антенна (рис.10) по симметричной схеме (для уменьшения помех) подключается ко входу диффузителя, имеющего высокое входное сопротивление и описанного в [3], при этом из схемы исключаются  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$ . Важным элементом антенны является экранированная рамка  $L$ , состоящая из каркаса и экрана (рис.11).

Каркас из полистирола толщиной 6 мм, все детали которого склеены клеем на основе бензола имеет 8 планок с пазами, в которых удерживаются 11 секций обмотки, что обеспечивает минимальную межвитковую и относительно экрана ёмкости. Остальные данные приведены в таблице 1.

Экран изготовлен из листовой латуни толщиной 0,15 мм. Примерная выкройка элементов экрана приведена на рис.12. Рекомендуется после изготовления каркаса изготовить и уточнить выкройку из плотной бумаги и, лишь после этого приступить к раскрою металла. Необходимо обеспечить в экране воздушный непрерывный зазор и отсутствие щелей в местах спайки.

Задаваясь  $f_{\text{н}} = 0,3 \text{ МГц}$  и  $L = 720 \text{ мкГн}$ , по приведенной методике расчета имеем:

$$R_{\text{в}} \approx \frac{f_{\text{н}}}{2} \cdot L \approx \frac{0,3 \cdot 10^6}{2} \cdot 720 \cdot 10^{-6} = 1357 \text{ Ом}$$

$$C \approx \frac{1}{\frac{f_{\text{н}}}{2} \cdot R_{\text{в}}} \approx \frac{1}{\frac{0,3 \cdot 10^6}{2} \cdot 1357} = 390 \text{ пФ}$$

$$2C \approx 780 \text{ пФ}$$

Конденсаторы ёмкостью 2С могут быть в пределах  $\pm 20\%$  от расчетного, но отличаться не более чем на  $\pm 2 \text{ пФ}$ .

Переключение режимов ФНЧ / ФВЧ производится тумблерами SA1 и SA2, установленными на каркасе (рис.11, 12). Переключение диапазонов не влияет существенно на режимы работы VT1 и VT2, если их основные параметры близки.

Все соединения внутри каркаса делаются навесным монтажом изолированно от экрана, а общий провод ( $\perp$ ) соединяется (пайкой) с латунным винтом (рис.12), снаружи головка которого соединяется (пайкой) с экраном.

Ввиду отсутствия коаксиального кабеля с

$$Z_c \approx \frac{R_{\text{в}}}{2} \approx 678 \text{ Ом}$$

антенна соединяется с дифференциальным усилителем любыми экранированными кабелями длиной не более 10 см (необходимо обеспечить минимальную емкость  $C_{\text{к}}$ ). Со стороны антенны использованы разъемы SW1 и SW2 типа CAT-Г (рис.12), кабели снабжены разъемами CAT-Ш, а с другой стороны впаиваются в схему ДУ.

**Результаты испытания с приемником Ишим 003-1.** При  $R_{\text{н}} = 1,5 \text{ кОм}$  антенна работала в обоих диапазонах, однако, эффективность была не высока из-за недостаточных уровней принимаемых сигналов.

После анализа схемы, учитывая малые ёмкости  $C_{\text{к}}$  и  $C_{\text{вх}}$  дифференциального усилителя, а также его высокое входное сопротивление, нагрузка была отключена ( $R_{\text{н}} = \infty$ ). Отсутствие согла-

сованной нагрузки, естественно, сказалось на неравномерности частотных ха-

Таблица 2

| f, МГц  | 0,15 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Для ФНЧ | 0    | 2   | 5   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Для ФВЧ |      |     |     | 3   | 5   | 10  | 14  | 20  | 31  | 29  | 18  |

рактеристик в полосах пропускания (рис.2 и 6), но эффективность антенны в обоих диапазонах возросла. Прирост напряжения сигнала  $\Delta U$  дБ на различных частотах приведен в таблице 2.

Это обеспечило более полное использование чувствительности приёмника. Широкополосность антенны упростила, по сравнению с [3], его эксплуатацию, тщательное экранирование рамки уменьшило электрическую составляющую поля помех и улучшило пространственную селективность. Для уменьшения восприимчивости антенны к наводкам желательно ДУ экранировать или, учитывая малые габариты, конструктивно совместить с экранированной рамкой.

В заключение отметим, что используя описанную методику, можно рассчитать и попытаться реализовать на основе ФНЧ и ФВЧ широкополосные передающие—приемные антенны электрического поля.

#### Литература

1. Зааль Р. Справочник по расчету фильтров — М: Радио и связь, 1983, с.93.
2. Г. Отт. Методы подавления шумов и помех в электронных схемах — М.: Мир, 1979, с. 90.
3. В. Андрианов. Активная антенна ДВ, СВ и КВ. Радиолюбитель, 1998, №4, с.31, 32.

# «Польские» антенны на Подолье

Николай Горейко, г.Ладыжин, Винницкая обл.

Польские «супертурбо» ТВ антенны волнуют воображение своим солидным видом, имея при этом некоторые недостатки:

-синфазной решётка из четырёх антенн является только в части ДМВ диапазона, на более низких частотах крайние вибраторы мешают средним;

-для наших условий, когда почти во всех небольших городах и сёлах сигнал довольно слабый, не подходит широкодиапазонная антенна со «средними» параметрами.

Пора на стыке тысячелетий уменьшить возню обывателя со всякими коробочками, шнурами и штеккерами - нужно «втыкать» кабель в телевизор и смотреть картинку!

В детском санатории «Подольский Артек» испытано подключение «польских» антенн, удобное для пользователей. Питание антенного усилителя необходимо осуществить через штатное антенное гнездо, взяв 12 В из блока радиоканала современного телевизора (это напряжение в блоке радиоканала подходит к 6-му выводу СМРК - на той дорожке есть даже залуженный «пятячок» для подсоединения). На **рис. 1** питание из схемы ТВ взято через германиевый диод VD1, чтобы уменьшить падение напряжения на диоде, при этом положительное напряжение, попавшее по какой-либо причине в антенное гнездо, в схему ТВ не «пролезет» и ничего в нем не «спалит». Лампа накаливания HL1 является элементом защиты от КЗ [1], конденсаторы C1 и C2 фильтруют питающее напряжение по НЧ и ВЧ. Диод, а лучше стабилитрон VD2 защищает телевизор от отрицательных и переменных напряжений, случайно пришедших в антенное гнездо. Дроссель Lдр. и конденсатор C3 разделяют цепи питания и сигнала, которые в ка-

рис.1, упоминать не будем. Диод VD1 и конденсатор C1 образуют звено фильтра питания. Лампа HL1 является балластом, эффективно отдающим тепло на излучение (набрать резисторов на 10 Вт, когда нет подходящего проволочного, бывает трудно), вместе с конденсатором C2 лампа образует второе сглаживающее звено.

Спираль лампы накаливания подобно багеттеру служит элементом, стабилизирующим ток, поэтому и возможно подключение блока к анодному питанию 150 - 250 В (более высокое напряжение мы используем, когда напряжение на антенном усилителе явно ниже 12 В). Резистор R1 и стабилитрон VD2 служат третьим сглаживающим звеном и стабилизируют напряжение на антенном усилителе. Применение многозвенного сглаживающего фильтра (в отличие от схемы рис.1) вызвано тем, что мы берём питание с большими пульсациями напряжения, а антенный усилитель необходимо питать сглаженным напряжением [2].

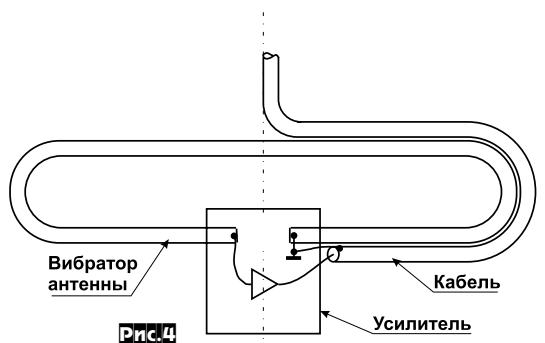
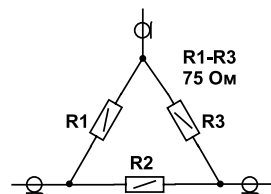
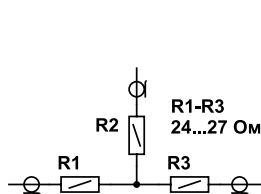
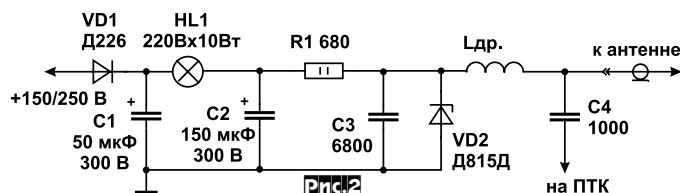
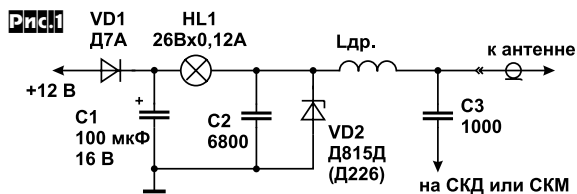
## ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДВУХ ТЕЛЕВИЗОРОВ К ОДНОЙ АНТЕННЕ

Если сигнал на выходе антенного усилителя достаточен для уверенного приёма (либо один из принимаемых каналов явно «слабый»), есть смысл подключить к одной антенне два ТВ приёмника (**рис.3**). Эта схема - обычный резистивный делитель-согласователь сопротивлений. Мощность ВЧ сигнала, подводимого к одному абоненту, равна 1/4 части входной мощности, другими словами - половина мощности сигнала теряется на резисторах, но «обойти» законы физики нельзя. Два варианта соединения резисторов - «звезда» и «треугольник» - с электрической точки зре-

пазов, поэтому удобно подключение усилителя к широкополосной антенне. Наличие двух антенных гнезд в «советских» телевизорах позволяет лучше использовать комплекс антенна-усилитель и принимать сигналы с различных направлений.

**ДМВ диапазон.** Можно использовать «польскую» антенну целиком в сборе с усилителем, но «метровые» усы придётся обрезать до одинаковой длины с дециметровыми. Если один из принимаемых каналов слабее других, необходимо попробовать удалить полотно рефлектора от активных вибраторов. При такой регулировке антенны увеличивается её выходное сопротивление и меняется частотная характеристика. Изменение сопротивления антенны совсем не приносит вреда, так как входное сопротивление усилителя выше сопротивления антенны. Радиолюбители, имеющие опыт работы с антенными усилителями, могут выпаять из схемы усилителя элементы согласования-симметрирования на ферритовом кольце, это расширит диапазон работы активной антенны. Одна из входных клемм антенны соединяется со входом усилителя, а вторая - с «корпусом» схемы усилителя. Для симметрирования по ВЧ необходимо провести кабель по плечу вибратора согласно **рис.4**. **ВНИМАНИЕ:** кабель проводится по тому плечу активного вибратора, которое подсоединено к «корпусу» схемы усилителя! В средней точке вибратора, где потенциал ВЧ равен нулю, кабель плавно изгибаем и направляем вдоль траверсы, потом - на снижение.

Сопротивление антенны при равной принимаемой мощности связано с выходным напряжением  $P=U^2/R$ ,  $U=\sqrt{PR}$ . Отсю-



беле идут по одной и той же центральной жиле. Дроссель наматывается на резисторе ВС-0,5 номиналом выше 30 кОм секциями: для ДМВ - 4, 8, 16, 32 витка, для МВ - 16, 32, 64, 128 витков. Провод возможно более тонкий эмалированный, намотка фиксируется полоской лака или клея. **ВНИМАНИЕ:** маленькие секции обмотки дросселя подключаются к антенному гнезду.

Плата из фольгированного стеклотекстолита (нижний слой - корпус) с вырезанными широкими дорожками и смонтированной схемой крепится винтом к блоку СКМ или к металлическому каркасу телевизора. Нужно убедиться, что детали не будут упираться в съемную заднюю стенку телевизора.

В ламповых телевизорах не всегда есть низковольтный блок питания, поэтому питание антенны будем осуществлять от высокого напряжения (**рис.2**). Детали, номиналы и назначение которых совпадают со схемой

ния равноправны, надо выбирать вариант с имеющимися резисторами (вариант треугольника удобнее в монтаже, так как в схеме на одну монтажную точку меньше). Резисторы необходимо прижимать вплотную к участкам платы и паять без сверления отверстий, нижняя часть платы - корпус, к ней припаиваются оплётки кабелей. Для повышения отношения сигнал/шум рационально установить этот блок подальше от антенны и ближе к телевизору, чтобы слабый сигнал прошёл в кабеле меньшее расстояние. Следует так расположить кабель, идущий от антенны, чтобы исключить попадание воды по этому кабелю на элементы схемы.

## ПОДКЛЮЧЕНИЕ АНТЕНН К УСИЛИТЕЛЮ

Импортные телевизоры имеют одно антенное гнездо для всех принимаемых диа-

да следует вывод - необходимо повышать выходное сопротивление антенны (входное сопротивление усилителя больше сопротивления антенны). С успехом можно использовать антенны, имеющие сопротивление выше 300 Ом. Такой способ подключения подходит и для широкодиапазонной антенны типа «волновой канал», а в логопериодической антенне выходной кабель симметрируется, проходя по элементу антенны (по принципу рис.4).

**Метровый диапазон ТВ.** Для приёма первых пяти каналов МВ можно применить



6-элементную антенну «волновой канал» с элементами, настроенными на 5-й канал, с изменениями:

-активный вибратор выполнить тройным петлевым для повышения выходного сопротивления антенны, подключить усилитель согласно рис.4;

-рефлектор удалить хотя бы на четверть волны от активного вибратора (это половина длины активного вибратора), можно и более;

-длину рефлектора можно взять из размеров волнового канала для 1-го канала ТВ вещания. Такие странные размеры антенны вызваны тем, что длинный элемент антенны отражает более короткие волны (высших каналов).

При таком подборе длин элементов можно в жаркие либо морозные дни (ионосферное или тропосферное прохождение) принимать на первых каналах многие зарубежные телецентры: Италию, Нидерланды, Польшу и др. Если же к антенне будет присоединена симметрирующая «петля», сразу же рабочий диапазон будет ограничен.

Для приёма 6...12 каналов МВ необходимо применять антенну «волновой канал» 12-го канала МВ с изменениями:

-активный вибратор выполнить двойным петлевым по размеру 11-го ТВ канала, -рефлектор установить на расстоянии 1/2 длины активного вибратора, длину рефлектора взять из антенны «волновой канал» для 6-го канала.

Если же приём всего диапазона ТВ каналов не нужен, а важно принять два-три канала, нужно учесть:

-директоры антенны «волновой канал» выполняются по размерам высшего канала;

-активный вибратор - по размеру высшего или среднего канала (какой из них слабее по мощности);

-рефлектор - по длине низшего канала - удалить от активного вибратора, наблюдая за приёмом сигнала (усилить «слабый» канал и не повредить остальные). Об особенностях монтажа усилительных элементов в тракте МВ можно прочесть в литературе [2].

**Если** при подключении к телевизору «польской» антенны **приём ухудшится** (в нескольких точках диапазона принимается сильная программа, а «слабые» исчезли, прослушиваются иностранные радиостанции, «суперные» завывания), то это говорит о плохом качестве кабеля снижения. Без усилителя кабель пропускал сильные сигналы. Введение усилителя при наличии множественных разрывов оплетки, особенно если трасса кабеля входит в зону «видимости» антенны, приводит к переизлучению и приему антенной усиленного сигнала!

Единственный выход из положения - замена кабеля снижения - резко улучшает ситуацию. Для лучшего приема ДМВ желательно, чтобы кабель снижения не имел резких изгибов и был удален от металлических конструкций. «Рачительные» хозяева не должны наматывать в бухту десятки метров запасного кабеля, по которому сигнал подводится к телевизору. На первых каналах МВ желательно защитить от атмосферных разрядов Б-Э-переход первого транзистора «польского» усилителя обратным включенным высокочастотным диодом (например, КД522).

#### Литература

1. «Изобретатель и рационализатор» № 4/1984 г, стр.27. Горейко Н.П. «Электrolампа меняет профессию»
2. «Радио» № 7/1987, стр.27 Горейко Н.П. «Активный ответитель ТВ сигнала»

## Как перестроить звук в видеомагнитофоне на наш стандарт

Олег Агарков, г.Хмельницкий

Нередким явлением является сейчас продажа (по цене в 2-3 раза ниже новых) на базарах бывших в употреблении видеомагнитофонов, завезенных, в частности, из Германии. Основная проблема, с которой сталкивается неискушенный потребитель, состоит в том, что такие видеомагнитофоны не в состоянии воспроизводить на наших телевизорах звуковое сопровождение (имеется в виду при подключении через высокочастотный вход в телевизор). Дело в том, что в Германии выбрана частота поднесущей звука 5.5 МГц, а у нас она составляет 6.5 МГц. Если Вы являетесь владельцем такого аппарата и понимаете, с какой стороны держать паяльник ☺, то можете сами осуществить перестройку звука.

Для начала необходимо найти, где расположен высокочастотный преобразователь - естественно, он расположен там, где и вытаскивается ВЧ кабель (RF Out), потому, я думаю, с этим проблемы не возникнут.

#### Способ первый (самый простой)

Не вскрывая преобразователя, попробовать аккуратно покрутить сердечник катушки, отвечающей за частоту звуковой поднесущей. Обычно на конвертере есть две катушки - одна отвечает за настройку на телевизионный канал и одна за поднесущую звука. Напротив контура настройки на канал обычно есть отверстие на задней стороне аппарата и соответствующая надпись (например 21-49 Ch), обозначающая в каком пределе можно перестроить частоту видеосигнала. Таким образом, оставшийся контур и есть виновник отсутствия звука. Тем более, что он единственный похож на привычные нашему взгляду контуры. Потому и следует попробовать покрутить его сердечник.

Этот способ не гарантирует, что вы сразу сможете перестроить видеомагнитофон, но тем не менее его попробовать стоит, благо в моей практике было два таких случая, когда это удавалось.

#### Способ второй (чуть сложнее ☺)

Если описанный выше совет никак не помог, то приступаем ко второй части плана «русификации» нашего аппарата. Обычно в качестве сердечников для катушек контуров применяются ферромагнетики, т.е. карбонильное железо или феррит. Ферромагнетики, как известно, понижают частоту контура, а диамагнетики увеличивают. Таким образом, если аккуратно выкрутить родной сердечник и вкрутить на его место подходящий латунный или медный винт, то можно настроиться на прием звука.

#### Способ третий (паяльный)

Если и второй способ не оправдал Ваших ожиданий, то придется приложить ко всему этому делу паяльник. Сначала необходимо определиться, как электрически сопрягается конвертер с кроссплатой самого видеомагнитофона. Чаще всего, к сожалению, конвертер припаивается непосредственно к кроссплате, поэтому придется его аккуратно отпаять. Для этого я применяю 60-ваттный паяльник: залив легкоплавким припоем все контакты конвертера, аккуратно разогреваю равномерно все контакты и стараюсь без излишних усилий вытащить модуль конвертера. Потом оплеткой убираем излишки припоя и освобождаем монтажные отверстия. Если сам конвертер сообщается с кроссплатой через разъёмное соединение, то считайте, что Вам крупно повезло, и паяльник пока можно не включать.

Аккуратно снимаем крышки конвертера, ввинчиваем обратно сердечник катушки и пытаемся найти конденсатор контура звуковой поднесущей. Сам конденсатор обычно припаян параллельно катушке, поэтому найти его не составляет труда, но надо лишний раз убедиться, что это именно тот конденсатор. Если

магнитофон относительно старый, то конвертер скорее всего выполнен на дискретных элементах, и потому конденсатор там выглядит привычным образом. Если же там стоит микросхема и монтаж выполнен с использованием элементов поверхностного монтажа, то можете переходить к следующему пункту. Предположим, что Вам повезло и конденсатор выглядит как нормальный конденсатор, выпаяйте его и прочитайте его номинал. Далее по формуле  $L=836/C$  [пФ] находим индуктивность катушки [мГн], потом исходя из найденной индуктивности - определяем емкость нового конденсатора по формуле  $C[pF]=599/L$  [мГн]. Если рассчитанного значения емкости нет в ряду конденсаторов, то можно его составить из двух или трех соединенных последовательно или параллельно, на практике обычно берется на 1-3 пФ меньше рассчитанного значения. Например, в видеомагнитофоне AKAI-VS9500 EG в контуре стоял родной конденсатор C31 на 33 пФ. Расчет показал, что необходимо заменить его на конденсатор емкостью 23 пФ, оставив 2 пФ для паразитной емкости монтажа. Я поставил составной конденсатор из двух последовательно соединенных (47 пФ и 39 пФ).

После этого можно аккуратно слегка припаять блок конвертера на место и попробовать настроить вращением сердечника его на нужную поднесущую звука. Завершив настройку, необходимо вставить экраны на место и смело впаявать конвертер целиком (если он был запаян).

Несколько тяжелее обстоит дело с магнитофонами последних лет выпуска, так как там монтаж осуществлен на поверхности печатной платы. Маркировка деталей зачастую отсутствует как таковая, а сам конвертер собран на одной микросхеме, которая тоже иногда бывает без маркировки. Монтаж бывает плотным, потому есть вероятность повредить его (особенно, если с жала паяльника сорвется капля припоя ☺). Как и прежде, отталкиваться надо от контура. Обычно там схема имеет примерно такой вид (см.рис).

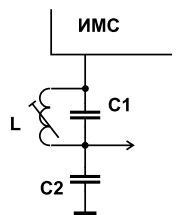
Иногда бывает достаточно отпаять конденсатор C2, и можно добиться появления звука перестройкой индуктивности катушки, а если это не получается, то необходимо отпаять конденсатор C1 и на его место впаять навесным монтажом конденсатор переменной емкости емкостью 10 пФ/490 пФ от карманного приемника и вращением его оси поймать звуковое сопровождение. По сектору перекрытия пластин определить приблизительную емкость, необходимую для замены конденсатора.

Если в результате Ваших настроечно-перестроечных усилий Вам удалось разнести контур вдрызг, не надо отчаиваться - достаточно найти контур на 10.7 МГц, пересчитать его на 6.5 МГц и встроить в конвертер (или взять контур на 6.5 МГц из какого-нибудь неотреставрированного Вами телевизора ☺), тогда и считать не придется).

Намеренно не привожу никаких ссылок на микросхемы и прочие параметры элементов, я сам не видел ни одной схемы конвертера кроме как в [1], даже в родных описаниях магнитофонов схемы конвертеров представлены прямоугольником с надписью «RF converter».

#### Литература:

1. «Радиолюбитель» № 1 1991г. с.4-5
2. «Справочная книга радиолюбителя-конструктора», Москва «Радио и связь» 1990 г. под редакцией Н.И.Чистякова, с.18-19



# Комплекс для измерения сверхнизких нелинейных искажений

Евгений Лукин, г. Донецк

В связи с развитием HI-FI и High-End техники весьма актуальным становится вопрос об измерении коэффициента нелинейных искажений, измеряемый тысячными и десятитысячными долями процента. Аппаратуры для измерения таких искажений у радиолюбителей, как правило, не имеется, поэтому приходится довольствоваться либо уже имеющейся, либо, что более часто встречается, полагаться на свой слух. Но у каждого человека слух имеет свои индивидуальные особенности, и далеко не каждый имеет хорошую долговременную слуховую память. В современной литературе, посвященной технике класса Hi-End, часто обращается внимание на подбор радиоэлементов по «музыкальности» звучания. Однако при этом в качестве измерителя используется ухо человека, что затрудняет подбор элементов, и не исключается субъективный фактор. Между тем, подбор элементов можно значительно ускорить, если предварительно измерить в них искажения - было бы чем измерить.

Для измерения Кни предлагается измерительный комплекс, состоящий из генератора со сверхнизким Кни (0,0004%) и собственно измерителя нелинейных искажений. Для измерения Кни с таким комплексом необходим милливольтметр (с нижним пределом 10 мВ) и осциллограф.

**Принципиальная схема** измерителя нелинейных искажений (ИНИ) приведена на **рис. 1**. Измеритель представляет собой два режекторных фильтра, включенных последовательно, причем один из них - перестраиваемый. Входной сигнал подается на аттенуатор R1-R7. Диапазон входных напряжений 1...30 В. Переключателем S1 можно ослабить входной сигнал на 10 и 20 дБ, что дает возможность измерять Кни мощных УМЗЧ. Сигнал с аттенуатора подается на перестраиваемый режекторный фильтр (частота настройки 1 кГц), выполненный по схеме 2Т-моста. Для повышения добротности применен ОУ DA2. Глубина режекции -30 дБ. Усилитель на DA3 компенсирует затухание, вносимое 2Т-мостом. Далее сигнал поступает на перестраиваемый режектор (центральная частота настройки 1 кГц), также собранный по схеме 2Т-моста. ОУ DA4 служит для повышения добротности режектора. Сигнал с выхода второго режектора подается на масштабный усилитель DA5 (коэффициент усиления 26 дБ), что дает возможность применять обычный осциллограф (С1-73, С1-94, С1-112 и т.д.) и вольтметр с нижним пределом измерения 10 мВ. Сигнал

на усилитель DA5 может подаваться через ФВЧ и/или ФНЧ, что облегчает измерения на уровне шумов и низкочастотных наводок от источников питания. Следует отметить, что выбор режекторной (а не компенсационной) схемы измерителя диктуется тем, что позволяет измерить искажения мощных УМЗЧ, у которых нагрузка не подключена к общему проводу. Это могут быть УМЗЧ с эмуляторами как положительного, так и отрицательного выходного сопротивления, с устройством компенсации соединительных проводов, мостовые. В этих случаях исключается применение компенсационного ИНИ.

