

Радиохобби

Журнал для радиолюбителей,
аудиофилов и пользователей ПК
№ 3(51)/ИЮНЬ 2006

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



Главный редактор
Николай Сухов

Редакционная коллегия
Георгий Божко (UT5ULB)
Евгений Васильченко
Сергей Кубушин
Евгений Лукин
Анатолий Манаков
Всеволод Марценюк
Юрий Садиков
Александр Торрес
Николай Федосеев (UT2UZ)
Георгий Члиянц (UY5XE)
Владимир Широков

Адрес редакции
Украина, 03190, Киев-190, а/я 568
Тел. 80663578230 (моб., главред)
Тел./факс: (044) 4437153
E-mail: radiohobby@mail.ru
http://radiohobby.qrz.ru

Распространение
по подписке в любом отделении связи:

Украина - по «Каталогу видань України 2006» ДП «Преса», **индекс 74221**

Россия и другие страны СНГ, Литва, Латвия, Эстония - по каталогу «Газеты и журналы 2006» агентства Роспечать, **индекс 45955**

Дальнее зарубежье - по каталогу «Russian Newspapers & Magazines 2006» агентства Роспечать
http://www.rospe.ru

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

© «Радиохобби». Перепечатка материалов без письменного разрешения редакции запрещена. При цитировании обязательна полная библиографическая ссылка с указанием названия и номера журнала

Подписано к печати 21.06.2006 г.
Отпечатано на журнальном комплексе издательства «Преса України», м.Київ, вул. Героїв космосу, 6 и РГУП ИПК «Чувашия», 428019, г.Чебоксары, пр. И.Яковлева, 13.
Общий тираж 12700 экз.
Заказ № 0148602, цена договорная
Учредитель ООО «Эксперт»
Издатель СПД Сухова Е.В.
г.Киев, ул.Гончарова, 21
Журнал выходит шесть раз в год
60x84/8 бум. форм., 7,44 усл.печ.л., 12,8 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 История «Таинственных лучей» Г.Члиянц

4 Новая техника и технология: ИНТЕРНЕТ-обзор

Диск диаметром 3,5 дюйма Colossal Storage Corp. сможет вместить объем данных 1,2 петабайт; мобильный телефон LG-SB130/KB1300 с функцией «машины времени»; видеочасть AXIS 216FD для организации IP-видеонаблюдения; частотная коррекция по стандарту RIAA и ANTIRIAA на ПК; модуль CEDAR DeThump для удаления низкочастотных «энергетических всплесков» фонограмм; WaveLab 6 — программа для профессионального мастеринга, редактирования записей высокого разрешения, восстановления фонограмм и полного цикла создания CD/DVD-Audio; пакет программ CAM350 v9.1, BluePrint-PCB 1.1 и CAMvii для подготовки производства печатных плат и оформления конструкторской документации; пакет проектирования печатных плат Altium Designer 6.3; двухканальный мостовой импульсный УМЗЧ с встроенными сигма-дельта модуляторами AD1994; четырехквартовый аналоговый перемножитель ADL5391 с полосой 2 ГГц; ОУ Burr-Brown OPA567 с выходным током 2 А; ультра-low-end микроконтроллер MC9RS08KA Freescale Semiconductor Inc. на ядре RS08; ИМС MC34703 для питания мощных микропроцессорных систем с током до 10 А; специализированная микросхема Microchip MCP73831 для заряда литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов; узкополосный трансивер для связи по линиям электропередач - ИМС STMicroelectronics ST7540; интегральные высокочастотные синтезаторы STW81101 и STW81102 с самыми низкими в промышленности интегральными фазовыми шумами; специализированные программы для расчета антенн VE3SQB; программа «Топографические карты Украины» Николая Доломанского (UT7RA)