Остановимся несколько подробнее на принципиальной схеме (**рис. 1**). Для снижения влияния шумов, вносимых DA2, входной сигнал берется с выхода 2Т-моста (а не с выхода DA2). В схеме масштабного усилителя DA3 для этой же цели служит С5. Наиболее ответственной частью схемы - это второй перестраиваемый режектор. Его частоту настройки можно изменять резисторами R18, R25 и R17, R26, соответственно - грубо и точно. Чтобы не создавалось путаницы в процессе настройки, R25, R26 названы регуляторами баланса, хотя они также влияют на частоту настройки. При макетировании 2Т-моста было выяснено, что частоту настройки можно изменять всего двумя резисторами, таким образом упростилась как сама принципиальная схема, так и процесс настройки. В верхнем положении S3.1 включается ФНЧ R16C6, снижающий влияние шумов. Для снижения влияния шумов, вносимых DA4, выходной сигнал также снимается с выхода 2Т-моста. В среднем положении S3 ФНЧ и ФВЧ выключены, и сигнал подается на масштабный усилитель DA5. В нижнем положении S3 в схему включается ФВЧ C11C12R29R30, отсекающий нижние частоты (менее 300 Гц), что снижает влияние низкочастотных наводок на результат измерения. В верхнем положении S3 включаются ФВЧ и ФНЧ. Добротность режекторов выбрана так, чтобы завал АЧХ на 2й гармонике (2 кГц) был в пределах 1,5...3 дБ.

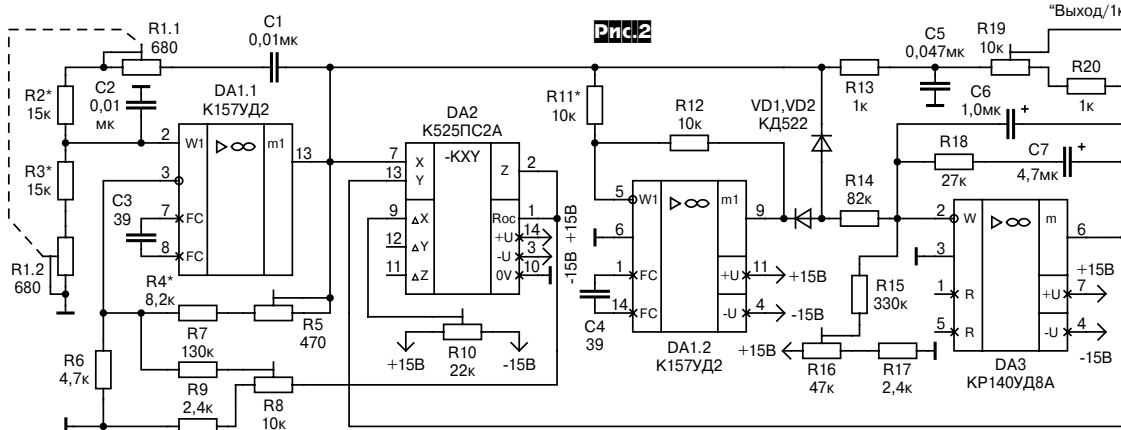
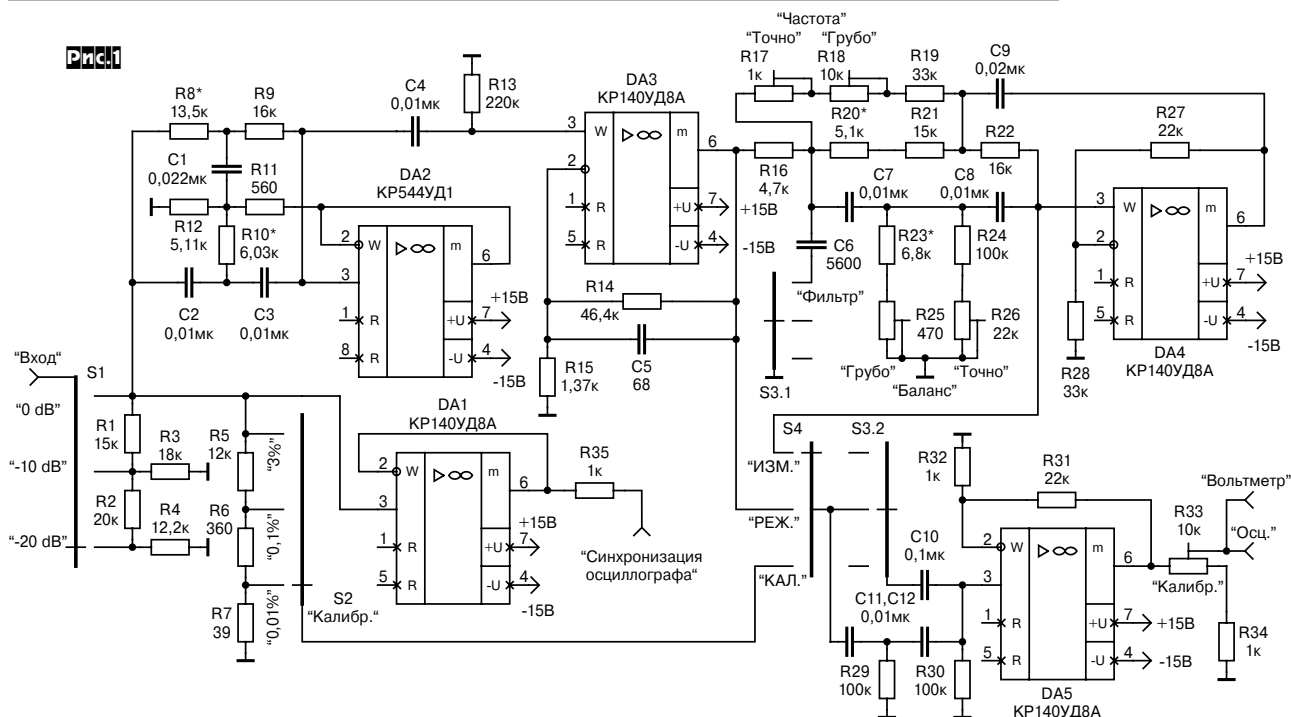
## Проведение измерений

Сигнал подается с источника (1 В, 1 кГц) на вход ИНИ. S1 в положении «0 дБ». В зависимости от ожидаемого Кни устанавливается переключатель S2 (например 0,01%). S4 ставится в положение «режекция». При этом сигнал на выход устройства подается с первого режектора. Изменяя частоту генератора в небольших пределах, добиваются минимума показаний вольтметра и/или осциллографа.

После этой операции перестраивать частоту генератора нельзя. Переводим переключатель в положение «калибровка». Резистором R33 устанавливаем стрелку вольтметра на отметку 100 мВ, что будет соответствовать  $K_{ни} = 0,01\%$ . Затем S4 переводим в положение «измерение». Переменными резисторами R18 и R25 добиваемся минимума показаний. Более точно добиваемся минимума резисторами R17 и R26. Если стрелка вольтметра будет показывать, например, 10 мВ, то измеряемый Кни будет равен 0,001%. При этом может потребоваться увеличить чувствительность вольтметра. Собственные шумы прибора находятся на уровне -112 дБ, что примерно соответствует 0,00025%. При включении ФНЧ показания должны несколько уменьшиться. Следует отметить, что включение фильтров несколько нарушает калибровку прибора, поэтому в этом случае его необходимо откалибровать заново. Совместно с вольтметром желательно использовать осциллограф. При этом можно будет наблюдать продукты искажений, которые могут быть (при точной балансировке и очень малых Кни) на уровне шумов. В осциллографе при измерениях используют внешнюю синхронизацию, для чего в ИНИ служит специальный выход (повторитель DA1).

**Детали** для частотоподающих цепей 2Т-мостов должны быть высококачественными. Резисторы типа МЛТ-0,25. В первом режекторе допускается применять конденсаторы K73-17. Во втором режекторе применены конденсаторы типа БМ, МБМ. Остальные - КМ, K73-17.

**Настройку** ИНИ начинают с первого режектора. Подавая сигнал с генератора ЗЧ, измеряем частоту и глубину режекции. Сигнал можно контролировать на выходе DA3, отключив резистор R15 (в этом случае DA3 будет работать как повторитель). Подбором R8 и R10 добиваются частоты и глубины режекции 1 кГц и -30 дБ. После этого подбором R15 добиваются такого же напряжения на выходе DA3, как и на входе ИНИ (S1 в положении 0 дБ). После этого настраивается второй режектор. Не изменяя частоты генератора (после настройки первого режектора), R17, R18 и R25, R26 производится настройка второго режектора. Баланс должен наблюдаться примерно в среднем положении движков этих потенциометров. Если это не так, подбирают R23 и R20. Так как прибор можно откалибровать на каждом пределе, то подгонку R1-R7 можно не производить. От отношения R11/R12 и R27/R28 зави-



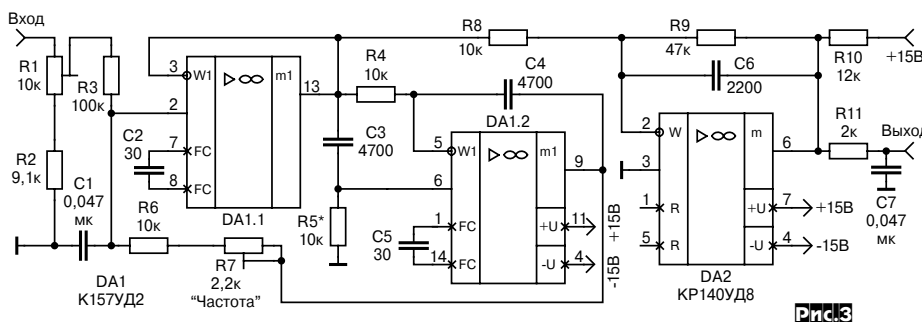
минимизируют Кни. При этом может понадобиться подбор R11, также по минимуму Кни. Перемножитель DA2 необходимо отобрать по минимуму шумов. Для этого он подключается к схеме через

сит добротность режекторов, поэтому ее можно скорректировать (при необходимости) в любую сторону, однако увлекаться этим не следует: при повышении добротности увеличивается точность измерения, если преобладает вторая гармоника, но повышаются требования к точности настройки второго режектора и к качеству деталей, и наоборот. Питание прибора может производиться от внутреннего источника питания (+15В/0,1А), при этом его необходи-

мо экранировать. Можно также применить и выносной блок питания.

Для измерения сверхвысоких искажений требуется соответствующий **генератор**, схема которого изображена на **рис. 2**. В основе его - генератор на мосте Вина, описанный в [Л]. Дальнейшее уменьшение искажений стало возможным благодаря использованию фиксированной частоты и более тщательной настройке схемы. Резистором R5 добиваются устойчивой генерации, а R8 и R10 -

14-ножечную панельку. Особое внимание надо уделить качеству R19 и C5. В качестве C5 (он служит для снижения шумов и высших гармоник) необходимо применять К73-9. При настройке генератора совместно с вышеописанным ИНИ (*High-End* **ушки**, **внимание!**) можно **воочию объективно** убедиться, как тип конденсатора влияет на Кни, а также убедиться, что и R19 плохого качества может дать существенные искажения. Например, подключив параллельно C5 (К73-9, 0,047 мкФ) импортного малогабаритного конденсатора емкостью 0,01 мкФ увеличивало Кни генератора на два порядка (!). Таким образом появляется возможность отбирать конденсаторы (0,01...2 мкФ) по минимуму искажений. При подключении малогабаритных конденсаторов (типа КМ) на большую емкость (0,1...2,2 мкФ) Кни также существенно возрастал. В отношении конденсаторов можно сделать однозначный вывод: чем больше

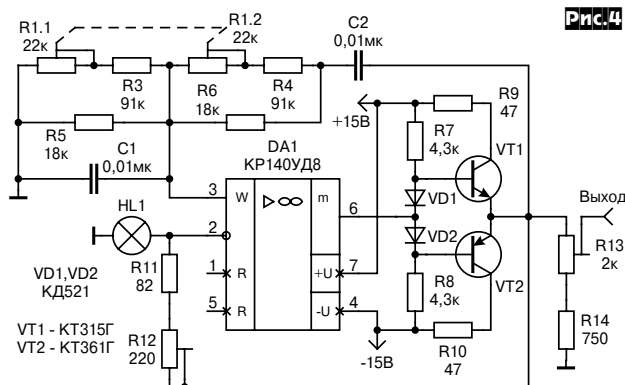


их удельная емкость, тем большие искажения они вносят. Хорошо настроенный генератор имеет  $K_{ни}=0,0004...0,0005\%$ . Однако и это еще не предел (см. ниже). Для корректного измерения  $K_{ни}$  мощных УМЗЧ с незаземленной нагрузкой питание генератора должно быть гальванически развязано с питанием ИНИ. Поэтому генератор изготавливается в отдельном от ИНИ корпусе и имеет свое питание.

Получить сверхнизкий  $K_{ни}$  можно также с помощью устройства на **рис.3**, которое представляет собой **перестраиваемый избирательный фильтр**. При подаче на его вход сигнала 1 В с  $K_{ни}<0,03\%$  получаем на его выходе сигнал 2 В с  $K_{ни}=0,0003\%$ . Генераторы с  $K_{ни}$  на уровне 0,03% неоднократно описывались в различной литературе и наверняка имеются у многих радиолюбителей. Поэтому такое устройство является хорошей альтернативой генератору на **рис.2**. Добротность фильтра (**рис.3**), определяемая R3, выбрана равной 25 и не зависит от частоты настройки, определяемой резистором R7. Коэффициент передачи фильтра (DA1.1 и DA1.2) на частоте квазирезонанса не зависит от добротности и равен примерно 0,9. На ОУ DA2 собран масштабный усилитель с тем, чтобы скомпенсировать затухание, вносимое ФНЧ R11C7 и самого фильтра. R10 минимизирует возникающую в DA2 вторую гармонику. C6 и C7 служат для снижения шумов и высших гармоник (без C7  $K_{ни}=0,00038\%$ , а без C6 и C7  $K_{ни}=0,0008\%$ , кроме того, появляются шумы).

**Пользование фильтром** простое. Резистором R1 устанавливается напряжение на его движке 1 В (если в генераторе есть регулируемый выход, то R1 и R2 заменяются на один резистор 10...15 кОм). Частота генератора устанавливается 1 кГц, а резистором R7 фильтр настраивается в «резонанс». В процессе настройки может потребоваться небольшая коррекция R5. Для этого в схему впаивают подстроечный резистор (вместо R5) и добиваются самовозбуждения системы. Затем находится такое его положение, когда система находится на пороге генерации, при этом коэффициент передачи фильтра должен быть около 0,9. Измеряют полученное сопротивление и заменяют на постоянный ближайшего номинала. Требования к конденсаторам C1 и C7 те же, что и к C5 (**рис.2**).

**Простой генератор**, который мож-



но использовать совместно с фильтром, показан на **рис.4**. В нем для стабилизации амплитуды использована миниатюрная лампочка накаливания с сопротивлением нити в холодном состоянии 20 Ом. Настройка сводится к получению выходного напряжения 1В (при этом его  $K_{ни}=0,0044\%$ ). Частота настройки может изменяться в небольших пределах резистором R1. Недостаток генератора - «дрожание» амплитуды после механического воздействия (легкий удар). Благодаря своей простоте и компактности такой генератор можно выполнить совместно с фильтром, предусмотрев переключатель входа фильтра для работы от внешнего генератора. Питание фильтра также осуществляется от отдельного БП. Совместное использование генератора и ИНИ позволяет измерить искажения, возникающие в ОУ. При этом испытываемый ОУ через панельку устанавливается на макетную плату, на которой собран какой-либо узел (повторитель, усилитель, инвертирующий усилитель) и оцениваются искажения, возникающие в нем. Можно проверить эффективность различных схем умощнения ОУ, всяких «примочек» на выходе ОУ для повышения его линейности, влияние сопротивления нагрузки на линейность усилителя. При этом могут быть получены парадоксальные результаты (например ОУ 140УД12, которым звуковики обычно пренебрегают, оказался очень даже неплохим). При проверке двоянных ОУ можно выявить «аномальную» микросхему (при этом в одном из каналов резко увеличены искажения, и это в непаянной микросхеме!). Может также оказаться, что, вопреки всеобщему мнению, инвертирующий усилитель дает большие искажения, чем не инвертирующий. Все, конечно, зависит от конкретной схемы и от конкретного экземпляра ОУ.

## ЛИТЕРАТУРА

Лукин Е. «Генераторы синусоидального напряжения со сверхнизким коэффициентом гармоник» // *Радиолюбитель-1999-№5*, стр. 40-43.



# BX-1

Кассетные магнитофоны Nakamichi по праву считаются одними из самых аудиофильских. Несмотря на значительный интерес к их «внутренностям», нам до последнего времени не удавалось найти ничего схемотехнического - фирма схемы к инструкциям пользователя не прилагает, да и все попытки найти хоть что-либо в ИНТЕРНЕТЕ успехом не увенчались. Но вот один из наших американских читателей прислал нам из дальних архивов схему двухголовочного Nakamichi BX-1 - одного из «младших» (\$299 для Nak-ов это почти даром), правда в практически нечитаемом виде. И только благодаря длительному и трудоемкому реставрационному труду, выполненному Константином Бобровым из Екатеринбурга (которому мы выражаем искреннюю признательность), схему удалось в значительной степени восстановить.

Как видно из схемы каналов записи-воспроизведения (с. 43), в магнитофоне необычно много регулировочных элементов: регулирует практически всё, причем отдельно для правого и левого каналов. Именно тщательная регулировка наряду с высоким качеством магнитных головок обеспечивает неподражаемое звучание.

Вот кратко «по пунктам» фирменная методика регулировки. Подав в режиме записи на линейный вход (Line Input) синусоиду 400 Гц, регулятором уровня (Volume PCB) установить в контрольных точках TP101/TP201 напряжение 90 мВ (контроль внешним вольтметром), а резисторами VR108/VR208 выставить коэффициент усиления усилителей индикатора уровня (Q105Q106/Q205Q206 - правая верхняя часть схемы; ключи Q107,Q207 обеспечивают динамическую передачу напряжений обоих каналов по одному проводу), чтобы индикатор уровня (он выполнен на ИМС TA7612AP и линейке из 2x10 светодиодов; вместе с микроконтроллером управления режимами работы, сервоприводам и БП в целях экономии опущены) показывал 0 dB. Увеличить частоту до 19 кГц и сердечниками фильтров-пробок на входах ИМС Dolby (IC101, IC201) L104/L204 добиться ее подавления на выходах не менее, чем на 30 дБ.

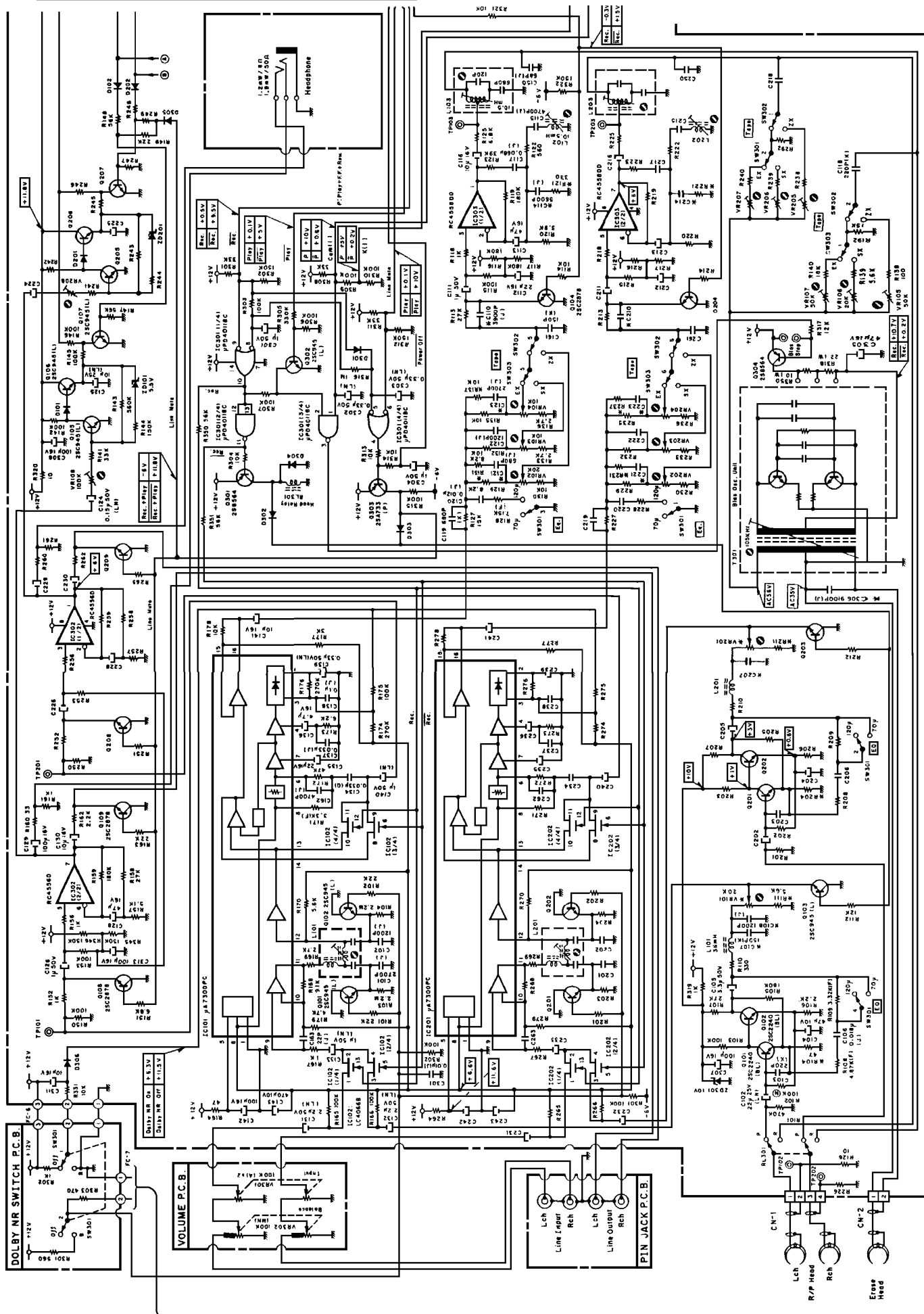
Воспроизводя измерительную ленту 15 кГц, отрегулировать азимут универсальной головки по максимуму выхода обоих каналов. При воспроизведении ровневой изм. ленты (400 Гц) резисторами VR101/VR201 установить в TP101/TP201 напряжение 90 мВ. Подбирая C107/C207 на выходе предварительного УВ (Q101Q102/Q201Q202) в диапазоне от 0 до 220 пФ, добиться неравномерности по измерительной ленте АЧХ на частотах 10 кГц не более  $\pm 2$  дБ, 15 кГц -2/+3 дБ, 20 кГц -2/+4 дБ.

На дополнительном резисторе 0,1 Ом в разрыве земляного провода головки стирания проконтролировать частоту 105 кГц (корректируют сердечником трансформатора ГСП Bias Osc.) и ток стирания (145-185 мА).

Затормозив ГСП (замкнуть Б-Э Q304 в цепи питания ГСП), сердечниками L102/L202 настроить контура коррекции УЗ на частоту 21 кГц (контроль в точках TP102/TP202), после чего, восстановив генерацию ГСП, подстроечными L103/L203 Т-образных фильтров-пробок добиться минимума проникания подмагничивания в точки TP103/TP203.

Резисторами регулировки тока подмагничивания VR105/VR205 методом пробных записей на ленту типа ZX (фирменное название Metal) частот 400 Гц и 17 кГц при уровне -20 дБ добиться равенства уровня их последующего воспроизведения. Путем пробных записей частоты 400 Гц при уровне 0 дБ резисторами VR102/VR202 (ток записи) добиться уровня их последующего воспроизведения 0 дБ. Аналогичные процедуры выполнить для лент SX (Cr) тримерами VR106/VR206, VR103/VR203 и лент EX (Fe) - VR107/VR207, VR104/VR204.





# Секреты ламповой *High-End* ТЕХНОЛОГИИ

Станислав Симулкин, г.Алчевск Луганской обл.

## К ЧИТАТЕЛЯМ

Вы держите в руках очередную номер журнала «РадиоХобби» с продолжением цикла «Секреты ламповой High-End технологии». Каждому автору приятно, когда его творение, независимо от того, коротенькая ли это заметка, большой цикл статей или книга, напечатаны и вышли в свет. Но еще приятнее видеть отклики читательской аудитории, и я лично очень благодарен тем читателям, которые прислали свои замечания, критику, предложения, одним словом, всем тем, кого мои статьи не оставили равнодушным. Особенно радует неоднозначная реакция аудитории, включающая в себя как положительные отзывы, так и замечания, дополнения, конструктивную критику. Последняя же чрезвычайно полезна, так как каждый автор – это прежде всего живой человек, который как и все люди может в чем-то заблуждаться, что-то не совсем правильно понимать. Главное в такой ситуации быть способным спокойно выслушать иную точку зрения, даже диаметрально противоположную собственной, иметь мужество и зрелость признавать свои ошибки, промахи, недоработки, уметь их исправлять. Такой подход, приносящий большую пользу всем заинтересованным сторонам, по моему мнению должен стать правилом для любого добросовестного автора, поскольку в споре, как известно, рождается истина. Главная цель, преследуемая каждой публикацией в научно-популярной литературе, это, в первую очередь, предоставить читателю информацию для размышления, пригласить к диалогу и обмену опытом, помочь в поиске своего собственного, строго индивидуального подхода к решению актуальных для него проблем.