13 Дайджест зарубежной периодики

УМЗЧ на октальных пентодах 25L6GT с фиксированным смещением без дополнительного источника; полный ламповый УМЗЧ для меломанов и музыкантов; ламповый УМЗЧ с дифференциально-последовательным включением двух выходных трансформаторов; УМЗЧ на «строчно-телевизионных» пентодах 6П45С; однотактный УМЗЧ Эда Саймона на мощных биполярных транзисторах; однотактный УМЗЧ с частотнонезависимым коэффициентом гармоник на двух полевых транзисторах разного типа проводимости; УМЗЧ на высоковольтном ОУ; 200-ваттная модификация легендарного английского QUAD 405; 4-канальный УМЗЧ на основе звукового процессора с матрицей объемного звука; цифровой регулятор громкости и тембра; транзисторный заменитель симметрирующего аудиотрансформатора; винил-корректор на полевых транзисторах; микрофонный предусилитель с компрессором; коммутатор 4-амперной нагрузки с управлением через COM-порт ПК; акустическое реле с плавным включением ламп накаливания в осветительную сеть; простой способ компенсации искажения катодов кинескопов цветных ТВ; устройство ШИМ-управления нагрузкой с током до 80 А; монитор для испытания и протоколирования на ПК процесса разряда аккумуляторов типа AAA и AA; универсальный программатор для 12...16-разрядных PIC-контроллеров; приемник для спортивной радиопеленгации на 3,5 МГц; эффективный предусилитель для 2-метрового диапазона с антенным коммутатором; микроваттметр до 50 МГц; антенный анализатор и другие наиболее интересные устройства из десятков зарубежных журналов

29 QUA-UARL Информационный бюллетень ЛРУ

31 Диплексер - мифы и реальность Г.Аглодин

33 Синтезатор частоты однодиапазонного КВ трансивера А.Темерев

37 Антенный тюнер QJ-200 А.Добрынин

39 Автоматическое зарядное устройство для Li-Ion/Ni-Cd/Ni-MH аккумуляторов Д.Денисюк

41 Тестер персональных компьютеров А.Каменский

45 Микроконтроллерное управление звуком - 2 С.Рюмик
Продолжение цикла статей. Освоение программирования ЖКИ

48 Быстродействующий УМЗЧ со сверхнизкими искажениями .. С.Рубальский

58 «ЦАПа с громкостью» год спустя Д.Харций

28 32 40 57 61 Поставка электронных компонентов, систем, оборудования и аксессуаров

62 Радиолюбительские наборы - почтой

64 Книга - почтой

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

Как-то непонятно я «прощёлкал» тот факт, что предыдущий номер нашего журнала был юбилейным - уже пятидесятым! А этот номер тоже можно назвать особенным - он совпадает с моим возрастом ☺. Чтобы вот так же случайно не «прощёлкать» неожиданно надвинувшееся лето - пору отпусков, глобального отдыха и земляных работ на даче, сообщая нашим новым читателям, что редколлегия, как всегда, уходит на летние каникулы до конца августа. Поэтому наш следующий номер выйдет уже в начале сентября. Успехов! Ваш **Николай Сухов**

РАДИОИСТОРИЯ

История «Таинственных лучей»

Георгий Члиянц, г. Львов

Эта история берет свое начало с т.н. «F-лучей» [1], которые были до недавнего времени известны только весьма ограниченному кругу лиц – высшим чинам британского Адмиралтейства и ее подробности до сих пор похоронены в ее секретных архивах. Несмотря на то, что нижеприведенная их история впоследствии оказалась ни чем иным как аферой, все же на некоторых ее основных подробностях следует остановиться.

Ее героем был итальянец Уливи, который за несколько лет до начала Первой мировой войны выдавал себя за изобретателя и ученого-химика. Приехав в Лондон, он предложил Адмиралтейству выкупить за пять миллионов фунтов стерлингов его изобретение, состоящее из аппарата, излучающего лучи, при помощи которых можно взрывать на расстоянии нескольких миль любые взрывчатые вещества.

К Уливи лондонские чиновники отнеслись серьезно, т.к. их специалисты-эксперты допускали в принципе возможность существования таких лучей. В качестве доказательства приводилась таинственная история с японским военным судном «Миказа», которое в 1904 г. взлетело на воздух в Сассебо. Возможность гибели судна от подводной мины совершенно исключалась, т.к. даже в отдалении от «Миказа» не находилось ни одного неприятельского судна (в то время шла русско-японская война). В то же время нашлись свидетели, которые видели на берегу моря за несколько минут до взрыва нескольких иностранцев с каким-то аппаратом, похожим на фотографический...

Было также известно, что сотрудник британского Государственного института Поэзлен доказал возможность расплавить на расстоянии в несколько ярдов медную проволоку при помощи беспроводных волн высокого напряжения.

Исходя из этих соображений Уливи была предоставлена возможность на практике продемонстрировать свое изобретение. Не будем останавливаться на подробностях испытаний, но подчеркнем мошенническую сторону действий т.н. «изобретателя» – во время проводимых манипуляций со своим прибором им в сторону объекта была незаметно выпущена в море самодельная небольшая подводная мина... Подлог был вскрыт и Уливи покинул Англию. Последовал его визит во Францию, где Уливи тщательно в течение нескольких месяцев предлагал французскому военному ведомству провести испытания своего прибора. Затем Уливи направился к себе на родину – в Италию. Вначале его ожидало скептическое отношение военных к предлагаемому, но ему все же удалось заинтересовать целый ряд общественных деятелей и крупных промышленников.

Одним из них оказался популярный в Италии адмирал Форнани, по первой букве фамилии которого Уливи и дал название – «F-лучи». Он начал вести смелую игру – было образовано крупное акционерное общество для эксплуатации «F-лучей», выпущены акции и собраны большие денежные средства...

Но и итальянская полиция вскрыла его секретную лабораторию в Милане, в которой нашли большое количество самого элементарного химического состава, который при соединении с водой дает вспышку огня... Поднялась «шумиха» в газетах и Уливи, узнав о предстоящем его аресте, скрылся в неизвестном направлении... Его «секрет» был раскрыт в 1914 г., за несколько дней до начала Первой мировой войны.

Следующей сенсацией стали т.н. «лучи смерти», первые сенсационные сообщения о

которых появились на страницах газет и журналов в 1914-1918 годах, а особенно после того как англичанин Гриндел Мэтьюс, именовавший себя не иначе как изобретатель, 7 апреля 1924 г. в своей лаборатории на некотором расстоянии остановил мотор мотоцикла, воспламенил щепотку пороха и убил мышь.

Следует отметить, что и в СССР был зафиксирован факт публичного использования данных лучей. В своей книге [4] генерал-лейтенант Михаил Михайлович Лобанов отмечает: «Зимой 1924/25 года в киевском цирке демонстрировалось детище Леонида Викторовича [Л.М.Баратов в то время был командиром, дислоцировавшегося в Киеве, 6-го отдельного радиотелеграфного батальона, в котором проходил службу молодой краском М.Лобанов - прим. Г.Ч.]. Униформисты выносили и устанавливали на деревянный настил полутораметровую модель парохода. Зрители имели возможность убедиться, что она не связана с каким-то пунктом управления проводами. Сам Баратов находился на галерке. И вдруг модель оживала. Она начинала передвигаться по арене, вращались артиллерийские башни, вспыхивал миниатюрный прожектор. Этот научно-технический аттракцион пользовался у публики неизменным успехом. Люди никак не могли понять, каким образом можно командовать пароходом по радио».

После сообщения про эти работы наступил период некоторой передышки. Новый «цикл сенсаций» начался в конце 20-х – начале 30-х годов. В феврале 1929 г. журнал «Радио всем» (№3, с.93) отмечал: «По сведениям из английских журналов, немецкий профессор Езау в г.Иена начал новый год с открытия «лучей смерти»: прибор, помещавшийся в папиросной коробке, излучал ультракороткие (особо короткие) волны, которыми можно было убить небольших животных и истреблять культуры бактерий. При этом прибор работал без антенны на обыкновенных усилительных лампах».

И даже сам Гуельмо Маркони, которому во многих зарубежных публикациях стали приписывать изобретение «лучей смерти», вынужден был выступить с публичным опровержением. Однако и после его публикации многие остались, как говорят, «при своем мнении». Считалось, что опровержение Маркони имеет чисто дипломатический характер.

Огромное количество проходивших и просто жуликов умело использовали этот «бум». Печатались огромное количество различных интервью с самыми разнообразными представителями техники. Энергично поддерживали сенсационные сообщения о «лучах смерти» магнаты военной промышленности. Живейший интерес проявляли военные ведомства многих стран. Досужие журналисты начали поговаривать даже о существовании специальной промышленности, производящей... «лучи смерти».