Моим намерением было подготовить материал о давно «живущей» и «здравствующей» понине ламповой звукоусилительной технике. Рассказать как о свежих веяниях, новых направлениях поиска и работы в этой области, так и познакомить читателей с классическими подходами к поднятым вопросам. Мне хотелось осветить чрезвычайно широкий круг проблем, связанных с этим в общем-то достаточно узким направлением современной электроники. Не последнюю роль сыграло и стремление приохотить читателей не только попробовать свои силы на данном поприще, но и пройти довольно длинный путь, начиная с повторения самых простых конструкций, постоянно при этом показывая перспективы творческих возможностей, знакомя с различными технологиями, которые вполне воспроизводимы в домашних условиях и применимы в любой другой области техники, далее дойти вплоть до таких вопросов, в которых большая наука только начинает разбираться. Столь широкий охват и предопределил значительный объем публикуемого материала.

Теперь кратко рассмотрим особенности построения предложенной вниманию читателей третьей части или, если хотите, третьего шага. Ее характерной чертой является наличие большого количества теоретических выкладок из областей общей электротехники, радиотехники, электроники. И это не случайно, поскольку рассматриваемые теоретические материалы очень пригодятся при самостоятельной переложке либо конструировании наиболее сложных и ответственных узлов ламповых усилителей – трансформаторов и в первую очередь сигнальных, в т.ч. выходных. Без теории практически невозможно обойтись при исследовании магнитопроводов и ферромагнитных материалов на предмет их применимости в тракте высококачественного звуковоспроизведения, а также при изучении методик расчетов данных узлов. Поэтому пропускать предлагаемые теоретические

выкладки не следует. Последнее замечание относится в наибольшей степени к тем читателям, которые успели подзабыть курс физики и электротехники или вообще были не очень сильны в таких вопросах. Нетерпеливым читателям настоятельно рекомендую прекрасную книгу американских физиков Р.Фейнмана, Р.Лейтона, Н.Сэнда. Она называется «Фейнмановские лекции по физике». Этот труд в русском переводе вышел в свет в московском издательстве «Мир» в 1977 году. В основу предложенного к самостоятельному изучению многоотомника положен курс лекций по физике, прочитанный Ричардом Фейнманом по программе обучения студентов Калифорнийского Технологического университета 1-го и 2-го годов обучения. Не забыты в данной части и, конечно же, наши отечественные программы вузовского курса по основам электрорадиотехники, электроники. Несмотря на обилие теоретических сведений и практическая сторона вопроса не обойдена вниманием.

Кроме чисто электро-радиотехнических вопросов, значительный объем уделен описанию как чисто химических, так и гальванохимических способов обработки металлов. На первый взгляд может вызвать удивление местонахождение этих технологий в общей компоновке материала, однако, я надеюсь, что читателям самим будет понятна причина такого подхода. Приличный объем описания этих процессов тоже не случаен. Ведь не каждому радиолюбителю доступно изготовление механических деталей и узлов, ну хотя бы тех же экранов, к примеру, методом штамповки или глубокой вытяжки. Да и вряд ли имеет смысл делать дорогой и сложный штамп ради выполнения одной или даже нескольких деталей. Вместе с тем очень многие проблемы подобного рода довольно легко снимаются, если воспользоваться технологией гальванопластики. Последний процесс достаточно легко осуществим в домашних любительских условиях. Нельзя забывать и о вопросах дизайна и эргономики радиоаппаратуры, которые, а я на это очень надеюсь, мы будем рассматривать в дальнейшем. И для придания полностью законченного «фирменного» внешнего вида изделию без химической обработки материалов конструкции металлов, дерева, как правило, не обойтись. Поэтому тем читателям, кто никогда не имел дело с химическими процессами, настоятельно рекомендую не откладывая в долгий ящик, начинать осваивать данный вид обработки. Первые же успехи Вас окрылят, и мне кажется, что Вы раз и навсегда станете поклонником такой технологии. Не следует преувеличивать потенциальные трудности и неприятности, которые могут возникнуть при знакомстве с совершенно новыми процессами. Аккуратная, вдумчивая работа, следование рекомендованной рецептуре и рекомендуемым режимам, а также соблюдение несложных общепринятых правил техники безопасности обращения с химическими веществами позволит добиться полного успеха. Для начала или ознакомления осуществите какой-либо не очень сложный процесс, скажем, оксидирование (чернение) стальных крепежных деталей, мелких декоративных элементов и т.п. Большое количество рецептов, львиная доля которой была проверена при единичном и мелкосерийном производстве точной измерительной техники, т.е. в условиях максимально приближенных к технологическим возможностям малых предприятий, кооперативов и отдельных любителей, позволяет сделать выбор исходя из вкусов, Ваших требований и возможностей. Со временем и у Вас появится любимая рецептура и приемы работы. Разумеется, никто не запрещает

применять все описанные процессы при изготовлении любой другой аппаратуры, а не только звуковой.

Кроме упомянутых общепринятых и общеизвестных теоретических сведений, информации по обработке материалов и т.п. вполне пригодных для применения в любом другом направлении электроники, да и не только электроники, в раздел, посвященный борьбе с наводками и паразитными сигналами, помещен и весьма специфический материал, связанный с изготовлением высококачественных аудиофильских межблочных кабелей. Таким образом в третьей части скомпонован материал, отличающийся большим разнообразием и охватывающий весьма широкий круг вопросов.

Столь большое разнообразие, характерное для третьей части, а впрочем и всего цикла, открывает широкое поле для дискуссий по самым различным вопросам, позволяет активнее обмениваться опытом, знаниями и мнениями. Поэтому, как я уже говорил, любые отзывы, критика, замечания, пожелания и предложения не только не возбраняются, но и наоборот приветствуются. Не забывайте, что переписка с читателями – это исключительно важный момент в работе каждого автора, который стремится к дальнейшему росту. В ваших письмах в адрес редакции делайте пометку «High-End дискуссия», а наиболее оперативно вопросы и отзывы можно задавать на ИНТЕРНЕТОМ сайте «РадиоХобби» в он-лайн конференции. В процессе дальнейшей работы над материалом я постараюсь максимально учесть Ваши замечания, дополнения и пожелания. Ну а на самые интересные и необычные, либо наоборот, наиболее распространенные вопросы отвечу на страницах журнала. Точно так же постараюсь прокомментировать и некоторые самые оригинальные идеи и предложения. Я думаю, что такой подход принесет большую пользу всем.

Осталось кратко рассказать читателям о дальнейших творческих планах. В ближайшей перспективе это, разумеется, продолжит знакомить читателей с «Секретами ламповой High-End технологии», рассказать о различных аспектах проблемы высококачественного звуковоспроизведения. В более отдаленных планах издание по крайней мере трех довольно объемных книг. Вот их названия: «Химические процессы в радиолюбительской практике», «Ламповые усилители звуковой частоты для начинающих», «Калейдоскоп ламповых схем». Первая из них в какой-либо аннотации, я думаю, не нуждается, поскольку ее содержание логически вытекает из названия. Во второй будет собрано несколько десятков схем усилителей низкой частоты, начиная от самых простеньких одноламповых, до сложной эстрадной аппаратуры с выходной мощностью в несколько киловатт. Третья должна представлять собой сборник схем самых разнообразных электронных устройств, выполненных на радиолампах. Первыми, кто сможет ознакомиться с отдельными фрагментами из этих книг, будут, конечно же, читатели «РадиоХобби». Вполне возможно, окончательное решение пока еще не созрело, приступлю к работе над новым циклом, разумеется не в ущерб уже начатому, под названием «Курс усилителей низкой частоты. Практикум проектирования» или что-то в таком роде. На этом я и завершаю свое обращение к читателям, которое и так получилось гораздо длиннее, чем предполагалось в самом начале. Еще раз хочу искренне поблагодарить тех читателей, кого мои статьи не оставили равнодушными, и пожелать всего самого наилучшего.

Станислав Симулкин

### Часть 3

Построение любой электронной схемы, и ламповые усилители не исключение, требуют определенного уровня теоретической подготовки. Но если стандартные рабочие режимы ламп можно найти в соответствующей справочной литературе, то с трансформаторами ситуация сложнее. Во-первых, выполнение трансформаторов точно по описанию не всегда возможно, поскольку в распоряжении радиолюбителя может не оказаться нужного провода и/или магнитопровода, а любое изменение конструкции, как правило, приводит к изменению звучания. Во-вторых, сами сердечники могут быть изготовлены из материалов разных марок. Вследствие этого трансформаторы, даже одинаковые конструктивно, все же будут по-разному «петь и играть». В-третьих, в описаниях многих конструкций отсутствует информация о порядке размещения секций и отдельных слоев обмоток, а это имеет очень большое значение. Кроме того, вторичная обмотка часто рассчитана только на какое-то одно сопротивление нагрузки. Самостоятельный пересчет данных выходных трансформаторов вызывает целый ряд вопросов, поскольку их электрические и конструктивные расчеты очень тесно переплетаются между собой. Так, например, применение провода иного диаметра, чем указано в описании конструкции, вызывает не только изменение активного сопротивления его обмотки, но и паразитной емкости, а значит, энергетических и частотных параметров всего узла. К этому следует добавить, что методики расчета электрических характеристик «выходников», приведенные в разной литературе, значительно отличаются. Поэтому ниже мы подробно рассмотрим теоретические принципы действия трансформаторов, ознакомимся с методиками определения их электрических параметров и последовательностью выполнения конструктивного расчета.

Как я надеюсь, из предыдущего материала («РХ» №2/98, с.50) понятно, что для работы трансформаторной усилительной ступени исключительно важным свойством трансформатора необходимо признать его способность преобразовывать не только напряжение и силу переменного тока в цепи, но и нагрузочное сопротивление. На рис.31 показана схема подключения сопротивления нагрузки  $R_n$  через трансформатор  $Tr$  к генератору (источнику) переменного тока  $\Gamma$ <sup>68</sup>. В нашем случае это выходная лампа. Поскольку в настоящий момент нас интересует только путь прохождения переменного тока, цепи питания условно не показаны. Такие упрощенные схемы в электро-радиотехнике получили название эквивалентных. Теперь немного математики. Предположим, у нас имеется понижающий трансформатор с коэффициентом трансформации  $n=20:1$ ; сопротивление нагрузки, подключенное ко вторичной обмотке  $R_n=4\text{ Ом}$ ; напряжение генератора, прикладываемое к первичной обмотке трансформатора  $U_1=200\text{ В}$ <sup>69</sup>. В этом случае напряжение вторичной обмотки, а значит и на сопротивлении нагрузки  $R_n$  составит:  $U_2 = U_1/n = 200\text{ В}/20 = 10\text{ В}$ . Ток в этой цепи:  $I_2 = U_2/R_n = 10\text{ В}/4\text{ Ом} = 2,5\text{ А}$ . Отсюда находим мощность, выделяющуюся на нагрузке:  $P_n = U_2 \times I_2 = 10\text{ В} \times 2,5\text{ А} = 25\text{ Вт}$ . Такая же мощность действует и в первичной цепи, а ток в ней:  $I_1 = P_1/U_1 = 25\text{ Вт}/200\text{ В} = 0,125\text{ А}$ . Далее можно подсчитать, какое сопротивление представляет собой первичная обмотка трансформатора как нагрузка генератора:  $R_a = U_1/I_1 = 200\text{ В}/0,125\text{ А} = 1600\text{ Ом}$ . Сравним, во сколько раз сопротив-

ление  $R_a$  больше, чем  $R_n$ :  $R_a/R_n = 1600/4 = 400$ , т.е. квадрат коэффициента трансформации  $n$ . Значит,  $R_a = n^2 R_n$ . Таким образом приходим к очень важному выводу: понижающий трансформатор увеличивает нагрузочное сопротивление в цепи генератора<sup>70</sup> (таким же свойством обладает и повышающий трансформатор, отличие заключается в том, что он уменьшает нагрузочное сопротивление генератора). Так как сопротивление  $R_a$  зависит от величины  $R_n$ , то обычно говорят, что  $R_a$  есть сопротивление нагрузки  $R_n$ , приведенное к первичной обмотке (или пересчитанное в первичную цепь). Значит эквивалентную схему первичной цепи трансформатора можно представить в самом простом виде рис.32. Генератор работает на некоторое сопротивление  $R_a$ , заменяющее<sup>71</sup> собой трансформатор, «вторичка» которого нагружена на резистор  $R_n$ . Теперь рассмотрим два крайних случая работы трансформаторного усилительного каскада.

**Случай первый.** Предположим, что у нас произошло короткое замыкание во вторичной цепи, т.е.  $R_n = 0$ . Поэтому  $R_a$  тоже оказывается равным нулю и получается короткое замыкание уже и в цепи генератора. В этот момент трансформатор «высасывает» из источника огромный ток, который стремится к бесконечности. Практически же в реальной вторичной цепи остается только сопротивление провода обмотки, а в первичной – сумма активного сопротивления «первички» и внутреннего сопротивления генератора, которые ограничивают нарастание тока.

**Второй случай,** когда имеет место обрыв сопротивления нагрузки  $R_n$ <sup>72</sup>, часто называемый холостым ходом трансформатора, при котором  $R_n$  стремится к бесконечности. Очевидно, что и  $R_a$  также будет очень большим, а значит реальный трансформатор будет забирать от генератора незначительный ток, именуемый током холостого хода. Соответственно и первичную цепь можно считать разомкнутой, а сам трансформатор представляет собой обычный дроссель с определенным индуктивным сопротивлением. Сразу же отмечу, что эти режимы чрезвычайно опасны для ламповой усилительной ступени, но если первый случай особых недоразумений не вызывает, то на втором задержимся чуть больше. Допустим, рабочий режим лампы выбран таким, при котором нагрузочная прямая, заданная реактивным сопротивлением первичной обмотки трансформатора, а именно эта линия определяет мощность, подводимую к анодной цепи, располагается выше параболы, показывающей максимально допустимую мощность, рассеиваемую анодом<sup>73</sup>. В «штатной» ситуации это не опасно, так как часть подводимой мощности, причем обычно большая, преобразовывается лампой в полезные колебания, которые трансформатором передаются на нагрузку. Однако при обрыве нагрузки вся мощность рассеивается на аноде лампы. То же самое в принципе можно было бы сказать и об обрыве в «первичке», но нельзя забывать, что по её проводнику подается напряжение питания, поэтому в таком случае на аноде лампы вообще никакая мощность рассеиваться не будет. Исключение составляет лишь так называемая трансформаторная схема с параллельным анодным питанием. Поскольку такое построение усилительного каскада в технике высококачественного звукопроизведения встречается исключительно редко, останавливаться более подробно на ней, пожалуй, не стоит<sup>74</sup>. Если же при обрыве во вторичной цепи нагрузочная прямая располагается немного ниже, чем при расчетной

нагрузке, амплитуда переменного напряжения на аноде резко возрастает за счет сильного снижения остаточного анодного напряжения. В таком случае лампа переходит в перенапряженный режим, при котором появляются значительные токи сеток и мощность, рассеиваемая на них, может превышать максимально допустимое значение. Последствия электрических перегрузок электродов лампы, я думаю, в каких-либо особых пояснениях не нуждается. Кроме того увеличивается опасность пробоя в выходном трансформаторе. Это связано как с увеличением амплитуды переменного напряжения на выводах его первичной обмотки, так и с появлением «выбросов» напряжения самоиндукции. К этим вопросам мы ещё будем неоднократно возвращаться в дальнейшем.

Известно, что ЭДС индукции может возникать как в проводнике, который покоится в изменяющемся во времени магнитном поле, так и в проводнике, перемещающемся в магнитном поле, причем последнее может и не изменяться с течением времени. И хотя величина индуцированной ЭДС в обоих случаях определяется законом Фарадея, но происхождение этой ЭДС будет различно. Рассмотрим сначала первый случай, для чего вспомним устройство трансформатора. Это одна из наиболее распространенных электрических машин, в простейшем случае представляет собой две катушки, надетые на общий сердечник рис.33. Подключив одну из обмоток к генератору переменного тока, получаем ток в другой обмотке, если, разумеется, ее цепь замкнута. Это значит, что электроны в про-

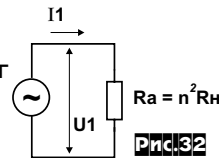


Рис.32

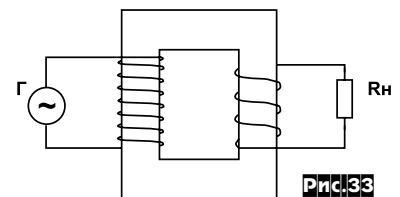


Рис.33

воднике вторичной обмотки пришли в движение. Но ведь известно: для появления в замкнутой цепи электрического тока кроме наличия в проводнике свободных зарядов должно существовать еще и электрическое поле, приводящее их в упорядоченное движение. В замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока через площадь, ограниченную этим контуром, электрический ток возникает, однако, статическое магнитное поле его поддерживать не может. Не забывайте, ведь индукционный ток появляется в результате воздействия переменного поля, о чем мы уже говорили. Точно так же не может вызвать движение зарядов и магнитное поле, пронизывающее катушку трансформатора, поскольку оно действует исключительно на движущиеся заряды, чем оно в корне отличается от поля электрического, и не оказывает воздействия на заряды, находящиеся в состо-

<sup>68</sup> В таких упрощенных схемах генератором тока может быть любое устройство от динамо-машины до микросхемы. Подразумевается, что вы сами знаете, о чем конкретно идет речь.

<sup>69</sup> Для упрощения полагаем, что у нас «идеальный» трансформатор, не имеющий потерь, т.е. КПД=1.

<sup>70</sup> Надеюсь, теперь понятно, почему при расчетах коэффициентов трансформации в формулах всегда присутствует функция квадратного корня («РХ» №4/98, с.6. «РХ» №2/99, с.50).

<sup>71</sup> Отсюда происходит понятие «эквивалентная схема замещения».

<sup>72</sup> Иногда говорят: произошел «сброс» нагрузки. Это хорошо видно при исследовании рабочего режима графоаналитическим методом.

<sup>74</sup> В радиопередатчиках параллельная схема анодного питания наоборот, является самой распространенной.

янии покоя <sup>75</sup>. Сам проводник, содержащий свободные электроны, как Вы понимаете, в нашем случае тоже никуда не перемещается <sup>76</sup>. Значит, электроны в неподвижном проводнике приводятся в движение электрическим полем, и это поле непосредственно порождается переменным магнитным полем. Напомню: в отличие от магнитного поля, поле электрическое действует как на заряды, которые перемещаются в пространстве, так и на неподвижные.

Как уже было сказано, вихревое электрическое поле может возбуждаться не только в проводнике, но и в свободном пространстве. Возбужденное переменным магнитным полем, вихревое электрическое поле может проявиться в действии на отдельные заряженные частицы, находящиеся в вакууме, например, в своеобразных генераторных радиолампах СВЧ диапазона - магнетронах. Особенно большой величины индукционные токи могут достигать в массивных проводниках, в нашем случае это магнитопровод трансформатора. Данный эффект связан с тем, что активное сопротивление материала сердечника мало. Это токи, получившие название токов Фуко по имени изучавшего их физика, можно использовать для нагревания электропроводящих веществ. На этом принципе основано устройство индукционных печей. Однако во многих электрических машинах и аппаратах возникновение токов Фуко приводит к бесполезным потерям энергии на выделение теплоты. Для звукоусилительной аппаратуры эти потери в выходных трансформаторах вызывают катастрофическое падение качества звучания, особенно на высоких частотах рабочего диапазона. Поэтому стальные сердечники электродвигателей, трансформаторов, генераторов и т.п. делают не сплошными, а собирают из отдельных изолированных друг от друга пластин. Поверхности пластин должны быть ориентированы перпендикулярно направлению вектора напряженности вихревого электрического поля. Сопротивление электрическому току в этом случае будет максимальным и, следовательно, потери сведутся к минимуму.

Следует заметить, что на частотах порядка нескольких сотен килогерц и выше применение сердечников катушек, состоящих из отдельных пластин, уже не дает нужного эффекта, поскольку значительные токи Фуко возникают в каждой пластине. В связи с этим в радиоаппаратуре, работающей в диапазоне высоких частот, широко применяются магнитные изоляторы - ферриты. При перемагничивании вихревые токи в ферритах практически не возбуждаются, благодаря чему потери энергии на выделение в них теплоты минимальны. Поэтому из ферритов изготавливают сердечники высокочастотных трансформаторов, магнитные антенны радиоприемников и др. Иногда этот материал применяется для магнитопроводов выходных трансформаторов ВЧ каналов многополосных звукоусилительных систем. Сами ферритовые сердечники изготавливаются из смеси порошков исходных веществ. Далее смесь прессуется и подвергается термической обработке.

<sup>75</sup> Тепловое движение электронов в данном случае не учитывается.

<sup>76</sup> Вибрации проводников обмоток и магнитострикционные эффекты в сердечнике трансформатора не учитываем. Будем считать, что они отсутствуют.

<sup>77</sup> Одно из слагаемых «микрофонного» эффекта наряду с изменениями емкостей и т.п., ведь внутри любого электронного аппарата всегда присутствуют магнитные поля независимо от того, хотим мы этого или нет.

<sup>78</sup> Влиянием паразитных емкостей, индуктивностей, активных сопротивлений проводников и сопротивлений утечки монтажа, а также потерь в самой катушке и ее магнитопроводе, несколько затгивающих фронты выброса и уменьшающих пики напряжения, пренебрегаем.

Практика показала, что материал, связанный с магнитной индукцией, наряду с разделами, посвященными электромагнитному полю и частотному анализу реактивных схем, является одним из наиболее сложных для понимания. Вместе с тем, знание данных вопросов имеет большое значение при разработке любой радиоаппаратуры. Так, например, вибрации шасси или платы всегда вызывают перемещения проводников устройства и появление в последних наведенной ЭДС <sup>77</sup>. Этим кстати и объясняется требование большой жесткости монтажа. Индуктивность обмоток выходного (переходного, междукаскадного) трансформатора является одной из важнейших его характеристик, которая определяет диапазон рабочих частот трансформаторного усилительного каскада. Математически скорость нарастания тока в цепи под воздействием самоиндукции описывается экспонентой.

Рассмотрим еще одно важное явление, именуемое взаимной индукцией, и правила расчетов суммарной индуктивности соединенных между собой катушек. Взаимная индукция - это явление возбуждения во втором проводнике ЭДС под воздействием магнитного поля, обусловленного изменяющимся током, проходящим по первому проводнику, который расположен рядом со вторым, **рис. 33**. ЭДС, наведенную во втором проводнике при взаимной индукции, можно выразить так:  $E_2 = -M(dI/dt)$ , где  $E_2$  - ЭДС, наведенная во втором проводнике;  $dI/dt$  - скорость изменения тока в первом проводнике в А/сек;  $M$  - коэффициент взаимной индукции в Гн. Связь через общий магнитный поток двух катушек, имеющих индуктивности  $L_1$  и  $L_2$ , называется индуктивной. Данный вид связи характеризуется так называемым коэффициентом связи:  $k = M/\sqrt{L_1 L_2}$ . Зная этот коэффициент, можно вычислить коэффициент рассеяния, обычно обозначаемый греческой буквой  $\sigma = 1 - k^2$ .

Если обе катушки помещены на общий замкнутый ферромагнитный сердечник достаточного большого сечения, то коэффициент связи стремится к 1, а коэффициент рассеяния к 0. Для любого трансформатора, в т.ч. и «звукового», оба эти коэффициента имеют очень большое значение, поскольку они характеризуют качество изделия. Остается добавить, что в радиотехнике помимо трансформаторов широкое распространение получили и другие узлы, например, электрические фильтры, принцип действия которых основан на явлении взаимной индукции. Посмотрим, какой же будет общая индуктивность  $L$  нескольких катушек, соединенных последовательно или параллельно. На **рис. 34** показано последовательное включение катушек,

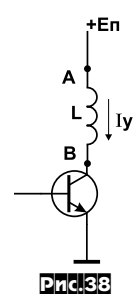
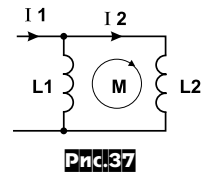
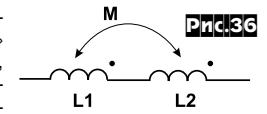
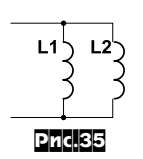
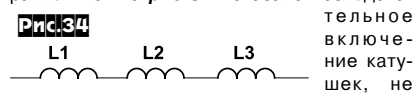
имеющих индуктивную связь. В таком случае их суммарная индуктивность составит:  $L = L_1 + L_2 + \dots + L_n$ . Для двух индуктивно не связанных запараллеленных катушек, см. **рис. 35**, общую индуктивность можно найти так:  $L = L_1 L_2 / (L_1 + L_2)$ . Как видите, общая индуктивность нескольких электрически соединенных катушек, не имеющих индуктивной связи между собой, определяется подобно общему сопротивлению для резистивных цепочек.

Более сложными получаются выражения в случае индуктивно связанных катушек, так как в этом случае необходимо учитывать влияние коэффициента взаимной индукции  $M$ . Общая

индуктивность двух включенных последовательно катушек, имеющих индуктивную связь, **рис. 36**, определяется следующим выражением:  $L = L_1 + L_2 \pm 2M$ . Надо помнить, что знак «плюс» перед слагаемым  $2M$  применяется в случае согласованного, т.е. синфазного соединения катушек, а «минус» при встречном, т.е. противофазном включении.