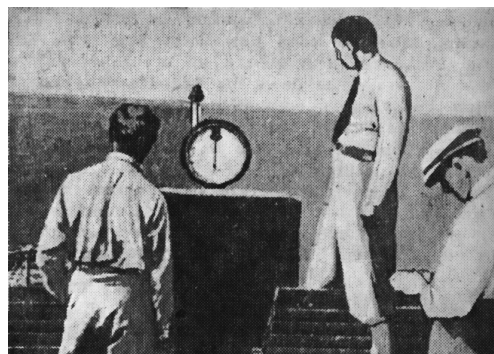
Широкой публике всю историю с «лучами смерти» пытались представить так, что внезапно может быть опубликовано изобретение, которое «перевернет все и вся». На примере опытов Г.Мэтьюса проводились аналогии более серьезных воздействий данных лучей: уничтожение целых армий, поражение самолетов и т.п.

В начале 1935 г. известный французский физик Поль Ланжевэн [1872-1946] (член Парижской АН, почетный член Лондонского королевского обще-

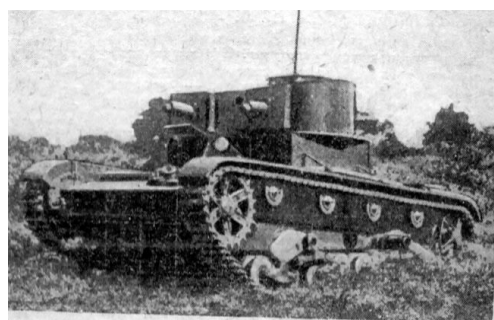
ства и АН СССР) на вопрос корреспондента парижской газеты «Эвр» о реальности изобретения «лучей смерти» ответил: «Все это блеф, или, выражаясь точнее, жульничество. Прежде всего подобные лучи должны были бы обладать большей мощностью. Как ее создать, если излучающие их волны измеряются сантиметрами? Высокая частота, которой они требуют, является препятствием для увеличения их мощности. Подобно радиоволнам «лучи смерти» могут вступить в действие только в том случае, когда на объекте, на который они направлены, имеется приемник».

По поводу же продемонстрированных опытов он заявил: «Что касается Гиндел Мэтьюса, то этот субъект был ни чем иным, как рецидивистом-мошенником. Заявив о том, что им изобретены «лучи смерти», он предложил устроить официальное испытание его изобретения над подводными минами. Действительно ему удалось взорвать мину, направив на нее луч. Но только впоследствии обнаружили, что тут был пущен в ход хитрый трюк: к капсуле мины был пристроен фотоэлектрический элемент, и стоило лишь направить на него луч света, как получился требуемый эффект. Ловко придумано, но ничего нового в этом нет...». Весьма характерно, что Гриндел Мэтьюс вскоре переселился во Францию, проклиная неблагоприятное отечество. Затем от отправляется в США, где вся его авантюра кончилась тем, как обычно там и кончаются подобные вещи: сделали фильм».

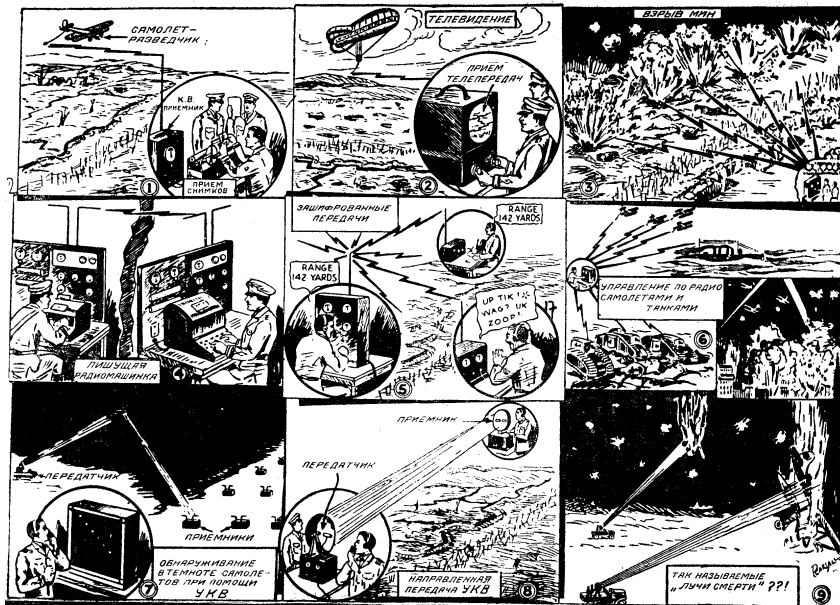
Однако, как говорят: «нет дыма без огня...». В конце 1935 г. Г.Маркони в своем очередном интервью, касаясь пресловутых лучей, указывал исключительные возможности, которые таят в себе применение дециметровых волн в военном деле. В прессе их стали именовать как «новые» или «таинственные» лучи. Первой «откликнулась» на его интервью Германия – в начале 1936 г. фирма «Телефун-



Указатель направления на борту судна (фото из немецкого ж-л «Радио крафт», 1936)



Радиоуправляемый танк - возле башни видна антенна (фото из австрийского ж-л «Радио-Вельт», 1936)



кен» продемонстрировала на озере в пригороде Берлина радиоуправляемый катер (на нем были размещены некоторые из приглашенных). Принцип радиоуправления заключался в следующем: на катере были установлены два радиоприемника, соединенные с т.н. «индикатором направления», а с берега излучались два параллельно направленных пучка микроволн. Если катер двигался «строго по курсу» (в створе излучаемых с берега радиоволн), то стрелка индикатора направления находилась на «нулевой» отметке. Отклонение движения катера от маршрута в любую из сторон фиксировалось отклонением стрелки указателя направления - влево или вправо (вследствие ослабления выходного сигнала соответствующего приемника), с последующей передачей команды рулям - для корректировки направления движения катера (фото 1 слева). По аналогичному принципу была создана и модель первого радиоуправляемого танка (фото 2 слева).

Инженеры многих стран начали проведение работ по применению этих лучей и для целей защиты от самолетов противника. По этому поводу американский журнал «Радио Крафт» тех лет отмечал: «Вдоль границы страны устанавливается большое количество маленьких передатчиков, размещаемых на возвышенностях (на высоких зданиях, колокольнях и т.д.). Эти передатчики излучают лучи под некоторым углом вверх. Какой-либо аэроплан, пролетающий в этом районе, отразит от себя обратно на землю такой луч. Этот отраженный луч может быть принят каким-либо приемником из числа расположенных в определенных местах. Это возможно вне зависимости от той высоты, на какой пролетает самолет».

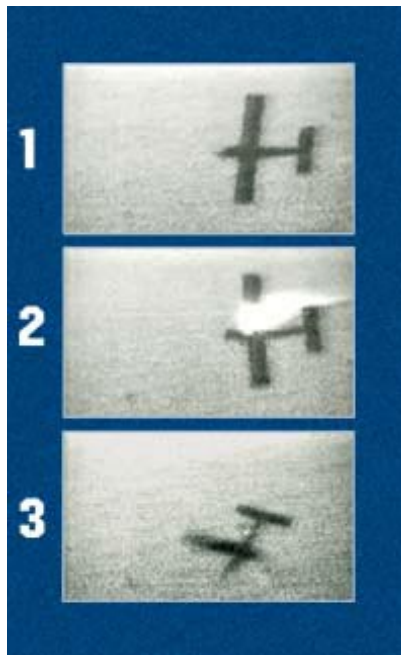
Очевидно, статья в журнале основывалась на проектных предложениях по телегеодинамике (передаче энергии сквозь Землю) и оборонительному оружию, которые выдвинул в 1936 г. американский изобретатель Никола Тесла [1856-1943].

Обсуждалась и идея использования данного спектра частот для проведения непосредственно радиосвязи, как таковой. Разработчики данной аппаратуры доказывали, что при расположении приемника и передатчика на возвышенных местах может быть достигнута дальность связи до 80 км. Более того, перехват содержания самих радиogramм станет совершенно невозможен вне пределов прохождения пучка радиоволны.

Аналогичные работы по ультравысоким частотам также проводились в Англии и Италии. Так например, английский изобретатель

Макнейл создал соответствующую аппаратуру, работающую в области инфракрасного спектра частот, позволяющего проникать радиоволнам без потерь сквозь туман, снегопад и т.д.

Что же касается СССР, то еще в 1921 г. молодой и никому не известный тогда изобретатель В.Бекаури [5] обратился к Ленину с просьбой принять и выслушать его. На состоявшейся встрече было продемонстрировано



несколько изобретений (в т.ч. и по управлению на расстоянии при помощи радиосигналов). Через некоторое время вопрос об изобретениях Бекаури рассматривался на заседании Совета Труда и Обороны и было принято решение о создании в Питере специального «Остехбюро», которое и возглавил Владимир Иванович Бекаури.