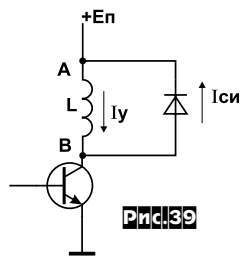
На **рис. 37** изображены две параллельно соединенные катушки с индуктивной связью. Их общая индуктивность составляет:  $L = (L_1 L_2 - M^2) / (L_1 + L_2 \pm 2M)$ . Подобно тому, как в предыдущем равенстве знак перед слагаемым  $2M$  зависит от направления включения катушек, так и в знаменателе данного выражения знак перед таким же слагаемым зависит от фазировки соединенных катушек. Правда имеется существенная разница: «минус» ставится при согласованном, а «плюс» при встречном включении. Настало время кратко рассмотреть практические рекомендации, которые позволяют минимизировать негативное влияние явления самоиндукции на элементы схемы. Поскольку напряжение на любой индуктивности  $E_{\text{си}} = L dI/dt$ , то ток в цепи, содержащей индуктивность, нельзя прервать мгновенно, т.е. за  $t=0$ . В противном случае на выводах катушки индуктивности, согласно закону сохранения энергии, появится бесконечно большое напряжение. В реальных устройствах напряжение на выводах этой индуктивности резко увеличивается и продолжает нарастать до тех пор, пока в цепи не появится электрический ток. Причиной этого может являться, например, пробой воздушного промежутка между контактами переключателя или, что гораздо хуже, между витками самой катушки либо переходов полупроводникового ключа <sup>78</sup>.

Рассмотрим схему, показанную на **рис. 38**, в которой в качестве индуктивности  $L$  может выступать любая катушка, скажем обмотка электромагнитного реле. В высококачественной звукоусилительной аппаратуре «релюшки» нередко применяются для коммутации цепей прохождения основного сигнала и сигнальных ООС, причем допускается устанавливать только компоненты, имеющие контактные группы из золота, платиново-иридиевого сплава, либо выполненные на основе герметических контактов (герконов). Ими заменяют механические переключатели, когда хотят избавиться от длинных соединительных проводов, а также в тех случаях, когда применение электронных коммутаторов нежелательно. Последние, как известно, способны вносить довольно большие искажения в звуковой сигнал. Итак, в исходном состоянии на базу транзистора подается сигнал с уровнем логической «1». В этом случае переход коллектор-эмиттер открыт и через индуктивность  $L$  проходит электрический ток  $I_y$ . Когда на базе появится логический «0», транзистор закрывается, разрывая при этом цепь. В этот момент индуктивность стремится удержать электрический ток между точками А и В, проходящий в том же направлении и имеющий такую же величину, что и при замкнутом ключе. Вследствие этого потенциал точки В становится более положительным, чем потенциал точки А. Разность потенциалов между этими точка-

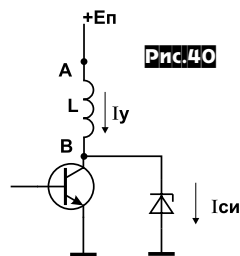




ми зависит от индуктивности, начального тока, сопротивлений потерь и утечки, паразитной ёмкости монтажа, а также других внешних факторов и может достигать сотен вольт и даже нескольких киловольт <sup>79</sup>. Если полупроводниковый ключ не рассчитан на такое импульсное напряжение, то он, разумеется, выйдет из строя. У механического переключателя в таком случае между его контактами возникает электрическая дуга, которая сокращает срок службы изделия. Кроме того, появляются довольно сильные импульсные помехи. Они могут оказывать влияние на работу всего устройства. Чтобы избежать указанных неприятностей, параллельно индуктивности обычно подключают диод, как показано на **рис.39**. Когда транзистор открыт, т.е. ключ замкнут, за счет



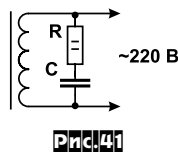
падения напряжения постоянного тока на активном сопротивлении катушки индуктивности диод смещен в обратном направлении и электрический ток он не проводит <sup>80</sup>. При закрытии транзистора или размыкании ключа диод открывается под воздействием тока самоиндукции I<sub>си</sub> и потенциал в точке В становится выше потенциала в точке А всего лишь на падение напряжения на переходе диода. Другими словами, для тока I<sub>си</sub>, вызванного явлением самоиндукции, цепь замыкается через защитный диод. Этот диод следует подбирать так, чтобы он выдерживал средний ток не меньший, чем ток, проходящий через индуктивность в установившемся режиме I<sub>у</sub>, его максимально допустимое обратное напряжение не должно быть ниже падения напряжения на катушке индуктивности при замкнутой цепи, а еще лучше - не ниже напряжения источника питания. Сам же полупроводниковый прибор желательно применять предназначенный для работы в импульсных схемах. Несмотря на всю предельную простоту, недостатком приведенной схемы является то, что она затухает затухание тока, действующего в катушке. Более высокое быстроедействие можно получить, если вместо диода включить резистор. Его сопротивление необходимо подобрать таким образом, чтобы сумма напряжений  $U = E_n + I_{си}R$  не превышала, а еще лучше с точки зрения надежности устройства, составляла около 80% максимально допустимого напряжения на ключе. Недостатки данной схемы заключаются в увеличении энергопотребления от источника питания и повышенной мощности, рассеиваемой на элементах ключа. Это объясняется тем, что при замкнутой цепи ток одновременно проходит по двум ветвям: через катушку индуктивности и через



<sup>79</sup> За счет явления самоиндукции импульсное напряжение в момент обратного хода луча в развертках телевизоров может достигать 5-7 кВ.  
<sup>80</sup> Током утечки диода пренебрегаем.

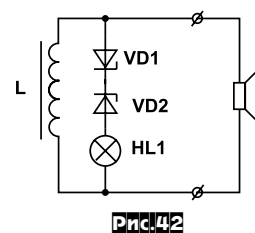
пониженному закону. Напряжение «пробоя» стабилитрона в этой схеме должно быть не ниже напряжения источника питания E<sub>п</sub>, но не больше максимально допустимого напряжения ключа. Если между этими напряжениями имеется «вилка», то возьмите стабилитрон, у которого номинальное напряжение стабилизации лежит где-то между названными величинами. Справедливости ради следует отметить, что в звуковой аппаратуре в подавляющем большинстве случаев вполне достаточно скорости переключения, обеспечиваемой диодной схемой, помещенной на **рис.39**.

Для цепей переменного тока, содержащих индуктивности, схемы **рис.39 и 40** не пригодны. В таких случаях чаще всего применяются демпфирующие RC-цепочки. На **рис.41** изображено подключение такой цепочки к первичной обмотке трансформатора питания. Сопротивление резистора R (его мощность должна быть не менее 2 Вт) может лежать в пределах 82-150 Ом, а емкость конденсатора C = 0,033-0,068 мкФ. Номиналы этих элементов следует выбирать по принципу «меньше сопротивление - меньше ёмкость» и наоборот. Приведенные значения являются типовыми для нагрузок, подключаемых к бытовой сети переменного тока. Рабочее напряжение конденсатора для сети напряжением 220 В должно быть не менее 400 В, лучше 500 - 630 В. Его тип особой роли не играет, важно лишь, чтобы он был неполярным, бумажным либо пленочным. Иногда такую цепочку подсоединяют параллельно контактным группам сетевого выключателя. Хотя с точки зрения демпфирования выбросов во время переходных процессов и защиты переключателя обе схемы равноценны, предпочтение следует отдать первому варианту, поскольку такое включение позволяет гасить кратковременные всплески напряжения, возникающие в питающей сети. Демпфер RC-типа рекомендуется применять во всех электронных приборах, работающих от сети переменного тока, т.к. силовой трансформатор представляет собой индуктивную нагрузку. В последнее время всё чаще вместо RC-цепочки параллельно первичной обмотке трансформатора питания устанавливают так называемые варисторы. Они представляют собой полупроводниковые резисторы объемного типа с нелинейной ВАХ. Их сопротивление зависит от приложенного напряжения, причем чем больше это напряжение, тем меньше сопротивление варистора. Такое свойство данного элемента позволяет не только предотвратить индукционные всплески, а вместе с ними и наводки на электронное устройство, но и срезать значительные выбросы напряжения и импульсные помехи, иногда возникающие в питающей сети и представляющие собой серьёзную опасность для аппаратуры. Наиболее распространенными являются варисторы и целые сетевые фильтры, выполненные в виде отдельных «черных ящиков» фирм Corcom, EG, Cornell-Dubilier, Eichhoff, Sprague. Если же говорить конкретно о высококачественной звуковой аппаратуре, то в ней лучше всего применять по сети обычные RC-цепочки и, несколько осторожнее, варисторы (все же принципиально нелинейный элемент). Использовать готовые сетевые фильтры общего применения (и для компьютеров) не следует, поскольку они сами нередко служат источником помех. Хорошие же сетевые фильтры, которые предназначены специально для звукотехники и выпускаемые в виде отдельного блока, подобно всем хорошо известным стабили-

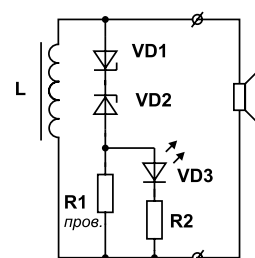


заторам сетевого напряжения, стоят около 1000\$.

Как известно, ЭДС самоиндукции наводит-ся в любой катушке, по проводнику которой проходит переменный электрический ток, и выходной трансформатор лампового УЗЧ не является исключением из этого правила. Особенно большой величины ЭДС самоиндукции достигает при сбросе нагрузки, когда нет отбора мощности от усилительного каскада, что объясняется резким, в теоретическом случае до нуля, уменьшением потерь в его цепях. Это может привести к пробое изоляции обмоток трансформатора. В таком случае для защиты аппарата применяются схемы, показанные на **рис.42 и 43**. Они подключаются параллельно вторичной обмотке «выходника». Их принцип действия, я думаю, вполне понятен из приведенных схем и в каких-либо пояснениях не нуждается. Стабилитроны VD1 и VD2 подбираются сле-



дующим образом. К выходу усилителя подключается эквивалент нагрузки и осциллограф. Входное напряжение устанавливается такой амплитуды, чтобы тракт усиления работал в режиме жесткого ограничения сигнала. С помощью осциллографа определяют максимальную, от пика до пика, амплитуду на выходе усилителя. Эту операцию следует производить быстро, не допуская перегрева анодов ламп и прочих элементов устройства. Учитывая, что входное сопротивление реальных акустических систем носит комплексный характер, выбираем полупроводниковые приборы с напряжением начала стабилизации на 30-100% больше, чем максимальная амплитуда напряжения на выходе усилителя при активной нагрузке. Это необходимо для того, чтобы избежать «подрезания» всплеска сигнала, которые могут генерироваться выходными цепями и в первую очередь акустическими системами в штатном режиме. Невыполнение этого



требования приведет к тому, что схема защиты будет вносить значительные нелинейные искажения в звуковой сигнал. Мощность лампы накаливания HL1 в схеме на **рис.42** должна составлять 25-35% от максимальной выходной мощности усилителя. К выходу из строя лампы это не приведет, поскольку она будет работать в импульсном режиме. Максимально допустимый ток через стабилитроны не должен быть меньше номинального тока этой лампы, хотя, конечно, такая возможность имеется, лучше иметь 2-3-кратный запас. В схеме, изображенной на **рис.43**, сопротивление балластного резистора R1 можно взять равным номинальному сопротивлению акустических систем. Его мощность примерно 20-35% от максимальной мощности усилителя. Отсюда определяется максимальное значение тока через VD1 и VD2. Величина сопротивления R2 не критична, важно лишь, чтобы ток через светодиод VD3 не превышал максимально допустимого значения, указанного в паспорте изделия.

(Продолжение следует)

## Q0. Что это за ФАК ?

**A0.** Этот FAQ составлен участниками эхи su.hardw.audio сети FidoNet при обсуждении различных вопросов конструирования hi-fi аудио и также на основе обмена информацией при личной переписке. Упорядочение тем выполнено Виктором Коваленко.

Он является попыткой сформулировать и изложить в сжатой форме практический опыт людей по применению пассивных компонентов в аудиоаппаратуре высокой верности, многие из которых посвятили конструированию аудио долгие годы, как профессионально, так и любительски. Необходимо помнить, что слуховое восприятие ОЧЕНЬ субъективный процесс, поэтому приведенная далее информация не претендует на догматичность, а является лишь некоей компиляцией порой противоположных мнений о том, каким должен быть звук. Поэтому не может существовать конкретный ответ, из каких деталей следует собирать конструкцию, важно лишь знать, что проблема существует. Если читатель более тщательно обратит внимание на компоненты после прочтения этой статьи и избежит очевидных ошибок, то это будет уже хорошо. Кроме этого, необходимо отдавать себе отчет в том, что должна существовать некоторая разумность с точки зрения затрат на конструкцию, совершенно ясно, что заботиться о хороших конденсаторах в усилителе мощности для компьютерной звуковой карты на одной из микросхем TDA нужно явно не всегда, а делать селектор входов к мегафону на реле с золотыми контактами - пустая трата времени и денег. Предметом данного FAQ в основном не является рассмотрение схемотехнических решений, позволяющих минимизировать влияние на сигнал пассивных компонентов, хотя необходимо, конечно, учитывать по крайней мере область применения (скажем, ламповую и полупроводниковую технику), наличие/отсутствие экстремальных токов или напряжений и тому подобных вещей. Общая концепция домашнего хэнд-мэйд аудио может быть сформулирована примерно так - отказ от сервисных функций и стремление к минималистическим схемным решениям в цепях прохождения сигнала в пользу внесения минимальных искажений (разного рода). К счастью, в этом случае конструктор находится в более выигрышном положении в том смысле, что перед ним не стоит задача обеспечения высокой повторяемости устройства при массовом производстве, а также он избавлен от необходимости создавать «примочки», имеющие в основном маркетинговые цели. В этом случае можно сосредоточиться на тщательном подборе деталей, причем как пассивных, так и активных, не только по типу, но и по конкретному образцу.

## Q1. А не все ли равно ?

**A1.** Нет, не все равно, звуковые конструкции требуют повышенного внимания к свойствам пассивных элементов: конденсаторам, резисторам, индуктивностям, монтажным и коммутирующим элементам. Каждый из них кроме очевидных параметров, связанных с непосредственной функцией элемента, имеет особенности, обусловленные физико-химическими свойствами примененных материалов, а также используемыми физическими эффектами. Эти особенности приводят к изменениям исходного сигнала и должны быть обязательно учтены при конструировании аудиотехники высокой верности. Резюмируя вышесказанное, можно сказать — неудачно выбранный резистор может погубить гениальное схемотехническое решение.

## Q2. Конденсаторы в сигнальные цепи.

**A2.** Следует по возможности вообще избегать конденсаторов в сигнальных цепях. В настоящий момент принято считать, что наиболее приятное звучание создают конденсаторы с бумажно-масляным диэлектриком (paper in oil): - МБГО, МБГЧ, К40-У\*, немного хуже МБМ, БМ-2, самый худший тип - бумажный К42-\*. Собственно начинку желательно аккуратно извлечь из металлического корпуса. Не вызывает возражений применение слюдяных конденсаторов, особенно с серебранными обкладками (Mica, Silver mica): - КСО «Г», СГМ, ССГ, К31-\*.

Качество «пленочных» (Film) конденсаторов также напрямую зависит от материала диэлектрика, распространены следующие типы (в порядке убывания предпочтения): полистирольные Polystyrene К70-\*, К71-\*; полипропиленовые Polypropylene К78-\*, МКР; фторопластовые ФТ, ФЧ, К72-\*; поликарбонатные Polycarbonate К77-\*, МКС.

Можно попробовать комбинировать конденсаторы различных типов, включая их параллельно, таким образом можно подобрать подходящие оттенки звучания.

## Q3. Конденсаторы в прочие цепи.

**A3.** На самом деле, если мысленно замкнуть цепь питания в один контур с нагрузкой и усилительными каскадами, окажется, что источник питания также является сигнальной цепью, отсюда высокие требования к конденсаторам сохраняются. Особенностью таких схем является необходимость присутствия конденсаторов большой емкости и рассчитанных на сильные токи. Такие конденсаторы как правило электролитические, и протекающие в них процессы ионные, что сильно сказывается на качестве звучания. Однозначно можно сказать, что традиционные алюминиевые электролитические конденсаторы (К50-24, К50-35) более предпочтительны, чем танталовые К52, оксидно-полупроводниковые К53 и объемно-пористые. Некоторые фирмы специально проектируют некоторые группы своих изделий для применения в аудио или даже специализируются на этом, поэтому лучше по возможности применять именно такие специальные конденсаторы. Что касается маленьких номиналов емкости (помехоподавляющие и другие сервисные цепи, через которые сигнал как таковой не проходит), то здесь допускается применять полиэтилентерефталатные (лавсановые К73, polyester, mylar, МКТ) конденсаторы, обладающие хорошей надежностью и стабильностью параметров, но портящих звук, а также конденсаторы комбинированного типа (К75, К76).

## Q4. Какие конденсаторы нельзя применять совсем ?

**A4.** Все типы керамических конденсаторов К10, КМ4/5/6, КТК, КЛС, КД и пр. В САМОМ крайнем случае, если нужна емкость в 10-1000 пикофард, можно попробовать применить керамику с малым ТКЕ (до М/П750 бывает, что используемый диэлектрик не обладает чудовищно выраженными пьезо- и сегнето-диэлектрическими эффектами, приводящими к самому малому - к множественным паразитным обратным связям).

## Q5. Есть ли разница между резисторами ?

**A5.** Есть. По поводу резисторов продолжаются споры: некоторые считают, что металлооксидные и металлодиэлектрические резисторы (МЛТ, С2-\*) делают звук сухим и вообще обогащают сигнал неприятными искажениями, а также обладают меньшей перегрузочной способностью; другие обвивают углеродистые (С1-4, ВС) в высоком уровне шумов и низкой точности изготовления. Наилучшим вариантом, вероятно, является применение танталовых резисторов, если ваша схема позволяет действительно слышать разницу. Общее правило - использовать резисторы с большим запасом по допустимой мощности, большие габариты благоприятно сказываются на звуковых качествах.

## Q6. Важен ли производитель ?

**A6.** Некоторые фирмы специализируются на выпуске изделий специально для звуковой аппаратуры. Лучшие электролитические конденсаторы носят марку Black Gate, кроме этого специальные серии имеют такие уважаемые компании как Elna America, Marconi, Nichicon, Philips, Siemens. Авторитетными производителями конденсаторов других типов являются также Jensen, Multicap, MIT, Rifa/Evox, Epcos, Philips. Что касается резисторов, то их качество у большинства крупных производителей примерно одинаково, хотя есть и резисторы элитных сортов, например Vishay, Caddock и другие стоимостью \$6 за штуку.

## Q7. В моей схеме есть цепи, которые необходимо коммутировать, как это лучше сделать ?

**A7.** Качество и надежность коммутационных устройств - одно из самых больных мест в тракте. Лучшее решение - применение слаботочных герметизированных реле (РЭС-49, РЭС-60 и др.), контактные группы которых покрыты золотом или палладием (в паспорте реле должна быть указана возможность работы с малыми токами). Надо учесть, что многие отечественные реле предназначены для бортового применения, посему имеют в ТУ завышенные величины по току удержания. Реально в домашних условиях они устойчиво работают при токе, меньшем на 20 - 40%. Можно попробовать и герконовые реле. Что касается механических переключателей, то следует по возможности воздержаться от применения простых обычных переключателей с облуженными или посеребренными контактами (П2К и иже с ними). Основные проблемы - неизбежное окисление (почернение) покрытия, так как большинство конструкций негерметично, и, кроме того, низкая износостойкость серебра, которая приводит к ускоренному износу покрытия (что особенно быстро происходит на советских переключателях с врубными контактами), проблема износа лишь отчасти может быть решена применением монолитных серебряных контактов. Так же, как и в реле, хорошие результаты дают в качестве покрытия золото и палладий, но наилучшим, как приня-

то считать, является покрытие родием, в этом случае к малому переходному сопротивлению контакта прибавляется высокая износоустойчивость. Область применения полупроводниковых коммутаторов и мультиплексоров ограничивается транзисторными схемами, характер искажений довольно близок к обычно наблюдаемому в МДП транзисторах при низковольтном питании. Лучше ориентироваться не на универсальные аналоговые ключи, а на специально разработанные для звуковой техники, например TDA1029 или более современную SSM2404, хотя в целом и в промышленной звуковой аппаратуре высокого класса наблюдается тенденция к отказу от использования таких микросхем в пользу электромагнитных реле. Общепринятого однозначного ответа на этот вопрос пока не существует, ясно лишь, что к таким элемен-

там нужно относиться достаточно серьезно. Нелинейность, вносимая контактом, может быть сильнее, чем кажется на первый взгляд. Также серьезно нужно подходить и к выбору соединительных разъемов. В качестве материала монтажных проводов самый лучший серебро высокой очистки или аморфная бескислородная медь.

#### Q8. Где получить дополнительную информацию по теме ?

**A8.** На WWW сайтах компаний-производителей. Достаточно полный их список находится на <http://www.electronet.com>. С зарубежным практическим опытом можно ознакомиться в архиве форума по аудио <http://www.audioasylum.com/audio/tweaks/bbs.html>

## Высоколинейный УМЗЧ с внутренним истоковым повторителем

Олег Папуш, г.Херсон

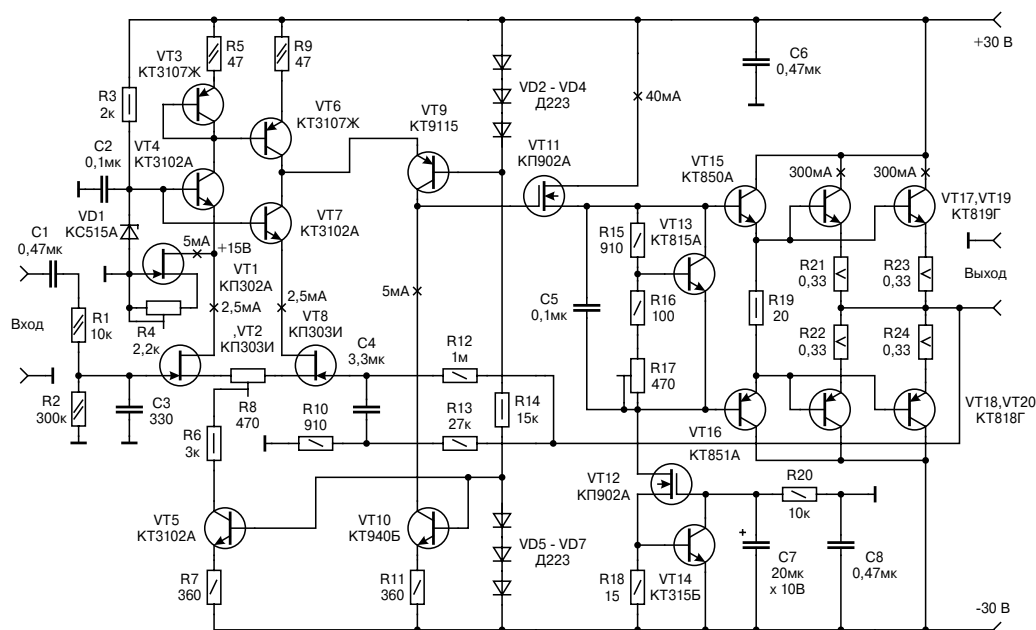
В усилителе, схема которого изображена на рисунке, высокая линейность даже без ООС достигнута благодаря внутреннему истоковому повторителю на VT11, который удачно согласует большое (более 1 МОм) выходное сопротивление каскада усиления напряжения на VT9 с существенно меньшим и нелинейным входным сопротивлением выходных каскадов на VT13, VT15-VT18. Собственное выходное сопротивление VT11 имеет порядок 100 Ом, что значительно меньше пересчитанного к его истоку сопротивления нагрузки  $R_{nh}21\alpha_{minVT15} \cdot h_{21\alpha_{minVT17}} = 4 \times 30 \times 25 = 3000$  Ом, поэтому коэффициент усиления каскада VT9 не зависит ни от реактивностей сопротивления реальной акустической системы, ни от изменений, вызванных зависимостью  $h_{21\alpha}$  выходных транзисторов от мгновенного тока их коллекторов. Кроме того, этот же каскад отрезает от каскада усиления напряжения и довольно значительную суммарную емкость коллекторов выходных транзисторов, благодаря чему даже без ООС выходное сопротивление усилителя составляет 0,5 Ом, а частота среза 15 кГц. Входной дифференциальный каскад на полевых VT2-VT8 с крутизной 1 мА/В через каскодную схему VT4-VT7 и токовое зеркало VT3-VT6 преобразует входное напряжение в ток уже с крутизной 2 мА/В (благодаря VT3-VT6), который втекает в эмиттер VT9. Такое построение также обеспечивает высокую исходную (без ООС) линейность, поскольку VT9 работает в режиме с общей базой (его характеристики намного линейнее, чем в схеме с ОЭ). Резистором R4 устанавливаем ток покоя VT9. Для этого целесообразно заранее, перед установкой в плату транзистора VT1 и резистора R4 настроить пару VT1-R4

при питании от источника напряжением 15 В, контролируя ток стока VT1 миллиамперметром (необходимо установить 5 мА). R8 - установка «нуля» на выходе, R17 - установка тока покоя выходных транзисторов VT17-VT20 (по 300 мА). Транзисторы VT11, VT12 расположены на небольших теплоотводах площадью 25 см<sup>2</sup>, а VT15, VT16 могут быть размещены на общем теплоотводе с VT17-VT20; транзистор VT13 обязательно через слюдяную прокладку монтируют на теплоотводе выходных транзисторов. Конденсаторы C1, C4 - неполярные, из лавсана или фторопластовые K71, K72, K73, например, K73-9, K73-17, K71-7, остальные - любых типов. Резисторы МЛТ или ОМЛТ (кроме R21-R24 типа C5-16). Коэффициент усиления усилителя по напряжению  $K_u = 1 + R_{12}/R_{10} = 30$ , номинальное входное напряжение 650 мВ, выходная мощность 80 Вт на нагрузке 4 Ома, коэффициент гармоник ниже 0,03% (порог чувствительности измерителя коэффициента гармоник Сб-5).