[Примечание: Позднее, в 1933-34 годах в «Конструкторском бюро №5» (такое наименование получило «Остехбюро») начались первые работы по радиолокационному обнаружению самолетов, которые возглавили Ю.К.Коровин, П.К.Ощепков (Ленинградский электрофизический институт) и Б.К.Шембель. Первая серийная РЛС (РУС-1) появилась в 1938 г. в КБ, которым руководил Д.С.Стогов. РУС-1 были применены во время финской военной кампании 1939-40 годов.]

Особой же заботой самого В.И.Бекаури остались разработки приборов управления взрывами на расстоянии. В инженерных войсках были созданы специальные минные подразделения ТОС - техники особой секретности. Достаточно упомянуть, что во время ВОВ, отступая из Харькова, саперы одного из подразделений ТОС заложили большой фугас под одним из крупных зданий города и через некоторое время, при помощи радиосигнала, он был взорван и под обломками здания были погребены несколько десятков офицеров Вермахта.

У Бекаури было и личное увлечение - создание уникальных сейфов особой конструкции. В середине тридцатых годов он по личному заказу Сталина изготовил три оригинальных сейфа различных размеров. Сложные запоры данных сейфов делали их теоретически недоступными для аппарата НКВД - Берия несколько раз лично обращался к конструктору с требованием передать ему шифр кода открывания сейфов. Был получен отказ, который Берия не забыл - в 1939 г. В.И.Бекаури не стало...

По обнародованным сведениям [6], военное применение вышеупомянутые «лучи смерти» нашли только в 70-х годах. В местечке Сары-Шаган была построена мощная лазерная установка «Терра-3», излучение которой испытывали на себе члены экипажа американского многоцелевого челнока «Челленджер» в 1984 году при пролете над районом озера Балхаш. Как отмечалось в газете The New York Times, лазерный луч нарушил работу электронной аппаратуры (отключилась связь, возникли сбои в работе бортовых компьютеров), а экипаж почувствовал недомогание. На сайте НПО «Алмаз» [7, 8] можно ознакомиться с применением мощных лазеров для поражения самолетов (фото слева).

Литература и источники

1. Б.С.Утевский. «F-лучи» (в кн. «Преступления и преступления Западной Европы: Криминально-психологические очерки.») [Перлит; Киев; 1992, с. 150-155].
2. С.Селин «Лучи смерти» [«Радиофронт»; М.; # 12/1936, с.32-38].
3. БСЭ, третье изд. [«Советская энциклопедия»; М.; 1973; том: 14, с. 146-147].
4. М.М.Лобанов. «Мы - военные инженеры» [МО; М.; 1977, 222 с.].
5. Владимир Успенский. «Тайный советник вождя» (книга вторая) [«Роман-газета»; М.; #8/1991, с.4-5].
6. Передача по ОРТ РФ 11 апреля 2001 г., посвященная 40-летию полета Ю.А.Гагарина в космос.
7. http://www.raspletin.ru/press-center/articles/finans_030915_01.php
8. <http://www.raspletin.ru/production/laser/default.php>