#### Примечание редакции.

1. Весьма желательны отдельные резисторы по 3,9 Ом от VT15/VT16 к базам каждого из VT17-VT20, которые выравнивают токи и повысят «живучесть» усилителя в целом.

2. Цепочка Бушера (последовательно соединенные резистор 10 Ом 2 Вт и конденсатор 0,1 мкФ, включенные параллельно выходу усилителя) должна быть **обязательно**, иначе при нагрузке с низким импедансом (большой емкостью) высока вероятность самовозбуждения на частотах порядка мегагерца, что может привести к сквозным токам через выходные транзисторы и их выходу из строя.



# СУПЕРСАБВУФЕР для тех, кто играет ...

Всеволод Марценюк, г. Харьков

Многие, кто играет и работает на компьютере, наверняка замечали, что звучание мультимедийных колонок (если они, конечно, не куплены за «бешеные деньги») сильно отличается в худшую сторону от более-менее приличного стационарного комплекта бытовой аудиоаппаратуры. Те колонки, которые обычно покупаются к компьютеру, отличаются небольшими размерами, соответственно, размер динамика в них ограничен конструктивно, а, значит, и воспроизведение низкочастотной составляющей звукового сигнала практически недоступно.

Обычно на колонках «китайского» производства написан частотный диапазон 20-20000 Гц и мощность в несколько сот ватт «PMPO». Поздравим изготовителей с хорошим чувством юмора. В лучшем случае колонки в ценовой группе 100-120 грн (\$25-\$30) могут воспроизвести от 100 до 14000 Гц при весьма большой неравномерности в этом диапазоне, а «настоящая» синусоидальная мощность от 5 до 15 Вт.

Основная же мощность звукового сигнала (около 70%) лежит в низкочастотной области ниже 200 Гц. И обычно при игровом процессе именно НЧ-составляющая создает эффект присутствия (взрывы, выстрелы, удары, гул мотора). Дешевые мультимедийные колонки лишают слушателя всех этих прелестей, просто не воспроизводя звуки ниже 100 Гц.

Предлагаемая вашему вниманию конструкция поможет устранить указанные недостатки. Достаточно добавить к обычным дешевым колонкам сабвуфер, как звуковая картина преобразится. Появляется четко очерченный «низ», взрывы действительно давят на грудь и чуть ли не сшибают с ног ☺.

В чем же «изюминка» предлагаемого сабвуфера? Прежде всего, в высоком КПД – применена новая микросхема интегрального усилителя класса D. КПД у данной микросхемы превышает 80%, а отдаваемая мощность при мостовом включении – 180 Вт.

## Основные характеристики:

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| Потребляемая мощность (при максимальной громкости) ..... | 230 Вт     |
| Коэффициент гармоник (20 Вт) .....                       | 0,3%       |
| (180 Вт) .....                                           | 10%        |
| Уровень входного сигнала .....                           | 1 В        |
| Частотный диапазон .....                                 | 18–100 Гц. |

## Принципиальная схема сабвуфера приведена на рис. 1.

Входной сигнал от звуковой карты компьютера подается на разъемы J1 и J3 и дальше проходит на выходные разъемы J2 и J4, к которым подключаются штатные мультимедийные колонки (вторая пара J3 и J4 применяется, если у вас звуковая карта Creative SB Live! или Diamond MX300 и им подобные – с выходами на фронтальные и тыловые колонки).

Просуммированный сигнал поступает на предусилитель, собранный на двоярном операционном усилителе TL072 (U2A). Переменным резистором R1 регулируется коэффициент усиления, и,

соответственно, уровень громкости сабвуфера. Далее усиленный сигнал поступает на НЧ-фильтр (функция Баттерворта 3-го порядка, U2B, частота среза 100 Гц). После фильтра НЧ сигнал попадает на ИМС усилителя мощности U1 (TDA8920), включенную по мостовой схеме.

Цепочка D1, R10, C13 создает необходимую задержку включения усилителя при включении питания для устранения щелчка при подаче питающего напряжения на сабвуфер. Стабилитрон D2 ограничивает напряжение на управляющем выводе усилителя до допустимого уровня.

По умолчанию максимальный выходной ток усилителя ограничен на уровне 7А. При необходимости его можно ограничить на меньшей величине резистором R11.

Усилитель мощности нагружен на два включенных последовательно динамика 100ГДН-3 (в авторской конструкции были использованы «ремонтные» 100ГДН-3 с перемотанными катушками) для получения сопротивления 8 Ом. В принципе, сабвуфер работоспособен при использовании акустики от 8 до 16 Ом.

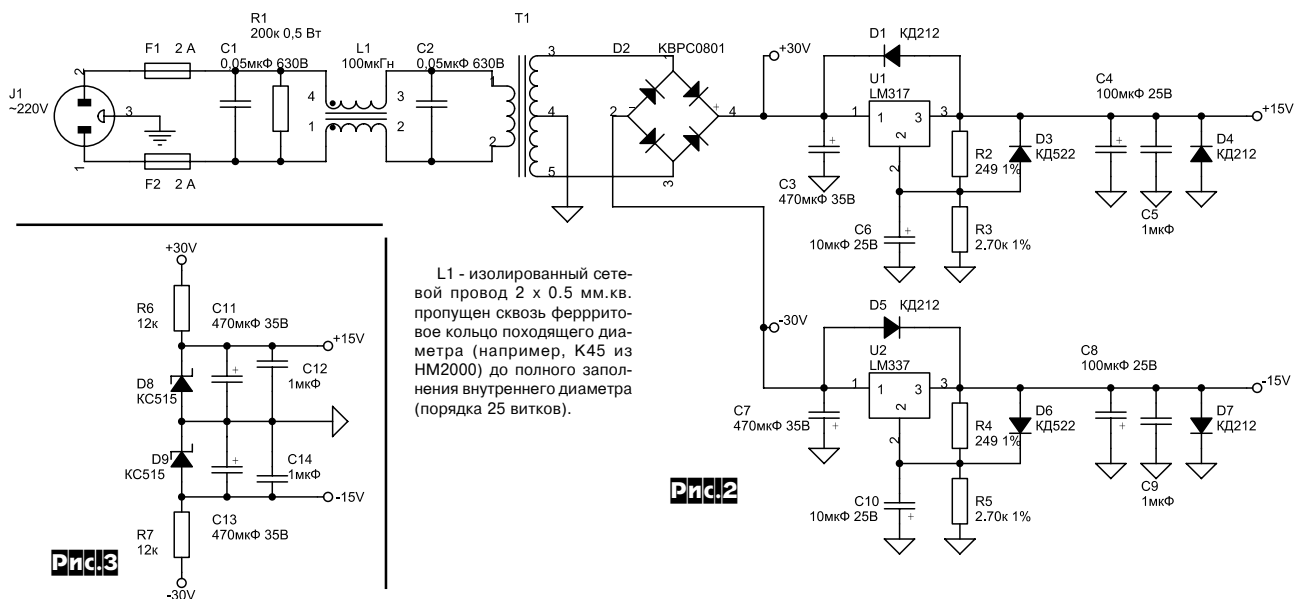
**Детали и конструкция.** Гнезда J1–J4 – стандартные miniJack 3,5 мм. Для владельцев карт с обыкновенными RCA разъемами можно порекомендовать эквивалентную замену одного стерео миниджека на два «тюльпана». Резистор R1 – любой с линейной характеристикой и повышенной износостойкостью. Резисторы желательно использовать с точностью не хуже 1% (хотя бы в фильтре НЧ). Операционный усилитель TL072 можно заменить на два одиночных операционника. TDA8920 необходимо разместить на радиаторе площадью около 100 см².

Основное требование по разводке земли – сигнальная земля самого усилителя мощности, блока фильтров и конденсаторов C1, C2, C3, C10, C12, C15, C16, C17 должны быть соединены строго в одной точке, в противном случае будет неприятный фон с частотой питающей сети.

Катушки индуктивности L1 и L2 – рекомендованные производителем. Усилитель не критичен к реальной индуктивности таких изделий и допускает применение самодельных с индуктивностью от 20 до 150 мкГн. Один из возможных вариантов – 25 витков на оправке диаметром 15 мм проводом ПЭВ-1 1,2 мм. После намотки катушку необходимо залить эпоксидной смолой.

Рекомендуемый источник питания приведен на рис. 2. Трансформатор намотан на тороидальном магнитопроводе ОЛ64/100-64. Первичная обмотка содержит 520 витков провода диаметром 0,8 мм, а вторичная – по 57 витков на секцию проводом 1,8 мм.

В источнике питания D2 – импортный силовой мост (8А, 100В) можно заменить на отдельные диоды типа D242 и им подобные с прямым током не менее 8 А. Стабилизаторы +15 В и -15 В могут быть без радиаторов – ток, потребляемый TL072, очень мал. Для упрощения конструкции (при небольшом возрастании фона) можно применить более простой – параметрический стабилизатор, изображенный на рис. 3.



# УМЗЧ с раскачкой по шинам питания ОУ

Николай Асенов, г.София (Болгария)

В усилителе с максимальной выходной мощностью 75 Вт (на нагрузке сопротивлением 4 Ома) раскачка на двухтактный каскад усилителя напряжения (VT1VT2, включенные по схеме с общим эмиттером) осуществляется с выводов питания операционного усилителя DA1. Выходной квазикомплементарный каскад выполнен на супербета-транзисторах VT5, VT6 и мощных VT7, VT8 одного типа проводимости (p-n-p).

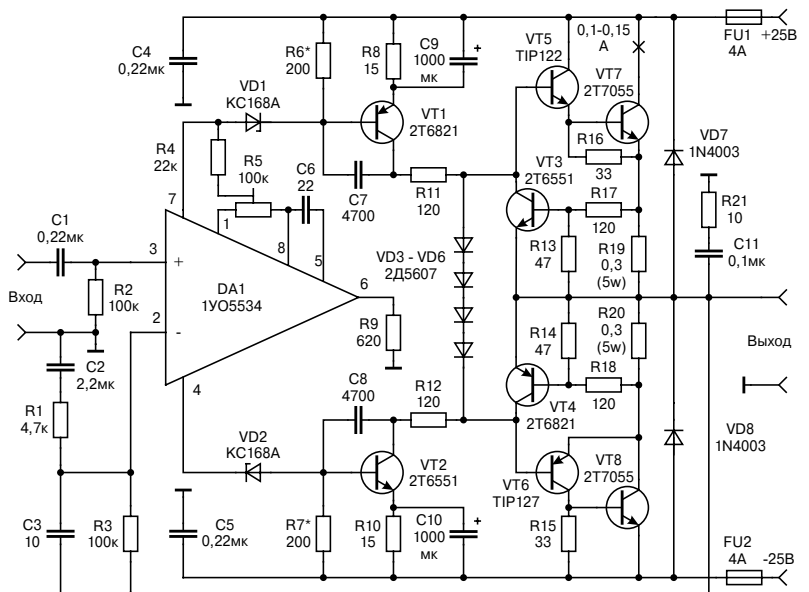
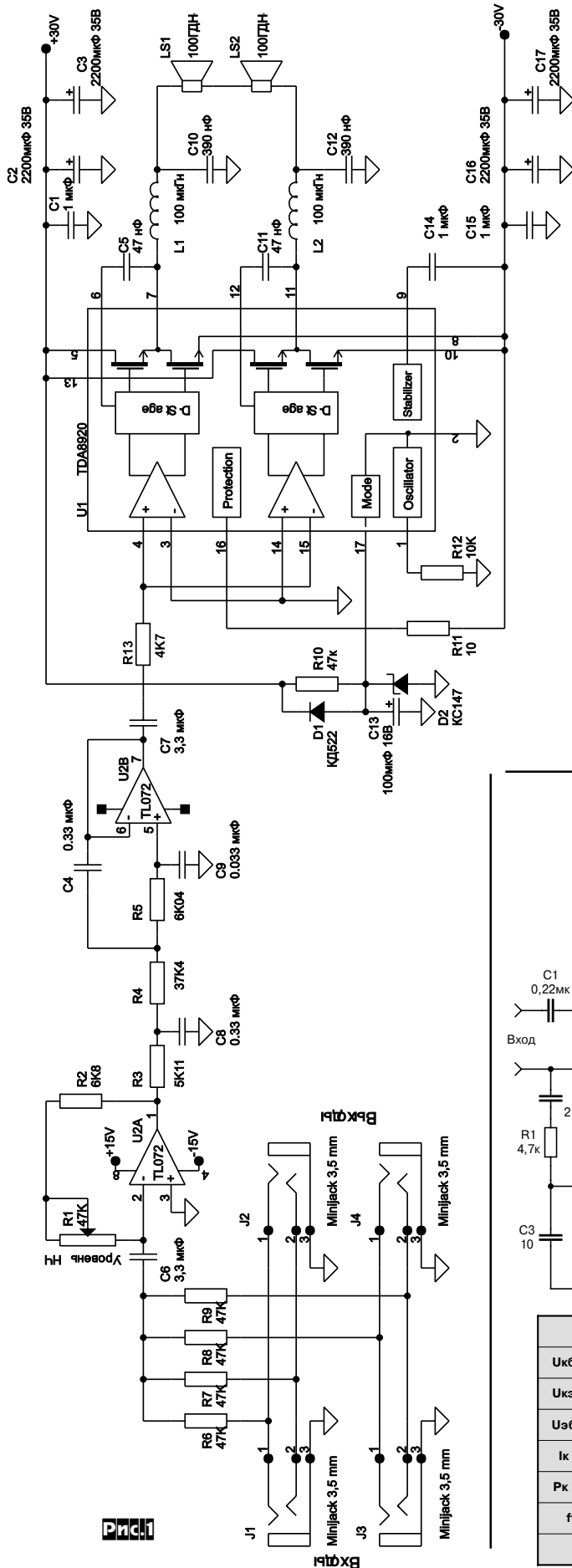
Диоды VD3-VD6 задают и термостабилизируют режим работы транзисторов выходного каскада. Эти диоды необходимо монтировать на радиаторах VT7 или VT8. Транзисторы VT3, VT4 образуют схему защиты от перегрузки. Цель общей ООС как по переменному, так и постоянному току замыкается через делитель R3R1C2C3.

**Налаживание** усилителя заключается в подборе сопротивления резисторов R6 = R7 таким образом, чтобы начальный ток покоя коллекторов VT7, VT8 составлял 100-150 мА. Увеличение сопротивления резисторов приводит к увеличению тока покоя и наоборот. Подстроечным резистором R5 устанавливают нулевое постоянное напряжение на выходе усилителя.

Болгарский ОУ 1Y05534 является аналогом NE5534 (TDA1034). Параметры примененных транзисторов приведены в таблице.

## Измеренные характеристики:

АЧХ (-1 дБ) ..... от 20 Гц до 38 кГц  
 отношение сигнал/шум ..... 84 дБ  
 скорость нарастания ..... 6 В/мкс  
 коэффициент гармоник .... 0,02% (50 Вт, 1 кГц, 4 Ома),  
 ..... 0,5% (50 Вт, 16 кГц, 4 Ома)  
 максимальный выходной ток ..... 9А  
 входное сопротивление ..... 100 кОм  
 выходное сопротивление ..... 0,2 Ома  
 максимальное выходное напряжение (ампл.) ..... 22 В  
 коэффициент усиления ..... 27 дБ



| Тип         | 2T6821    | 2T6551    | TIP122 | TIP127 | 2T7055 |
|-------------|-----------|-----------|--------|--------|--------|
| Uкб макс, В | 60        | 75        | 100    | 100    | 100    |
| Uкэ макс, В | 50        | 50        | 100    | 100    | 60     |
| Uэб макс, В | 5         | 5         | 5      | 5      | 7      |
| Iк макс, А  | 0,5       | 0,5       | 5      | 5      | 15     |
| Рк макс, Вт | 0,6       | 0,8       | 60     | 60     | 117    |
| ft, МГц     | 60        | 200       | 4      | 4      | 2,5    |
| h21э        | 100...470 | 100...470 | 1000   | 1000   | 20     |



# Почём ПЕНТИУМ для народа ?

## Рекомендации покупателям ПК

Всеволод Марценюк, г. Харьков

1. Необходимо сразу сориентировать себя в цене. Как пять лет назад, так и сейчас обычный неспециализированный компьютер (новый) начального-среднего-высшего уровня стоит порядка \$600-\$1000-\$1300 соответственно. Условно уровень цен на компьютер остается постоянным, смещаются в сторону улучшения производительности и др. технические характеристики компьютера.

2. ОСНОВНАЯ рекомендация - определитесь, ЧТО Вы планируете делать с компьютером, какой круг задач решать. Можно условно разделить компьютеры на шесть направлений: студенческий, офисный, игровой, дизайнерский, САД-инженерный, сервер (в порядке возрастания цены). В зависимости от выбранного направления или их комбинаций следует рассчитывать средства и выбирать комплектацию.

3. Основной компонент, который Вы не поменяете в конфигурации достаточно долго - это монитор. Обычно жизненный цикл монитора составляет порядка 3-х лет и более. Таким образом, рекомендую, по возможности, покупать «с запасом». Т.е. если Вам кажется, что хватит 14" диагонали, постарайтесь купить хотя бы 15" (к желающим купить 21" это не относится). Из производителей мониторов можно порекомендовать для выбора Samsung (широкий спектр моделей - от «минималистических» до профессиональных, отличное соотношение цена/качество), LG (неплохая цена). Для приверженцев трубок типа «Тринитрон» - Nokia, Sony, Mitsubishi («Diamondtron»), но данные производители при великолепном качестве продукции отличаются и БОльшей на 20%-30% ценой.

4. «Сжатые» рекомендации по выбору комплектующих (в зависимости от выбранного направления) приведены в таблице на с.53 и 54.

### Замечания:

а) Если написано «низкая цена», это значит, что Вы заплатите действительно мало, но это будет в ущерб сроку гарантии, именитости производителя и надежности этих комплектующих. Т.е., выигрывая в цене, Вы проиграете в качестве.

б) Если написано «высокая цена», это значит, что цена высока относительно бытовых комплектующих. Выигрыш, полученный от стабильности работы, наличия драйверов, гарантии и технической поддержки в крупнобюджетных проектах многократно окупится отсутствием простоев техники.

в) Цены указаны ориентировочные, без стоимости лицензионного программного обеспечения, цена которого особенно в «дизайнерском» и «САД-инженерном» вариантах будет сравнима с ценой самого компьютера.

### Возможные проблемы при комплектации:

1. Взаимная «нелюбовь» мониторов LG и карт на базе чипсетов S3 и nVidia.

2. «Неуживчивость» новых DIMM-модулей и старых плат под Socket-7.

3. Нестыковка винчестеров объемом выше 8 ГБ со старыми материнскими платами (решается либо перепрошивкой более свежей версией BIOSа, либо установкой менеджера диска).

4. Начальная неустойчивая работа относительно новых видеокарт на материнских платах с не-Интеловским чипсетом (решается либо сменой BIOSа мат. платы, либо выходом новых драйверов к мат. плате и/или видеоадаптеру).

## Самое простое решение «Проблемы - 2000»

Алексей Шевченко, г. Киев

BIOS моей SiSовской 486-й «материнки» оказался подвержен Y2K - он выдает вместо 2000-го 1996-й. Чтобы не перепрошивать BIOS (поскольку новой прошивки для такой «материнки» просто нет) и тем более не покупать спецконтроллер, который в 3 раза дороже самой «материнки», я использую программный способ коррекции, который на языке BASIC занимает одну строчку (она напечатана в журнале в виде двух строчек из-за ограниченности ширины колонки, но в программе должна быть написана одной строчкой):

```
IF RIGHT$(DATE$, 4) <> "2000" THEN
  DATE$ = LEFT$(DATE$, 6) + "2000"
```

Использованные функции RIGHT\$ (в данном случае она возвращает 4 правых символа системной даты, а это и есть год) и LEFT\$ (здесь она возвращает 6 левых символов системной даты, то есть день и месяц с разделителями), а также системная переменная DATE\$ (она возвращает и записывает системную дату) имеются во всех «диалектах» BASIC, включая GW, QuickBASIC, TurboBASIC. Скомпилировав exe-файл, надо вписать его в первую строчку autoexec.bat. Тогда при старте ПК эта программа будет считывать системную дату, и если год отличается от 2000, то она принудительно установит 2000-й год, а день, месяц (и, естественно, часы, минуты) будут сохранены.

Программа отлично работает на любых материнках с любыми процессорами (от XTшек до Пентиумов), как с DOS, так и Windows. Единственное неудобство - в следующем году вместо «2000» в ней надо прописать «2001», но это же - пятиминутное дело.

### Возвращаясь к напечатанному

В связи с публикацией в предыдущем номере «РХ» регионального украинского списка узлов любительской компьютерной сети FidoNet в редакцию обратились несколько владельцев узлов («боссов») с жалобами на некорректное поведение некоторых читателей журнала, чуть ли не требующих «записать» их в Фидо. В связи с этим мы еще раз напоминаем, что **вопрос о приеме новых поинтов целиком и полностью определяется только личным желанием владельца узла**, который вправе отказать вам в приеме без каких-либо объяснений. Поэтому, если уж вы обращаетесь с просьбой к незнакомому вам человеку, будьте **предельно вежливы**, ведь назойливость и тем более



## Перевод файлов PCAD в графический формат GIF

Сергей Сакевич, г. Луганск

Казалось бы, при рисовании схем и разводке печатных плат ПИКАДом пользуются все, а такую простую вещь - мне потребовалось перевести пикадовские файлы в графический формат gif для того, чтобы выложить рисунки на сайте в ИНТЕРНЕТ - никто не знает, во всяком случае я в куче конференций безуспешно дергал народ по этому поводу...

Методом проб и ошибок я нашел способ, дающий наиболее корректный и качественный результат. Делается так: вначале создается плот-файл из схемы или платы, затем программой **txt2lin.exe** все буквы преобразуются в графические линии - это надо, чтобы потом программа **pcplots.exe** смогла отобразить русские символы. Затем пропускаем через программу **pcplots.exe**, где в настройках нужно указать - выходное устройство - диск, тип плоттера - HP7580. На выходе получается плоттерный файл \*.hp, который понимает программа Corel Photo Paint из комплекта Corel Draw!. При установке этой программы надо проследить, чтобы был установлен соответствующий фильтр (по умолчанию он не устанавливается). Ну а там уже можно делать что хочешь, правда файлы плат иногда «корявые» получаются, потом много ручками надо доводить. Такая вот длинная технология, но короче мне найти не удалось...

Есть еще один способ прочтения файла \*.hp. На сервере Микрософт (<http://www.microsoft.com>) есть файл под названием **hpgl32.exe** размером в 170 КБ. Это фильтр для прочтения плот-файлов формата \*.hp, \*.hpgl программы WinWord7, WinWord97 и выше. Для его установки необходимо запустить на исполнение **hpgl32.exe** и указать путь распаковки (туда, где находятся фильтры) - обычно фильтры лежат в папке **Program Files/Common Files/Microsoft Shared/Grphflt/** - туда распакуется файл фильтра и небольшой файл **hpgl.reg** для внесения изменений в реестр.

грубость в любых телефонных разговорах, а тем более с человеком, которого **вы** просите в чем-то вам **помочь**, абсолютно недопустимы. Имейте также в виду, что «боссу» приходится значительную часть своего свободного времени уделять обслуживанию узла, и каждый лишний телефонный звонок отрывает его от очень важных для функционирования Сети дел. Поэтому **попробуйте сначала найти знакомого «фидошника»-поинта**, который с удовольствием поделится с вами начальными знаниями о FidoNet, а в дальнейшем может рекомендовать вас своему «боссу» - именно такой путь наиболее распространен на практике.

| Назначение               | Студенческий                                                                                                             | Офисный                                                                                                    | Игровой                                                                                              | Дизайнерский                                                                                                            | CAD-инженерный                                                                                                                               | Сервер                                                                                                                            |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Монитор</b>           | 14", no-name производителей или б/у                                                                                      | 15", начального и бизнес-уровня от бренд-производителей (Samsung, LG, Panasonic, Viewsonic)                | 15"-17"-19"* бизнес- и про-уровня от бренд-производителей (Samsung, LG, Panasonic, Viewsonic)        | 17"-19"-21" профессионального уровня от Samsung, LG, Sony, Nokia, Mitsubishi, Viewsonic, Barco, Mag Innovation          | 19"-21" профессионального уровня от Samsung, LG, Sony, Nokia, Mitsubishi, Viewsonic, Barco, Mag Innovation                                   | 14"-15" бизнес-уровня от бренд-производителей (Samsung, LG, Panasonic, Viewsonic)                                                 |
| "+"                      | Низкая цена                                                                                                              | Чуть дороже студенческого варианта, но позволяет работать полный рабочий день без заметной усталости       | Комфорт для пользователя                                                                             | Корректная цветопередача, высокая контрастность и яркость изображения, малые геометрические искажения                   | Точная передача мелких деталей чертежа, большАя рабочая площадь, высокая контрастность и яркость изображения, малые геометрические искажения | малая цена                                                                                                                        |
| "-"                      | Малая гарантия, малая диагональ, вероятно плохое качество изображения, несоответствие последним стандартам безопасности. |                                                                                                            | При большой диагонали - высокая цена, но "за удовольствие надо платить"                              | большАя цена                                                                                                            | большАя цена                                                                                                                                 | Сама по себе необходимость монитора является недостатком. При количестве серверов более одного - решается т.н. KVM-коммутаторами. |
| <b>Процессор</b>         | AMD начального уровня, Cyrix, IDT, Intel Pentium.                                                                        | Intel Celeron, AMD с частотой до 400 МГц.                                                                  | Intel Celeron 466-533 - для малого бюджета, PIII-500 и выше - для "профессиональных игроков"         | Intel Pentium III 500 и выше, возможно двухпроцессорная конфигурация                                                    | Intel Pentium III 600 и выше, двухпроцессорная конфигурация настоятельно рекомендуется                                                       | Intel Pentium III 500, двухпроцессорная конфигурация, Intel Xeon в 1, 2, 4, 8-процессорной конфигурации.                          |
| "+"                      | Низкая цена                                                                                                              | Низкая цена, достаточная производительность                                                                | Высокая скорость работы и 99,99% совместимость с играми                                              | Достаточная производительность для дизайнера и/или художника                                                            | Хорошее соответствие производительности для ресурсоемких инженерных пакетов.                                                                 | Отменная производительность и масштабируемость                                                                                    |
| "-"                      | Низкая производительность, отсутствие в продаже новых процессоров (не производятся)                                      |                                                                                                            | В случае PIII - относительно высокая цена, но см. "-" для мониторов                                  |                                                                                                                         |                                                                                                                                              | Относительно высокая цена                                                                                                         |
| <b>Материнская плата</b> | Что-либо для Socket 7 или Super Socket 7                                                                                 | Мат. платы начального уровня под PPGA-370 на базе i810 или 440ZX, или, при выборе AMD - на базе Aladdin V. | 440BX и 440ZX от бренд-производителей (ASUS, ABIT, SOYO, iWILL)                                      | 440BX от бренд-производителей (ASUS, ABIT, SOYO, iWILL), желателен встроенный SCSI-контроллер                           | 440BX от бренд-производителей (ASUS, ABIT, SOYO, iWILL), желателен встроенный SCSI-контроллер                                                | 440BX, 450GX - серверные материнские платы                                                                                        |
| "+"                      | Малая цена                                                                                                               | Низкая цена и высокая надежность в случае использования бренд-комплектующих                                | Широкий спектр выбора и большое количество сервисных возможностей самих плат                         | Высокая надежность и совместимость, отличное соотношение цена/производительность                                        | Высокая надежность и совместимость, отличное соотношение цена/производительность                                                             | Высочайшие надежность и производительность.                                                                                       |
| "-"                      | Устаревшее оборудование                                                                                                  | Плохая расширяемость                                                                                       |                                                                                                      | Повышенная цена                                                                                                         | Повышенная цена                                                                                                                              |                                                                                                                                   |
| <b>Память</b>            | 16-32МБ в зависимости от средств no-name или производителей второго эшелона                                              | 32-64МБ производителей второго эшелона или бренд-производителей (Transcend, Pocom, Kingston и пр.)         | 64-128-256МБ бренд-производителей (Transcend, Pocom, Kingston и пр.)                                 | 128-256-512МБ бренд-производителей (Transcend, Pocom, Kingston и пр.) ECC (контроль и исправление ошибок) рекомендуется | 128-256-512МБ бренд-производителей (Transcend, Pocom, Kingston и пр.) ECC (контроль и исправление ошибок) настоятельно рекомендуется         | 128МБ-2048МБ ECC бренд-производителей (Transcend, Pocom, Kingston и пр.)                                                          |
| "+"                      | Экономия средств при достаточности для учебы                                                                             | Средние затраты при достаточной производительности офисных приложений                                      | В максимальном варианте - прекрасная производительность и надежность подсистемы памяти в любых играх | Высокая надежность и длительная гарантия, великолепная совместимость                                                    | Высокая надежность и длительная гарантия, великолепная совместимость                                                                         | Высокая надежность и длительная гарантия, великолепная совместимость                                                              |
| "-"                      | Возможны затруднения в приобретении устаревших модулей на 16МБ                                                           |                                                                                                            | Высокая цена в максимальном варианте                                                                 | Высокая цена                                                                                                            | Высокая цена                                                                                                                                 | Самая высокая цена, порождаемая необходимостью                                                                                    |
| <b>Видеокарта</b>        | 1-2МБ видеопамяти, PCI-видео или интегрированная                                                                         | 2-4-8 МБ видеопамяти AGP или PCI, или интегрированная (S3, Riva ZX, ATI Rage)                              | AGP, 8МБ (STB Velocity 100), 16МБ (TNT, TNTII, Voodoo III, G400), 32МБ (TNTII, G400, GeForce)        | AGP 16МБ G400, 32МБ G400 DualHead, возможно профессиональные акселераторы                                               | AGP 32МБ профессиональные акселераторы типа Diamond FireGL-1, Oxygen VX-1, Oxygen GVX-1 и пр.                                                | 1-2 МБ AGP или PCI видеоадаптер, обычно интегрирован на материнской плате                                                         |
| "+"                      | Низкая цена                                                                                                              | Низкая цена                                                                                                | Высокая скорость в 3D, прекрасная совместимость с играми                                             | Прекрасная скорость в 2D, правильная цветопередача, высокая четкость генерируемого изображения                          | Прекрасная скорость в 2D и 3D, высокая четкость генерируемого изображения                                                                    |                                                                                                                                   |
| "-"                      | Низкая скорость, вероятно устаревшие модели                                                                              |                                                                                                            | В случае с новыми высокопроизводительными картами - высокая цена                                     | Высокая цена                                                                                                            | Высокая цена                                                                                                                                 |                                                                                                                                   |

| Назначение                                    | Студенческий                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Офисный                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Игровой                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Дизайнерский                                                                                                                                                                                                                                                                                               | CAD-инженерный                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Сервер                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Винчестеры</b>                             | IDE 850 МБ-2.0 ГБ<br>любого производителя                                                                                                                                                                                                                                                                                | IDE 4.3 ГБ Fujitsu,<br>Seagate, Samsung,<br>Quantum, Maxtor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | IDE 10-17ГБ Fujitsu,<br>Seagate, Quantum, IBM<br>5400-7200 об/мин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | IDE 10-20ГБ 7200<br>об/мин, SCSI 9,1 и<br>выше Fujitsu, Seagate,<br>IBM                                                                                                                                                                                                                                    | SCSI 9,1 и выше<br>Fujitsu, Seagate, IBM<br>7200 и 10000 об/мин                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RAID-массивы на базе<br>UW SCSI 9,1 и выше<br>Fujitsu, Seagate, IBM<br>10000 об/мин                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| "+"                                           | Низкая цена                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | На сегодняшний день -<br>минимальная емкость.<br>Минимальная цена                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Относительно низкая<br>цена при достаточной<br>производительности и<br>большом объеме                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Достаточная<br>производительность<br>при средней цене                                                                                                                                                                                                                                                      | Высокая<br>производительность                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Высочайшая<br>производительность<br>при высокой<br>надежности                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| "-"                                           | Устаревшие модели,<br>сняты с производства                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Высокая цена                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Высокая цена                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>CD-ROM</b>                                 | 8x-16x-24x модели                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 40x IDE,<br>производитель не<br>критичен                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 40x-50x CD-ROM или<br>6x-8x DVD бренд-<br>производителей<br>(ASUS, TEAC,<br>TOSHIBA, PIONEER,<br>SAMSUNG, CREATIVE)                                                                                                                                                                                                                                                                           | 40x CD-ROM,<br>желателен SCSI<br>бренд-производителей<br>(ASUS, TEAC,<br>TOSHIBA, PIONEER,<br>SAMSUNG, CREATIVE)                                                                                                                                                                                           | 40x CD-ROM бренд-<br>производителей<br>(ASUS, TEAC,<br>TOSHIBA, PIONEER,<br>SAMSUNG, CREATIVE)                                                                                                                                                                                                                                                                 | При реальной<br>необходимости<br>постоянной работы с<br>CD-ROM - только<br>SCSI-привод бренд-<br>производителей                                                                                                                                                                                                                                                 |
| "+"                                           | Низкая цена                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Минимальная скорость<br>нового CD-ROMa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Высокое качество<br>привода, высокая<br>скорость, хорошая<br>коррекция ошибок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Высокое качество<br>привода, высокая<br>скорость, хорошая<br>коррекция ошибок,<br>SCSI-привод не<br>снижает общей<br>производительности                                                                                                                                                                    | Высокое качество<br>привода, высокая<br>скорость, хорошая<br>коррекция ошибок                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SCSI-привод не<br>снижает общей<br>производительности<br>системы                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| "-"                                           | Малая доступность, не<br>выпускаются                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | В случае с DVD -<br>отсутствие большого<br>количества самих<br>носителей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Высокая цена (SCSI)                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Высокая цена                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Звуковая карта</b>                         | 16-bit ISA или<br>интегрированная                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 16bit ISA/PCI Crystal,<br>Avance Logic и пр., или<br>интегрированный<br>кодек AC-97                                                                                                                                                                                                                                                                                                | С поддержкой<br>пространственного<br>звучания: на базе<br>Vortex2 (Diamond<br>Monster MX300 b и<br>пр.), на базе EMU10K<br>(SB Live! Value, SB<br>Live! Platinum)                                                                                                                                                                                                                             | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| "+"                                           | Низкая цена                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Низкая цена и<br>достаточность                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Прекрасный 3D-звук<br>как на наушники, так и<br>на систему из 4-х<br>колонок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| "-"                                           | Низкое качество звука                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Относительно высокая<br>цена                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Пример комплекта</b>                       | Процессор AMD K6-<br>200МГц на мат. плате<br>LuckyStar MVP3,<br>модуль памяти DIMM<br>16MB, Видеокарта S3<br>Virge DX 2MB PCI,<br>винчестер WD 1,6 Гб,<br>CD-ROM 24x BTC,<br>звуковая карта Sound<br>Crystal 16 bit, колонки<br>активные, корпус<br>Minitower, клавиатура,<br>мышь, коврик, монитор<br>SVGA 14" Sunshine | Процессор Intel Celeron<br>400 МГц на мат. плате<br>Intel Caiman (i810),<br>модуль памяти DIMM<br>32MB Transcend,<br>видеокарта -<br>интегрированная 4MB<br>AGP, винчестер 4,3 Гб<br>Fujitsu, CD-ROM 40x<br>BTC, звуковая карта -<br>интегрированная<br>Creative PCI 64,<br>колонки активные,<br>корпус Minitower ATX,<br>клавиатура, мышь,<br>коврик, монитор 15"<br>Samsung 550s | Процессор Intel<br>Pentium III 500 МГц на<br>мат. плате ASUS P3B-<br>F, модуль памяти<br>DIMM 128MB Racom,<br>видеокарта - 3DFX<br>Voodoo III 3000 16MB,<br>винчестер 20,3 Гб IBM,<br>CD-ROM 45x ASUS,<br>звуковая карта<br>Diamond MX300,<br>колонки активные<br>(фронтальные +<br>тыловые + сабвуфер),<br>корпус Minitower ATX,<br>клавиатура, мышь,<br>коврик, монитор 17"<br>Samsung 750s | Процессор Intel<br>Pentium III 500 МГц на<br>мат. плате ASUS P3B-<br>F, модуль памяти<br>DIMM 128MB Racom,<br>видеокарта - Matrox<br>G400 16MB, винчестер<br>15 Гб IBM (7200<br>об/мин), CD-ROM 40x<br>ASUS, корпус<br>Minitower ATX,<br>клавиатура, мышь,<br>коврик, монитор 19"<br>Nokia 446 PRO Flat AG | Процессор Intel<br>Pentium III 600 МГц (2<br>шт.) на мат. плате<br>ASUS P2B-DS, модуль<br>памяти DIMM 256MB<br>ECC Kingston,<br>видеокарта -<br>интегрированная 2<br>МБ, винчестер 18 Гб<br>Seagate Cheetah<br>(10000 об/мин) (2 шт),<br>CD-ROM 40x SCSI<br>Pioneer, корпус Intel<br>Columbus III,<br>клавиатура, мышь,<br>коврик, монитор 15"<br>Samsung 550s | Процессор Intel<br>Pentium III 600 МГц (2<br>шт.) на мат. плате Intel<br>440GX+, модуль<br>памяти DIMM 256MB<br>ECC Kingston,<br>видеокарта -<br>интегрированная 2<br>МБ, винчестер 18 Гб<br>Seagate Cheetah<br>(10000 об/мин) (2 шт),<br>CD-ROM 40x SCSI<br>Pioneer, корпус Intel<br>Columbus III,<br>клавиатура, мышь,<br>коврик, монитор 15"<br>Samsung 550s |
| "+"                                           | Юнфигурация,<br>достаточная для<br>обучения в институте<br>и получения<br>начальных навыков<br>работы с<br>компьютером.<br>Значительная<br>экономия денег.                                                                                                                                                               | Прекрасная<br>конфигурация для<br>офисного компьютера.<br>При достаточно низкой<br>цене машина собрана<br>на базе<br>комплектующих от<br>известных<br>производителей.                                                                                                                                                                                                              | Почти "мечта игрока".<br>Компьютер, которому<br>"по зубам" 95%<br>выпущенных игр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Неплохое рабочее<br>место дизайнера<br>(Photoshop) с<br>отменным монитором<br>и высокой<br>производительностью<br>видео- и дисковой<br>подсистем                                                                                                                                                           | Отличное рабочее<br>место для инженера-<br>конструктора (Pro<br>Engineer, Euclid,<br>SolidWorks) для тех, у<br>кого рабочее время<br>квалифицированного<br>специалиста высоко<br>ценится. По<br>производительности<br>сравнимо со<br>специализированными<br>рабочими станциями<br>среднего уровня.                                                             | Сервер масштаба<br>предприятия до 1000<br>человек. Способен<br>поддержать базу<br>данных, выполнять<br>роль файлового<br>сервера. За счет<br>использования<br>специализированных<br>комплектующих<br>отличается<br>повышенными<br>надежностью и<br>наработкой на отказ.                                                                                         |
| "-"                                           | Большинство<br>комплектующих давно<br>сняты с производства<br>и вряд ли возможно<br>получение длительной<br>гарантии на<br>компьютер, собранный<br>из деталей<br>"вчерашнего дня".<br>Возможно, часть<br>комплектующих будет<br>б/у.                                                                                     | Через 1.5-2 года такой<br>компьютер<br>практически<br>невозможно будет<br>усовершенствовать.                                                                                                                                                                                                                                                                                       | При столь быстром<br>прогрессе в играх,<br>вероятно, потребуется<br>модернизация в<br>течение 4-5 месяцев<br>после покупки                                                                                                                                                                                                                                                                    | Вероятно, при<br>интенсивной работе<br>потребуется<br>модернизация,<br>закрывающаяся в<br>установке еще одного<br>модуля памяти в<br>128МБ.                                                                                                                                                                | Возможно, для<br>решения более<br>ресурсоемких задач<br>придется добавить<br>оперативной памяти.                                                                                                                                                                                                                                                               | Для достижения<br>большой<br>производительности и<br>надежности дисковой<br>подсистемы<br>потребуется<br>дополнительные<br>вложения в RAID-<br>контроллер, сменные<br>отсеки и доп.<br>Винчестеры.                                                                                                                                                              |
| <b>Ориентировочная<br/>стоимость (без ПО)</b> | \$300                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | \$625                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | \$1100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | \$1700                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | \$3400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | \$3400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

# Универсальный контроллер CD-ROM-магнитофон с дистанционным управлением

Александр Торрес, г. Харьков

В последние годы многие проявляют большой интерес к контроллерам CD-ROM. Компакт-диск стал наиболее распространенным и дешевым источником музыки. Появившись сначала в переносных и стационарных аудио-проигрывателях, музыкальных центрах, привод CD-ROM нашел широчайшее применение в компьютерной технике как носитель цифровой информации. Постоянно появляются новые модели CD приводов, увеличивается их скорость, а старые модели выводятся из эксплуатации. Вместе с тем, любой компьютерный привод, кроме цифровых данных, пригоден также для воспроизведения музыкальных компакт-дисков. Многие приводы имеют специальные кнопки, позволяющие прослушивать аудиодиски без всякого программного обеспечения, а также использовать их в автономном режиме, т.е. без компьютера. Для этого надо всего-навсего подать на привод питание (+5 и +12 вольт), вставить диск и нажать кнопку «Play». Однако, старые модели обычно выпускались без специальных «аудио кнопок», да и новые их имеют не все. Кроме того, такой «CD-проигрыватель» получается уж слишком упрощенным, поэтому многие конструкторы разрабатывали и продолжают разрабатывать специальные контроллеры, превращающие компьютерный CD-привод в более-менее настоящий аудио-проигрыватель.

В различных конференциях Фидо и Интернет постоянно появляются вопросы типа: «что надо подать на разъем привода, чтобы он начал играть». На это можно сразу ответить коротко – просто замкнуть определенные контакты не выйдет! CD-привод – это сложное устройство, и для его управления нужно в него посылать специальные команды, считывать из него сигналы состояния и т.д., что возможно только при использовании микропроцессора. Приводы CD-ROM исторически выпускались с различными интерфейсами – Sony, Mitsumi, Panasonic, IDE, SCSI. Первые три уже практически вышли из употребления, последний применяется в наиболее дорогих устройствах. Поэтому наиболее актуальным является управление приводом с интерфейсом IDE, хотя хронологически, первым опубликованным контроллером был контроллер с интерфейсом Panasonic. Но приводов с интерфейсом Panasonic не так уж и много, плюс его автор не сделал свободно доступной «прошивку», т.е. программу управления микропроцессора контроллера. Далее в различных источниках появлялись различные схемы и прошивки для контроллеров IDE, известно также про некоторые разработки, но появившиеся в печати или сетях (автор тоже этим грешен – первый контроллер

на PIC16C74 я сделал в 96 году), как правило на микропроцессорах MCS-51, PIC или Z80. Наиболее известным является контроллер [1] Романа Иващенко (digitalr@chat.ru, 2.4613/204.21) – построенный на дешевом и доступном Z80, со свободно распространяющейся прошивкой (имеется на сайте журнала «РадиоХобби»).

Предлагаемая разработка никоим образом не является конкурентом уже опубликованных конструкций, однако во многом от них отличается. Она представляет собой гибрид старой конструкции на PIC16C74 и нового спецконтроллера, разрабатывавшегося несколько для иных целей, и построенная на микроконтроллере серии AVR – AT90S8515 фирмы Atmel. Чем она отличается от уже имеющихся конструкций? Во первых, гораздо меньшим количеством деталей – простейший вариант можно собрать за вечер без печатной платы, просто на макетке! Во вторых – большими возможностями и универсальностью. Кроме управления CD-ROM, она может управлять также лентопротяжным механизмом магнитофона, тем самым появляется возможность построения аудиоконфлекс на одном контроллере. В-третьих, наличие в микропроцессоре AT90S8515 встроенной энергонезависимой памяти данных (EEPROM) позволяет держать в ней настраиваемые пользователем параметры. В-четвертых, – возможность использования дистанционного управления. В-пятых, ... Впрочем, обо всем по порядку.

При управлении CD-ROM **предусмотрены следующие команды:** *Play, Stop, Pause*, переход на следующий трек, переход на предыдущий трек, переход на 10 сек. вперед, переход на 10 сек. назад, открытие/закрытие трека, синхронный пуск на запись магнитофона и следующие режимы: непрерывное воспроизведение диска, останов после проигрывания одного трека, произвольное воспроизведение, обзор диска. Все режимы работы отображаются на индикаторе, вместе с номером текущего трека, числом треков (в режиме *СТОП*), временем звучания. Индикация времени звучания также переключается, возможно отображение времени от начала трека, от начала диска, до конца трека и до конца диска. Управление магнитофоном и его индикация будут рассмотрены ниже.

«Сердцем» контроллера является **базовый блок** (рис. 1, см. след. стр.), состоящий из микропроцессора, ЖКИ индикатора, IDE-разъема и буферной микросхемы (561JH2). В таком виде, блок пригоден для управления *или* CD-ROM (режим *CD*), *или* магнитофоном (режим *Tape*), единственное отличие заключает-

ся в подключении ЖКИ индикатора – при работе с CD-ROM сигнал DI берется с вывода PB5 (как показано на рис.1), а при работе с магнитофоном используется вывод PB6 (сигнал DI'). В качестве индикаторов применены «телефонные» ЖКИ, обычно являющиеся отходами при производстве АОН-ов.

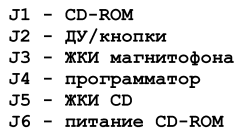
Для одновременного управления *и* CD-ROM, *и* магнитофоном (режим *CD&Tape*) необходимо еще использовать 8-разрядный регистр (рис. 2) и второй ЖКИ, подключаемый к разъему J3.

Рассмотрим подробнее **схему базового блока** (рис. 1). К управляющему микроконтроллеру U1 подключен IDE-разъем J1. Основной ЖКИ индикатор G1 подключен через делители напряжения к соответствующим выходам процессора. Питание на основной индикатор подается через ограничитель напряжения и от батарейки. В выключенном состоянии индикатор работает как часы, для установки которых служат кнопки S1 и S2. Одна служит для выбора устанавливаемого параметра, вторая – для установки его значения. Разъем J3 предназначен для подключения второго индикатора (магнитофона). В случае использования двух индикаторов (при управлении *CD&Tape*) батарейка и кнопки устанавливаются только для одного из них – зачем вам две пары часов в одном устройстве? Сигнал НК второго индикатора замкнут на общий.

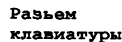
Разъем J4 служит для программирования процессора прямо в схеме. Через разъем J2 подаются сигналы с кнопок непосредственного управления (НУ) или с блока дистанционного управления (ДУ). В последнем случае, кнопки НУ подключаются к самому блоку ДУ (рис. 3). Микросхема U2 служит преобразователем высокого напряжения с ДУ и формирования строба. Так необходимо для блока ДУ на базе микросхемы 1506ХЛ2 с пультом на 1506ХЛ1, применяемых в телевизорах. Грамотные конструкторы могут переделать данный узел в случае применения других блоков ДУ. Главное – обеспечить соответствующие сигналы на входах процессора: инверсный двоичный код клавиши на входах PD4-PD7 (сигналы IK0-IK3) и отрицательный строб на входе PD2 (сигнал IKR). Начинаться строб должен после установки кода, длительность – больше нескольких микросекунд.

Таким образом, для управления используется до 16 кнопок (команд), причем какая кнопка соответствует какой команде – определяется пользователем. Первая половина команд (коды 0-7) используется для управления CD, вторая (коды 8-15) – для управления магнитофоном.

Выводы PB0-PB2 процессора исполь-



**Рис.3**



К приемнику IR



зуются для задания адреса IDE-порта и для ввода трех сигналов – джампера «setup», датчика закрытия касетоприемника (и третий – пока зарезервирован).

На **рис.3** показана одна из возможных схем **дистанционного управления** на базе телевизионных микросхем 1506ХЛ2 (приемник) и 1506ХЛ1 (передатчик). Схема самого инфракрасного приемника и передатчика не показаны, поскольку они стандартны. 1506ХЛ2 в приемнике включена по типовой схеме за исключением кварцевого резонатора – он выбран на частоту, отличающуюся от обычно применяемой в телевизоре 4 МГц.

Передатчик также требует доработки – установки микропереключателя «телевизор-аудиокомплекс», замыкающего резистор, идущий с 4-й ножки 1506ХЛ1. Если же вы не используете управление отечественным телевизором, то можно использовать пульт без доработки, установив в приемник кварц 4 МГц. Для управления используются кнопки переключения каналов и выключения питания. Поскольку редко пульт содержит 16 кнопок переключения каналов, можно запрограммировать имеющиеся на выполнение самых часто используемых функций с пульта ДУ, а полный набор кнопок иметь на передней панели аппарата.

Кнопки НУ и кнопка выключения питания подключаются к входам микросхемы 1506ХЛ2. Возможна установка переключателя CD-Таре, переключающего 8 кнопок с кодов 0-7 на коды 8-15. Если пульт ДУ используется только для аудио комплекса, можно использовать все 16 кнопок, перекоммутировав их на плате навесным монтажом, в принципе, при этом можно обойтись без кнопок НУ вообще, для упрощения схемы.

Для питания дешифратора и приемника ДУ необходимо напряжение 13-18 В, хотя отдельные экземпляры работают и при 12 В. Кнопка S1 служит для выключения питания, включение производится нажатием на любую рабочую кнопку (это относится как к кнопкам пульта ДУ, так и к кнопкам НУ). При этом изменяется состояние вывода М микросхемы 1506ХЛ2, которое можно использовать для управления питания всей остальной схемы. Включенному состоянию соответствует высокое напряжение на этом выводе. Более подробно описание 1506ХЛ1 и ХЛ2 приведено в [2].

При переключении каналов микросхема 1506ХЛ2 блокирует звук телевизора на время нажатия кнопки. Это свойство используется для генерации строба микропроцессору – широтно-импульсный сигнал управления звуком, подается на интегратор и после преобразования уровня – на вход микропроцессора.

#### Литература:

1. «Радиолюбби» 3/99 с. 53
2. «Радио» 6/86 с.48, 7/86 с. 23

(Продолжение следует)

## Программатор микроконтроллеров семейства MCS51 фирмы ATMEЛ

Сергей Суков, Сергей Дворник, г.Донецк

Несмотря на появление новых типов микроконтроллеров, однокристальные микро-ЭВМ с «классической» архитектурой и системой команд MCS-51 сохраняют достаточно прочное положение на рынке 8-разрядных микропроцессоров и пользуются большой популярностью у разработчиков. Для радиолюбителей наиболее привлекательными процессорами этого семейства являются изделия фирмы Atmel Corporation (серия AT89) [1] в силу их низкой стоимости и возможности многократного перепрограммирования встроенной FLASH-памяти программ.

Фирма Atmel бесплатно распространяет схему устройства [2] и программное обеспечение (<http://www.atmel.com/software/arcpgrm.exe>) для программирования некоторых типов микроконтроллеров серии AT89, однако и аппаратная, и программная реализация программатора имеют ряд недостатков.

Предложенная фирмой схема программатора была адаптирована, во-первых, под отечественную элементную базу; во-вторых, под стандартный LPT-порт (в отличие от предусмотренного в оригинале двунаправленного LPT). Разработанное программное обеспечение объединяет программирование всех типов контроллеров в единый интерфейс и поддерживает все микроконтроллеры серии AT89, выпускающиеся в DIP-корпусах (16 типов).

Программатор работает на всех IBM совместимых РС. Он позволяет производить стирание памяти, тест на стирание, программирование памяти содержимым двоичного файла, проверку записи, сохранение содержимого памяти в двоичном файле, чтение сигнатуры микроконтроллера, запись битов защиты и их чтение. Тип контроллера определяется автоматически. При необходимости тип микроконтроллера может быть задан вручную.

#### Аппаратная часть

**Принципиальная схема** программатора приведена на **рис. 1** (см. след стр.). В качестве средства связи между программатором и компьютером используется стандартный LPT-порт. Регистр DD2 и младшие разряды DD3 формируют адрес ячейки памяти микроконтроллера. Старшие разряды DD3 и регистр DD4 совместно с шинным формирователем DD5 вырабатывают управляющие и служебные сигналы, а микросхемы DD6 и DD7 используются для обмена данными между компьютером и микроконтроллером. Управление и синхронизация работы всех элементов программатора осуществляется дешифратором DD1.

**Силовая часть** программатора изображена на **рис.2**. Микросхема DA1 вы-

рабатывает напряжение питания для программатора и программируемого контроллера, а DA2 формирует напряжение программирования. Резисторы R6 и R7 позволяют осуществить точную настройку напряжений программирования +5 В и +12 В.

На **рис.3** показана **схема соединения ZIF-sockets** (розеток с нулевым усилением), в которые устанавливаются программируемые контроллеры в корпусах DIP40 и DIP20, с остальной схемой устройства. Программатор не поддерживает мультипрограммирование, потому запрещается одновременно устанавливать в программатор два микроконтроллера.

Схема питается от источника переменного или постоянного напряжения 15...17 В. Максимальный потребляемый ток в режиме программирования составляет 0,25 А

**Программное обеспечение** программатора предусматривает два режима работы: полноэкранный режим и режим командной строки.

В **полноэкранном режиме** работу программатора отражают два диалоговых окна. **Окно функций** программатора (**рис.4**, слева) содержит перечень операций, выполняемых программатором (недоступные операции для данного микроконтроллера выделены серым цветом). Справа от названия каждой операции указаны горячие клавиши, при нажатии на которые (при английском раскладе клавиатуры) выполняются соответствующие операции. По нажатию на ENTER выполняется текущая операция (выделена маркерами и желтым цветом).

**Окно статуса** содержит (**рис.4**, справа, сверху вниз):

**Определение (авто/ручное)** – способ определения типа контроллера;

**Тип чипа** - название микроконтроллера;

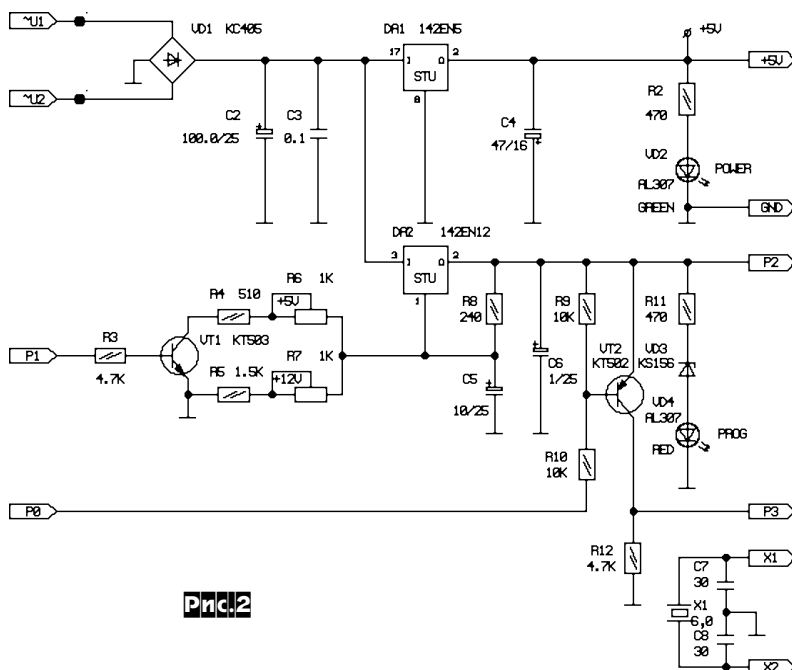
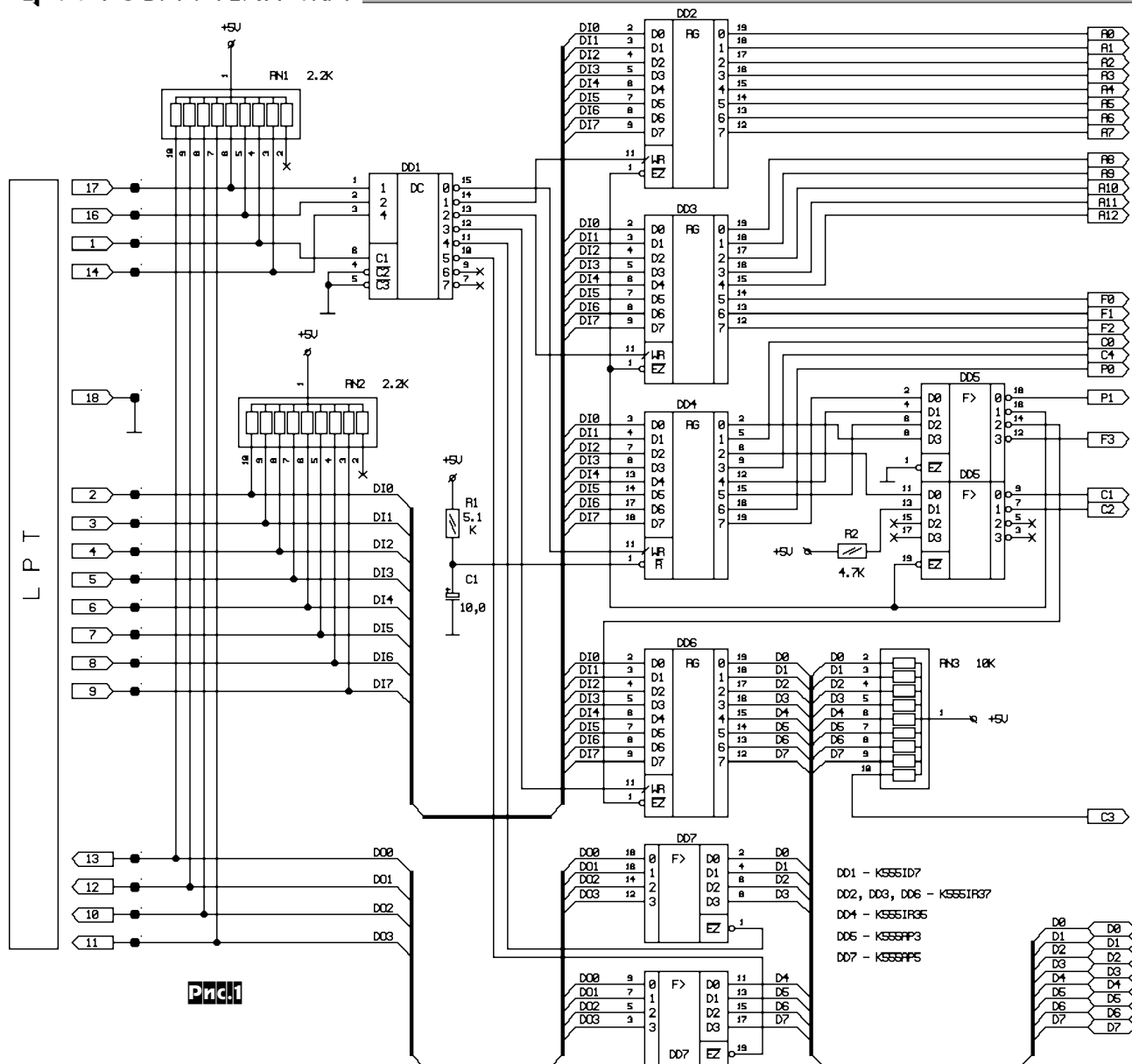
**Uprg (5V/12V)** – напряжение программирования;

**Тип памяти (FLASH/EEPROM)** – тип памяти микроконтроллера;

**Размер памяти** – размер памяти в Kb, тип которой указан выше;

**Автопроверка (Да/Нет)** – возможность автоматического выполнения некоторых операций проверки состояния MCU.

В **полноэкранном режиме** программатор выполняет следующие функции (в скобках указана «горячая» клавиша).



#### Автоопределение (D)

При запуске программатора производится чтение сигнатуры микроконтроллера, на основании которой делается вывод о его типе. Если автоопределение выполнилось успешно («авто» в строке «определение»), то впредь оно всегда выполняется перед выполнением любой операции (кроме ручной настройки типа микроконтроллера). Если, например, необходимо стереть память AT89LV52, а в гнезде стоит AT89S8252, достаточно просто вставить AT89LV52 в гнездо и нажать «Е» – программатор выполнит автоопределение и, зафиксировав новый тип контроллера, выполнит процедуру стирания именно для AT89LV52. Если автоопределение по каким-либо причинам завершается неудачей, программатор приглашает выполнить ручную настройку типа микроконтроллера, после которой любая ранее заданная операция (в данном примере операция стирания) игнорируется.

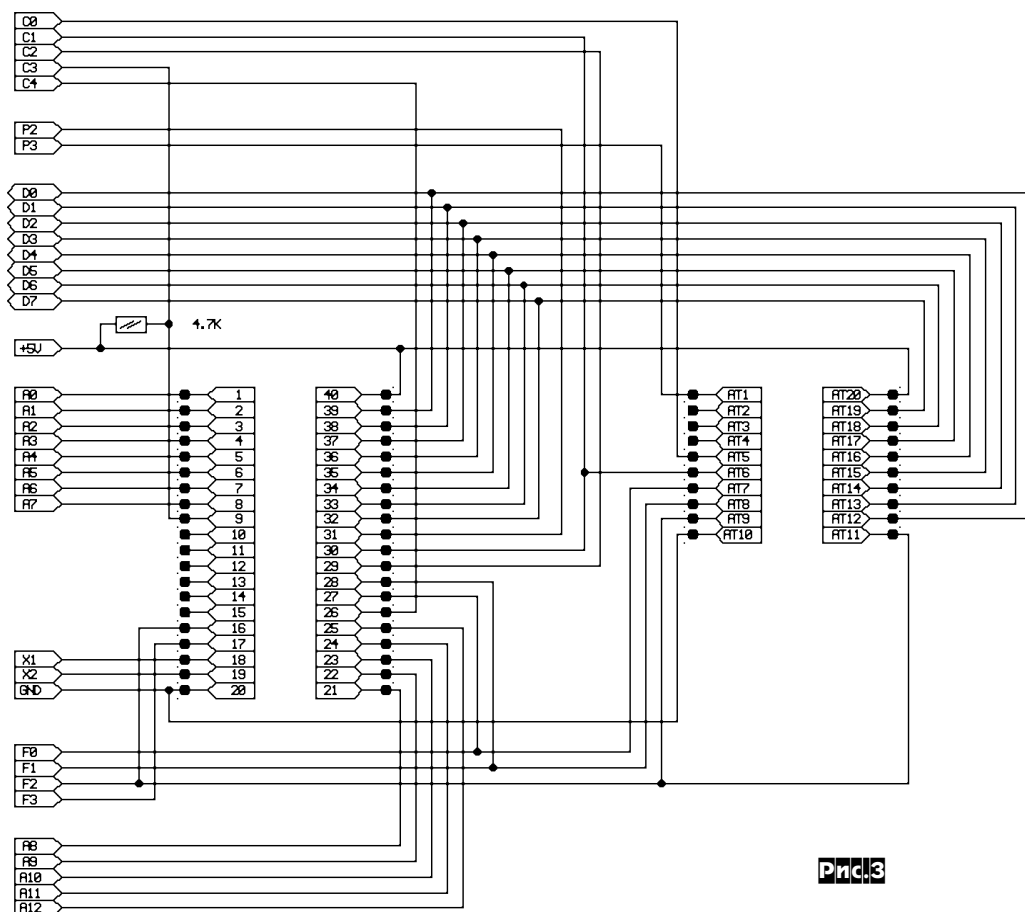


Рис.3

## Ручная настройка (С)

Пользователь может не проводить автоопределение, а выбрать тип микроконтроллера из списка (рис.5). Признаком того, что тип контроллера был задан вручную – параметр «ручное» в строке «Определение». Если по каким-либо причинам не удастся определить тип микроконтроллера автоматически (неисправность либо отсутствие контроллера, не включено питание схемы), то также включается ручная настройка. При даль-

нейшей работе с контроллером, определённым вручную, автоопределение не выполняется, поэтому нужно быть осторожным при замене процессора. Например, если первоначально осуществлялась работа с AT89C51 с напряжением программирования 12 В, причём тип был задан вручную, а затем его заменили на AT89C51 с напряжением программирования 5 В, то при выполнении операции программирования программатор продолжает «думать», что в гнезде находится контроллер с 12-вольтным напряже-

нием:

- после стирания памяти автоматически выполняется проверка на чистоту;
- после программирования памяти автоматически выполняется верификация;
- после записи бита защиты памяти автоматически выполняется операция чтения битов защиты, если это позволяет тип процессора.

## Стирание чипа (Е)

Перед программированием микро-

нием программирования и выставляет 12 В на вывод Upg. Такой режим работы может привести к выходу из строя микроконтроллера. Рекомендуется по возможности меньше работать с ручным режимом определения, а если этого избежать не удастся, то при любой физической смене микроконтроллера выполнять операцию автоопределения.

## Тип памяти (М)

Тип памяти (FLASH или EEPROM), над которой выполняются операции, отражается в строке «тип памяти». Его и устанавливает данная операция для микроконтроллеров AT89S8252 и AT89LV8252. Для всех остальных типов контроллеров, которые имеют только FLASH память, данная операция недоступна.

## Автопроверка (А)

Если данная опция включена, то программатор автоматически выполняет следующие опе-

## Программатор микроконтроллеров ATMEL

Рис.4

|                      |   |
|----------------------|---|
| Автоопределение      | D |
| Ручная настройка     | C |
| Тип памяти           | M |
| Автопроверка         | A |
| Стирание чипа        | E |
| Проверка на чистоту  | T |
| ▶ Программирование ◀ | P |
| Верификация          | V |
| Сохранение           | S |
| Сигнатура            | G |
| Чтение битов защиты  | R |
| Запись бита #1       | 1 |
| Запись бита #2       | 2 |
| Запись бита #3       | 3 |
| Выход                | X |

|                |           |
|----------------|-----------|
| определение:   | ручное    |
| тип чипа:      | AT89S8252 |
| Upg:           | 12 V      |
| тип памяти:    | FLASH     |
| размер памяти: | 8192 (8K) |
| автопроверка:  | да        |

AT89: /C1051/C2051/C4051/C51/LV51/C52/LV52/C55/LV55/S8252/LV8252/S53/LS53  
(C) С.Ф. Суков, С.В. Дворник, г. Донецк \*1999\*

## Программатор микроконтроллеров AT89

Рис.5

Выберите тип микроконтроллера (в скобках – Упрг)

|            |       |        |                   |
|------------|-------|--------|-------------------|
| AT89C1051  | (12V) | FLASH: | 1 Кб              |
| AT89C2051  | (12V) | FLASH: | 2 Кб              |
| AT89C4051  | (12V) | FLASH: | 4 Кб              |
| AT89C51    | (5V)  | FLASH: | 4 Кб              |
| ▶ AT89C51  | (12V) | FLASH: | 4 Кб ◀            |
| AT89LV51   | (12V) | FLASH: | 4 Кб              |
| AT89C52    | (5V)  | FLASH: | 8 Кб              |
| AT89C52    | (12V) | FLASH: | 8 Кб              |
| AT89LV52   | (12V) | FLASH: | 8 Кб              |
| AT89C55    | (5V)  | FLASH: | 16 Кб             |
| AT89C55    | (12V) | FLASH: | 16 Кб             |
| AT89LV55   | (12V) | FLASH: | 16 Кб             |
| AT89S53    | (12V) | FLASH: | 12 Кб             |
| AT89LS53   | (12V) | FLASH: | 12 Кб             |
| AT89S8252  | (12V) | FLASH: | 8 Кб EEPROM: 2 Кб |
| AT89LV8252 | (12V) | FLASH: | 8 Кб EEPROM: 2 Кб |

AT89: /C1051/C2051/C4051/C51/LV51/C52/LV52/C55/LV55/S8252/LV8252/S53/LS53  
(C) С.Ф. Суков, С.В. Дворник, г. Донецк \*1999\*

контроллера его память необходимо очистить. Для микроконтроллеров AT89S8252 и AT89LV8252 данной операцией стирается и FLASH, и EEPROM память. После стирания автоматически выполняется проверка чипа на чистоту (при установленной опции «Автопроверка»).

**Проверка на чистоту (T)**

Количество циклов стирания памяти микроконтроллеров ограничено, поэтому целесообразно не стирать неизвестный контроллер перед программированием, а проверить его на «чистоту». Данная операция сравнивает содержимое каждой ячейки FLASH или EEPROM памяти со значением 0FFh. В случае несоответствия ответ теста отрицателен, иначе – положителен.

**Программирование (P)**

По этой команде осуществляется запись данных из файла в контроллер. Если размер файла-источника больше, чем размер памяти у текущего типа микроконтроллера, то из файла-источника берётся начальная часть информации, равная размеру памяти. В противном случае в память контроллера записывается вся информация из файла-источника. Программирование всегда начинается с нулевого адреса памяти микроконтроллера. В процессе выполнения операции отображается текущий программируемый адрес и байт данных. По окончании программирования автоматически выполняется верификация записанной информации (при установленной опции «Автопроверка»).

**Верификация (V)**

Если размер файла-источника больше, чем размер памяти у текущего типа микроконтроллера, то из файла-источника для проверки берётся начальная часть информации, равная размеру памяти. В противном случае сверяется вся информация из файла-источника с прошивкой памяти микроконтроллера. Верифика-

ция всегда начинается с нулевого адреса. Если в процессе проверки обнаруживается несоответствие, то операция останавливается и выводится адрес ошибочной ячейки, ожидаемое и считанное значения ячейки. При нажатии на ENTER процесс верификации продолжается, ESC останавливает проверку.

**Сохранение (S)**

В файл-получатель записывается содержимое памяти микроконтроллера. Если файл с таким же именем, как у файла-получателя, существовал ранее, то его информация уничтожается без предупреждения.

**Сигнатура (G)**

Микроконтроллеры серии AT89 имеют метку, называемую сигнатурой микроконтроллера. Её значение в зависимости от типа контроллера занимает 2-3 байта. При выполнении данной операции программатор выдаёт значение байтов сигнатуры в числовом виде.

**Чтение битов защиты (R)**

Микроконтроллеры AT89S53, AT89LV53, AT89S8252, AT89LV8252 позволяют прочесть значение битов защиты. Остальные контроллеры позволяют выполнять только запись этих битов. Запрограммированному / незапрограммированному биту соответствуют значения +/-.

**Запись бита #1 (1), #2 (2), #3 (3)**

Устанавливаются биты защиты #1, #2, #3. Сбросить биты защиты можно лишь с помощью процедуры стирания.

**Выход (X)**

Выход из программы.

**Примечание:** в DOS-режиме при пересылке данных в аппаратную часть программатор блокирует клавиатуру – остановить его работу можно лишь нажав RESET либо выключив питание. В многозадачных ОС данное ограничение не

действует, и хотя пока эксплуатация программатора под Windows 98 не выявила каких-либо нарушений, корректная работа программатора в этом случае не гарантируется.

Если при запуске программы в качестве параметра использовать имя файла, то программатор работает в режиме командной строки без загрузки оболочки. Данный режим позволяет сократить время программирования FLASH памяти микроконтроллера. При этом выполняются следующие действия:

1. Производится автоопределение типа микроконтроллера, при неудачной попытке работа программы прекращается.
2. Микроконтроллер проверяется на чистоту FLASH памяти. При необходимости осуществляется стирание FLASH памяти. Если стереть FLASH память не удалось, работа программы прекращается.
3. FLASH память программируется содержимым вышеуказанного файла.
4. Производится верификация FLASH памяти микроконтроллера с последующим сообщением о результатах.

**Примечание:** алгоритм работы программатора в режиме командной строки выводится на экран, если в качестве параметра программы задать «/?» или «?».

Программное обеспечение программатора можно свободно получить у авторов статьи: <http://www.geocities.com/at89prg/>

**Литература.**

1. Фрунзе А. x51-совместимые микроконтроллеры фирмы Atmel. - Радио, 1998, № 11, 12.
2. Using a Personal Computer to Program the AT89C51/C52/LV51/LV52/C1051/C2051.- 8051 Flash Microcontroller Data Book, Atmel Corporation, December 1997, p.5-3 – 5-10.

# DTMF-система дистанционного управления на основе радиотелефона

Виктор Василенко, г.Свердловск Луганской обл.

Система дистанционного управления (ДУ), о которой идет речь, сделана на основе радиотелефона и позволяет управлять десятью различными нагрузками. При этом имеются восемь фиксируемых каналов (первое нажатие кнопки включает нагрузку, второе нажатие этой же кнопки отключает ее) и два нефиксируемых (нагрузка подключена только при нажатой кнопке, при отжатии ее - отключается). Радиотелефон при этом может использоваться и по своему прямому назначению - для связи с абонентами. В обычном режиме (для связи с абонентами) радиотелефон использует импульсный набор номера, при работе дистанционного управления - тоновый. В принципе, в обычном режиме можно использовать и тоновый набор номера, только при этом нельзя пользоваться кнопкой «#».

Предлагаемая система ДУ выполнена в виде приставки к радиотелефону (к базовому блоку), дальность ее действия определяется дальностью устойчивой радиосвязи между базовым блоком и носимой трубкой. Она может использоваться лицами с ограниченной подвижностью, инвалидами - для включения и выключения источников света, электробытовых приборов (обогревателей вентиляторов и т. д.), для отодвигания ригеля замка при открывании двери (для этого удобно использовать нефиксируемый канал). Если использовать радиотелефон с большим радиусом действия - можно создавать иллюзию присутствия хозяина в квартире и тем отпугивать потенциальных воров.

В современных радиотелефонах радиопередающий тракт, как правило, выполнен на очень приличном уровне. В радиоприемном тракте используются частотная модуляция, обеспечивающая высокую помехозащищенность, двойное преобразование частоты, причем основное усиление осуществляется на второй промежуточной частоте, а первая промежуточная частота выбрана достаточно высокой, что обеспечивает повышенную избирательность по зеркальному каналу. И в приемном, и в передающем трактах обычно используются синтезаторы частот с кварцевой стабилизацией или осуществляется ее подстройка с помощью ФАПЧ. Более сложные и дорогие модели радиотелефонов сканируют все каналы связи и автоматически настраиваются на свободный канал или канал с меньшим уровнем помех. Все современные модели радиотелефонов снабжены системой кодирования соответствия трубки и базового блока (ID - код). Когда трубка кладется на базовый блок, они вместе выбирают один из многих ID - кодов, и дальнейшая связь возможна только между носите-

лями одного пароля. Число телефонных ID - кодов варьируется от нескольких десятков до миллиона [3]. Обычно при небольшом числе ID - кодов конкретный код для данного радиотелефона устанавливается в базовом блоке с помощью набора переключателей или двухпозиционных переключателей. Встроенный контроллер считывает положение переключателей, и, когда трубка кладется на базовый блок, ID - код передается в трубку и устанавливается их взаимное соответствие. В более сложных моделях радиотелефонов с большим количеством ID-кодов они хранятся в ПЗУ трубки и базового блока. При каждом опускании трубки на базовый блок выбирается новый ID - код идентификации трубки. В этом случае вероятность использования чужой переносной трубкой телефонной линии практически равна нулю.

Таким образом, в данной системе ДУ используется готовый высококачественный приемопередающий тракт радиотелефона, не нуждающийся в настройке. Теперь немного о телефонии. Для установления связи с абонентом может использоваться импульсный или тоновый набор номера. При импульсном наборе вызывающий телефонный аппарат закорачивает телефонную линию (механически - подвижными контактами или электронным ключом), при этом в АТС формируются импульсы напряжения, число которых соответствует набранной цифре. При тоновом (тональном) наборе вызывающий телефонный аппарат генерирует звуковые частоты, которые не выходят за пределы речевого спектра. Тоновый набор номера увеличивает помехоустойчивость, сокращает время набора и предоставляет дополнительные сервисные удобства. При тоновом наборе номера используются две группы частот - нижняя (частоты 697, 770, 852 и 941 Гц) и верхняя (1209, 1336, 1477 и 1633 Гц). Каждой цифре или служебному символу соответствует одна частота из нижней группы и одна - из верхней (всего возможно 16 комбинаций). Таким образом, при нажатии любой из кнопок на наборном поле генерируется двухчастотный (двухтональный) сигнал - так называемый DTMF-код. Основой системы ДУ служит приемник DTMF-сигналов - микросхема КР1008ВЖ18 (ее аналог - MV8870). Опишем кратко эту микросхему и назначение ее выводов.

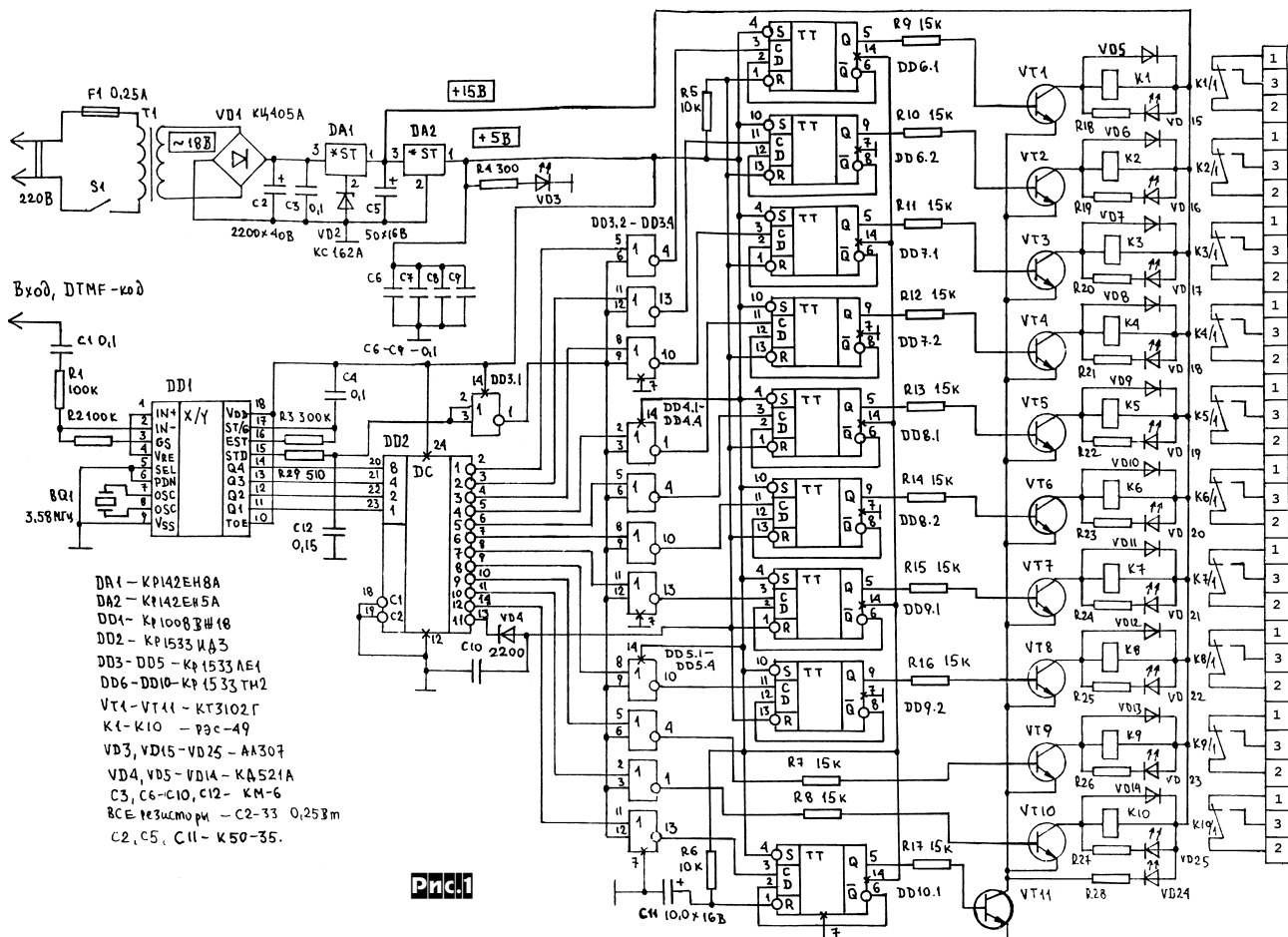
Микросхема выполнена по КМОП-технологии и содержит входной дифференциальный усилитель, фильтры нижней и верхней групп частот на переключаемых конденсаторах, тактовый генератор, схему цифровой обработки сигнала, декодер и интерфейс шины на

регистрах-зашелках с тремя состояниями. Входы IN+, IN- (выводы 1,2) - входы дифференциального усилителя, выход GS (вывод 3) - выход дифференциального усилителя (используется для установки коэффициента усиления), выход VRE (вывод 4) - выход внутреннего источника опорного напряжения, вход SEL (вывод 5) - выбор кодовой таблицы (для MV8870; возможны два варианта соответствия DTMF-посылки и выходного кода), вход PDN (вывод 6) - перевод в режим пониженной мощности (для MV8870). Входы OSC (выводы 7,8) - для подключения внешнего кварцевого резонатора, вход VSS (вывод 9) - общий провод, вход TOE (вывод 10) - вход сигнала разрешения выхода данных, выходы Q1-Q4 (выводы 11-14) - выходы данных с тремя состояниями, выход STD (вывод 15) - выход сигнала позднего обнаружения, выход EST (вывод 16) - выход сигнала раннего обнаружения, выход ST/G (вывод 17) - двунаправленный вывод схемы контроля длительности сигнала и паузы, вход VDD (вывод 18) - плюс напряжения питания.

Микросхема используется в стандартном включении (рис. 1), внутренний дифференциальный усилитель работает в режиме единичного усиления; напряжение смещения, подаваемое с выхода VRE, смещает выход усилителя к уровню VDD/2. С выхода усилителя сигнал поступает на блок полосовых фильтров, где происходит разделение верхней и нижней групп частот. Идущая после фильтров схема цифровой обработки сигнала определяет частоты составляющих и сравнивает их со стандартными частотами DTMF-сигнала. Когда декодер определяет одновременное присутствие обоих разрешенных частот (состояние «сигнального режима»), выход раннего обнаружения EST переходит в активное состояние (лог. 1); при отсутствии или пропадании сигнального режима выход EST мгновенно переходит в неактивное состояние.

После обнаружения DTMF-сигнала проверяется его присутствие в течение минимально разрешенного интервала времени. Эта проверка осуществляется с помощью внешней времязадающей RC-цепочки, подключенной к выводу EST. Появление высокого уровня на выходе EST вызывает нарастание напряжения на выводе ST/G за счет перезаряда конденсатора. Если распознанный сигнал сохраняет свои параметры (на выходе EST удерживается высокий уровень) в течение заданного параметрами RC-цепи времени, то напряжение на выводе ST/G успевает достичь порогового уровня управляющей логики, после чего фиксируется





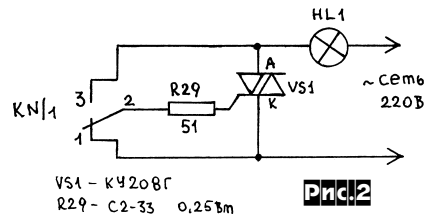
прием тональной пары и в выходные регистры-защелки записывается соответствующий 4-битный код. После небольшой задержки, необходимой для установления значений выходных регистров, на выходе позднего обнаружения STD устанавливается уровень лог.1, указывающий на то, что код новой принятой посылки DTMF-сигнала доступен для считывания. После этого содержимое выходных регистров выдается на выходную шину (выходы Q1-Q4) при подаче на разрешающий вход TOE уровня лог.1. При пропадании DTMF-сигнала на входе схема контроля проверяет наличие допустимой межсимвольной паузы, работая в обратном порядке. Таким образом, микросхема не принимает DTMF-сигналы короче допустимой длительности и не учитывает пропадание сигнала на время меньше допустимой межсимвольной паузы. Более подробно микросхема описана в [1].

С выхода приемника DTMF-сигнала (микросхемы DD1) код принятой посылки поступает на входы дешифратора DD2, устанавливая соответствующий выход в активное состояние (лог. 0). Выходы 1-10 (выводы 2-11) дешифратора используются для управления памятью каналами. В качестве элемента памяти для фиксируемых каналов используются триггеры DD6-DD9. Если нажата кнопка фиксируемого канала (цифры 1 - 8 на клавиатуре трубки), на

одном из выходов 1 - 8 дешифратора появится активный уровень (лог. 0) который будет присутствовать и на одном из верхних (по схеме) входов вентилях 2ИЛИ - НЕ DD3.2-DD3.4, DD4, DD5.1. Если нажата кнопка нефиксируемого канала (цифры 9, 0 на клавиатуре трубки), активный уровень будет на одном из выходов 9, 10 дешифратора и на одном из верхних (по схеме) входов из вентилях DD5.2, DD5.3. На нижние входы всех вентилях приходит инвертированный (и буферизированный) сигнал STD с выхода вентиля DD3.1. Таким образом, после приема DTMF-посылки на выходе вентиля DD3.1 устанавливается лог. 0, который открывает тот вентиль, на второй вход которого поступает активный уровень с выхода дешифратора; на выходе этого вентиля устанавливается лог.1. Положительный перепад, образующийся при этом, устанавливает выход одного из триггеров DD6-DD9 (если нажата одна из кнопок фиксируемого канала) в лог. 1. Повторное нажатие этой же кнопки устанавливает выход этого же триггера в лог.0. Сигнал с выхода триггеров (и с выходов элементов DD5.2, DD5.3) поступает на входы ключей на транзисторах VT1 - VT10, нагрузкой которых являются электромагнитные реле. Контакты реле коммутируют нагрузку (или более мощные реле).

В качестве ключей, коммутирующих источники освещения, можно исполь-

зовать симисторы. Схема симисторного ключа изображена на рис.2. При установке симисторов на радиаторы ток



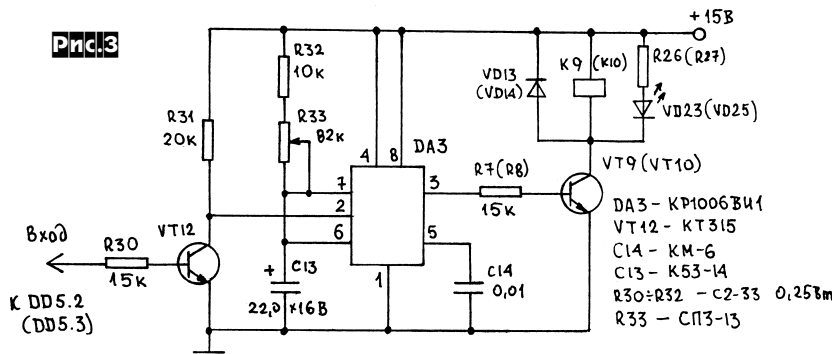
нагрузки может достигать 5 А. В коллекторные цепи транзисторов включены светодиоды VD15 - VD25, индицирующие состояние каналов. В ранних моделях радиотелефонов длительность тоновой посылки определяется временем нажатия на кнопку (пока кнопка нажата - идет тоновая посылка). В более новых моделях (например, стандарта GSM - 900) длительность тоновой посылки фиксирована и составляет 40 мс. В этом случае понадобится расширитель импульсов в нефиксируемых каналах.

Одна из возможных схем расширителя импульсов вместе с ключом приведена на рис.3. Вход расширителя (левый по схеме конец резистора R30) подключается к выходу элемента DD5.2 (DD5.3). Основа расширителя импульсов - интегральный таймер КР1006ВИ1 в стандартном включении по схеме одновибратора без перезапуска. Цепоч-

**Обращаем внимание подписчиков России и других стран СНГ.** Подписка на второе полугодие по каталогу Роспечати начинается и заканчивается гораздо раньше (она уже идет с 3 апреля), чем в Украине, а журнал вам доставляется на 2-3 недели, а то и месяц позднее. Поэтому не забудьте ее оформить вовремя, третий (июньский) номер «РХ» вы, скорее всего, получите уже после окончания подписной кампании 31 мая.

Мы закончили в основном **обработку ответов на анкету**, опубликованную в последнем номере за предыдущий год, а также ее он-лайн аналога на нашем сайте в ИНТЕРНЕТ. Большинство ответивших отмечает «РХ» как самый схемотехнический журнал СНГ, мы и в дальнейшем будем придерживаться ориентировки не на быстростареющую беллетристику, а на практическую мировую схемотехнику связанных, ТВ, звуковых устройств, автоматики, микроконтроллеров и применения ПК в радиолюбительской и инженерной практике. Нас радует широта читательской аудитории - из ответивших на анкету самому младшему 12 лет, а старшему 91 (!). Довольно значительную часть читателей составляют коллективы малых и крупных предприятий, и не только радиотехнических.

**Редакционные гарантии.** Мы гарантируем всем подписчикам получение всех номеров «РХ», на которые оформлена подписка, даже в том случае, если по независящим от редакции причинам (ошибка подписных организаций - «Укрпочты» или «Роспечати», недоставка журналов экспедирующими предприятиями связи в ваше почтовое отделение и т.п.) какой-то из номеров к вам не «дошел». В таких случаях (их очень немного, по нашей статистике менее 10 на каждый номер при тираже почти 9000, но они все-таки есть) вам достаточно выслать в наш адрес заказным письмом вашу подписную квитанцию и справку вашего почтового отделения (заверить печатью и подписью начальника почтового отделения) в том, что журнал по подписке в почтовое отделение не поступил. Мы немедленно и бесплатно вышлем вам недостающий номер индивидуально заказной бандеролью непосредственно из редакции из наших неприкосновенных запасов. Кстати, часто бывает достаточно лишь обратиться в почтовое отделение за письменной справкой о недоставке журнала, как ... он тут же находится. В качестве примера приведем выдержку из письма И.Кудрявцева из Кемерово: «Недавно (5.02.2000), задал Вам вопрос о недоставке журналов за 1999г. Когда по Вашему совету обратился на почту за справкой о 'неполучении почтовым отделением журналов по подписке', это вызвало повышенную активность почтovieков, которая помогла им найти все журналы немедленно (до этого они убеждали меня в отсутствии оных)». От себя добавим, что автор письма обладает просто удивительной выдержкой: оказывается, по вине нерадивых почтovieков он не получил ни одного номера за весь 1999 год!



ка R32R33C13 определяет длительность импульса на выходе таймера в соответствии с формулой  $T=1,1(R32+R33)C13$ . Переменным резистором R33 можно изменять длительность импульса в пределах примерно 0,2 - 2 с. В качестве конденсатора C13 лучше использовать оксидно-полупроводниковый, танталовый и т.п., который обладает более стабильными параметрами по сравнению с алюминиевыми.

Перед началом работы с системой ДУ надо перейти в режим тонального набора номера - нажатием кнопки «\*» или переключением переключателя «PULSE / TONE» в положение «TONE». После этого надо нажать кнопку «\*», при этом на выходе 11 дешифратора устанавливается активный уровень, который через диод VD4 устанавливает прямые выходы триггеров DD6 - DD9 в исходное состояние - так осуществляется общий сброс всех фиксируемых каналов. После этого надо нажать кнопку «#», при этом на выходе 12 дешифратора устанавливается активный уровень, который устанавливает выход триггера DD10.1 в состояние лог.1. Транзистор VT11 открывается и соединяет общий провод ключей каналов с общим проводом питания. Повторное нажатие этой же кнопки отключит общий провод ключей от общего провода схемы, т.е. установит все каналы в исходное состояние. Это уменьшает вероятность случайного управления каналами; свечение диода VD24 свидетельствует о входе в режим ДУ. Цепочки R5C10, R6C11 устанавливают все триггеры в исходное состояние при включении питания.

Цепочка R29C12 обеспечивает задержку сигнала STD, что необходимо для правильной работы триггеров фиксированных каналов (если бы ее не было, то после общего сброса конденсатор C10 разрядился бы через диод VD4 и не успел бы зарядиться до порога переключения до прихода положительного перепада на тактовый вход выбираемого триггера).

Источник питания (рис.1) собран по традиционной схеме и имеет на выходе два напряжения: +5 В для питания цифровой части схемы и +15 В для питания транзисторных ключей. В общий провод 9-вольтового стабилизатора DA1 установлен стабилитрон VD2

КК162А, поднимающий напряжение на выходе до 15 В. Светодиод VD3 индицирует включение устройства, конденсаторы C6-C9 - блокировочные, устанавливаются в непосредственной близости от цифровых микросхем. Трансформатор Т1 должен обеспечивать напряжение на вторичной обмотке 17-18 В. DTMF-сигнал лучше всего снимать с выхода микросхемы базового блока (а не с телефонной линии). Нужный выход можно легко найти с помощью осциллографа; нажимая любую кнопку в тоновом режиме, надо пройтись щупом по всем выводам микросхем. Тоновый сигнал имеет амплитуду 1 - 2 В и характерную форму, похожую на форму балансно-модулированного сигнала с малым разносом частот.

В устройстве использованы интегральные микросхемы серии КР1533 (DD2 - DD10), которые можно заменить на ИМС серии КР555, КР142 (DA1, DA2), КР1006ВИ1 (DA3), керамические конденсаторы КМ - 6 (C3, C6 - C10, C12), электролитические конденсаторы К50 - 35 (C2, C5, C11), К53-14 (C13), диоды серии КД521 (VD4 - VD14, можно использовать и другие кремниевые импульсные), диодный мост КЦ405А (VD1), светодиоды серии АЛ307 (VD3, VD15 - VD25), транзисторы КТ3102Г (можно использовать и другие NPN кремниевые транзисторы с коэффициентом усиления по току более 200), симисторы КУ208Г, реле РЭС-49 3360290 0001 с рабочим напряжением 27В (экземпляры реле, имевшиеся в наличии, срабатывали при напряжении 10,2 В; так что запас почти в 5В является достаточным для устойчивой работы), резисторы типа С2 - 33 - 0,25 (можно использовать резисторы С2 - 22, МЛТ и другие), кварцевый резонатор с частотой 3 579 545 Гц (используется в декодерах NTSC - сигнала).

## ЛИТЕРАТУРА

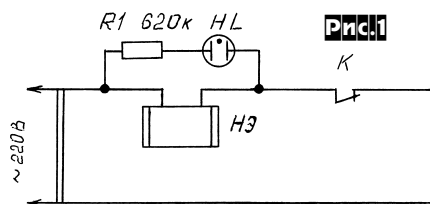
1. Интегральные микросхемы для телефонов и средств связи. Выпуск 2. М. «ДОДЭКА». 1998.
2. И.И.Петровский, А.В.Прибыльский, В.С.Чувелев. Интегральные микросхемы, серия КР1533. Техническое описание. «Бином», М., 1992.
3. А.В. Котунов, В.Я. Брускин, А.В. Родин. Ремонт импортных радиотелефонов. «Солон», «Наука и техника», М., 1996

# ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ «ЗАКОРДОННОГО» УТЮГА

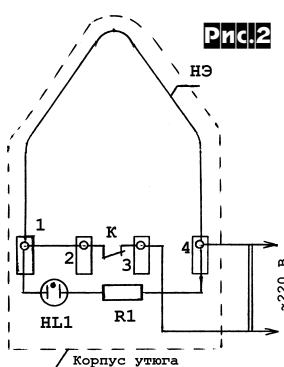
Константин Коломойцев, г. Ивано-Франковск

В последние годы на прилавках магазинов и магазинов появились относительно недорогие утюги зарубежных фирм с устройством увлажнения при глажении, например, типа EC 1200 (INTERNATIONAL, Design in Japan) на 220...240 В, 50/60 Гц, 1000 Вт. Утюги данного типа, проработав относительно короткое время, отказываются в работе. Анализ причин отказов показывает, что практически всегда они связаны с неисправностью терморегулятора, который имеет контактное устройство коммутации нагревательного элемента.

На **рис. 1** изображена принципиальная электрическая схема утюга EC



1200, а на **рис. 2** — его монтажная схема. Датчиком температуры в нем служит биметаллическая пластина, которая механически, через узел регули-

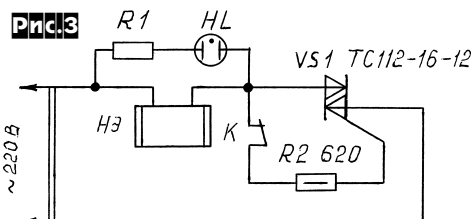


ровки температуры связана с контактами К терморегулятора, включенными последовательно с нагревательным элементом HЭ. Нагревательный элемент шунтирован цепочкой из последовательно соединенных неоновых лампы RL и резистора R1, роль которого выполняет небольшой отрезок проволоки с большим удельным сопротивлением. Неоновая лампа обеспечивает индикацию включения нагревательного элемента, т.е. фиксирует работу утюга. Схема работает следующим образом. При «холодном» утюге контакты К терморегулятора замкнуты и через нагревательный элемент HЭ протекает ток, происходит нагрев рабочей поверхности утюга до установленной температуры, при этом падение напряжения на HЭ является достаточным для зажигания неоновой лампы RL. Достигнув установленной температуры нагрева, нагревательный элемент автоматически отключается контактами К терморегулятора, которые, размыкаясь, разрывают цепь его питания. При этом неоновая лампа гаснет. Происходит остывание рабочей поверхности утюга до температуры, при которой вновь замыкаются контакты К и утюг вновь нагревается, и так цикл его работы все время повторяется.

В процессе работы утюга ток, кото-

рый коммутируется контактами К терморегулятора, составляет около 4,5 А, а при включении «холодного» утюга, ток через контакты - 5,5 А ( $I = U/R_x = 220/40 = 5,5$  А). При повышенном напряжении сети ток, коммутируемый контактами, возрастает до 5,16 А. Такая «нагрузка» на контакты терморегулятора приводит к их быстрому износу. Происходит значительное обгорание контактов с нарушением их проводимости или контакты свариваются, в результате утюг отказывает в работе.

Повысить надежность легкого, удобного в обращении с современным дизайном утюга можно довольно просто, а именно: необходимо разгрузить контактную систему его терморегулятора установкой бесконтактного элемента коммутации нагревательного элемента. Наиболее удобно и просто для этой цели использовать симистор. На **рис. 3** приведена принципиальная электрическая схема модернизации утюга EC 1200, а на **рис. 4** — монтажная. Симистор VS1 включен последовательно с нагревательным элементом HЭ, а контак-

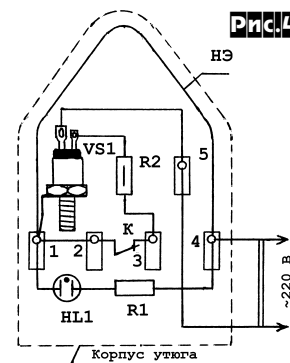


ты К терморегулятора через резистор R2 заведены в цепь управления симистором. Это позволяет разгрузить контакты терморегулятора в самом худшем случае в 17...20 раз, а если подобрать симистор с малым током управления, то разгрузка контактов может составлять около 50. В результате надежность работы контактов терморегулятора значительно повышается, кардинально увеличивается долговечность их работы, т.к. имеет место в основном механический износ контактов при работе терморегулятора.

**Детали:** резистор R2 типа МЛТ-0,5, сопротивление его не критично, им можно варьировать в разумных пределах (0,5...1,1 кОм), желательнее в большую сторону. Симистор типа TC112-16-12 на 16 А, 1200 В, его размеры практически такие же, как у диодов серии КД202. Возможно использование симисторов этой серии с любой последней цифрой не ниже 4. Как крайний случай можно рекомендовать симисторы TC112-10-4 на 10 А, 400 В, предусмотрев необходимое его охлаждение. Симисторы серии КУ208Г на 5 А, 400 В в данном случае не подходят ни по току нагрузки, ни по своим габаритам.

**Порядок модернизации** следующий. Утюг разбирается и, прежде всего, приводится в порядок его контактная система терморегулятора, без нарушения заводской регулировки. Контакты К (они выполнены из меди) зачищаются до блеска металла, после чего тестером

проверяется их проводимость. Тестер присоединяют к клеммам 2 - 3 (см. **рис. 2**), вручную замыкают контакты К, тестер при этом должен давать нулевые показания. Затем отсоединяют сетевой провод (провод шнура питания) от клеммы 3 и приступают к установке симистора. Для этого напротив клеммы 1 (**рис. 2 и рис. 4**) в сторону ручки терморегулятора на расстоянии 8...10 мм от клеммы 1 с небольшим (4...5 мм) смещением влево сверлят отверстие диаметром 5 мм в пластмассовом основании утюга, которое служит для крепления симистора. Симистор снабжается радиатором из медной пластины толщиной 1,0...1,5 мм, изогнутой в виде буквы «L». Площадь нижней части радиатора составляет 1 см<sup>2</sup>, а вертикальной части - 1,5...2 см<sup>2</sup>. Между нижней частью охладителя и пластмассовым основанием утюга прокладывается асбестовая прокладка, можно для этой цели использовать асбестовые шайбы, которые применяют при креплении проволочных резисторов типа ПЭВ. При установке симистора под гайку крепления



подключают в аутентическую

или асбестовую шайбу. Далее приступают к установке дополнительной клеммы 5, которая выполняется из болтика диаметром 3 мм и длиной 10 мм. Эта клемма устанавливается на стойке, к которой подведен шнур питания. Примерно в средней части стойки с левой стороны есть небольшая горизонтальная площадка с прорезью. В эту прорезь шляпкой вниз устанавливается указанный болтик и на него одевается наконечник ранее отсоединенный от клеммы 3 провода шнура питания и наконечник провода, который необходимо припаять к катоду симистора. Анод симистора (его резьбовая часть) через выводной лепесток соединяют с клеммой 1 при помощи провода с наконечником. Резистор R2 размещают в средней части стойки шнура питания в углублении и одним выводом его присоединяют к клемме 3 непосредственно, а другим через дополнительный проводничок припаивают к управляющему электроду симистора. На этом монтажные работы заканчиваются.

Далее утюг собирается и опробуется в работе. Как правило, никакого налаживания не требуется. Аналогичным образом можно повысить надежность и других утюгов с терморегуляторами, в том числе и отечественных.