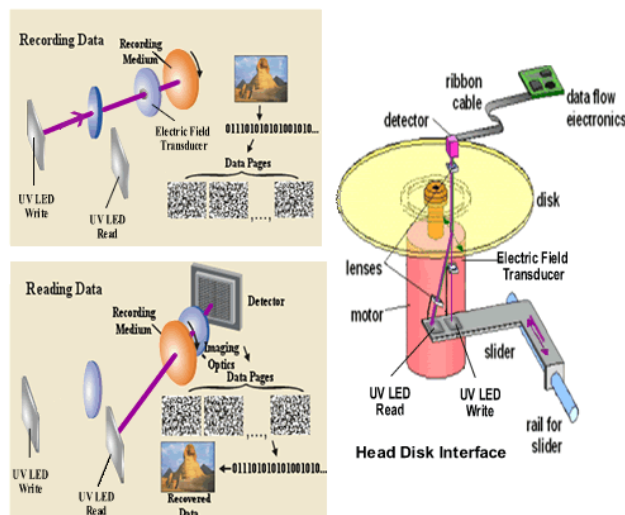
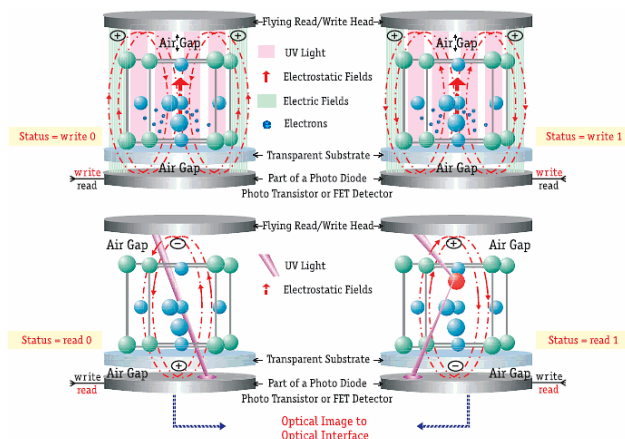
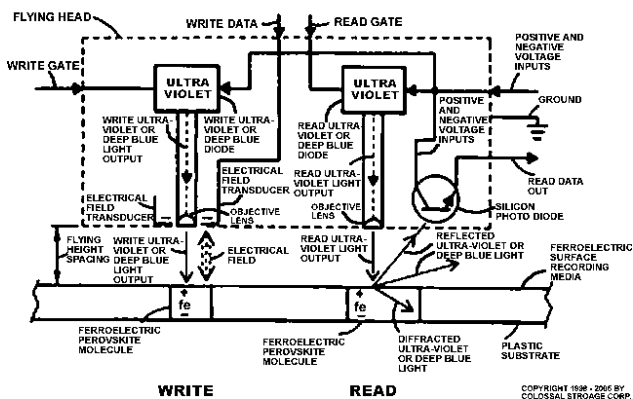
НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ



Американскому изобретателю **Майклу Томасу** потребовалось 14 лет, чтобы от теоретических изысканий, базирующихся на расширенном эффекте Фарадея, прийти к принципиальным основам технических решений трехмерной голографической атомной нанотехнологии оптического хранения данных (**Rewritable 3D Volume Atomic Holographic Optical Storage NanoTechnology**). Созданная Майклом компания **Colossal Storage** (http://colossalstorage.net/home_diskdrive.htm) подчеркивает факт

получения соответствующих патентов (http://colossalstorage.net/home_colossal5k.htm) на свои разработки, поэтому есть основания полагать, что речь действительно идет о чем-то реальном, однако воплощение «в железе» все же ожидается примерно к 2010 году. Для записи данных на ферро-электрический голографический съемный носитель будет использоваться ультрафиолетовый лазер с длиной волны около 50 нм (т.е. на порядок меньше существующих сегодня в DVD, Blu-Ray и HDDVD) в полупроводниковой головке чтения/записи, технические решения которой защищены патентами США №6028835, 6046973 и др. В новом носителе биты информации будут уже не в виде крохотных «пятнышек» (питов), а в виде принудительно задаваемого ультрафиолетовым лазером направления вращения (спина) электронов отдельной взятой молекулы (<http://www.p2pnet.net/story/7929>). Ожидается, что один голографический диск диаметром 3,5 дюйма будет способен вместить объем данных **1,2 петабайт** (т.е. более миллиона гигабайт), сравнимый с объемом 20000 дисков DVD или 4000 дисков Blu-Ray Disc. Майкл Томас утверждает, что цена конечных устройств не превысит \$750, а срок надежного хранения информации будет исчисляться многими десятилетиями.

U.S. PATENT FEB. 22, 2000 6,028,835
INTEGRATED ULTRA-VIOLET OR DEEP BLUE READ/WRITE HEAD DRIVE



Copyright 1998-2006 by Colossal Storage Corp.

design by sonja thomas

LG Electronics выпустила первый в мире **мобильный телефон LG-SB130/KB1300 с функцией «перемещения во времени» - «Time Machine»**, который поддерживает прием цифрового телевидения в стандарте DMB (**Digital Multimedia Broadcasting**). Нет, до фантастического устройства Герберта Уэллса пока еще не дошло, но пользователь нового мобильника может просмотреть ТВ программу в полном объеме, даже если ему пришлось на некоторое время заняться другими делами. Например, если Вам нужно ответить на телефонный звонок, можно включить в телевизоре функцию записи и просмотреть передачу позднее в любое удобное время. Функция «Time Machine» позволяет записывать до



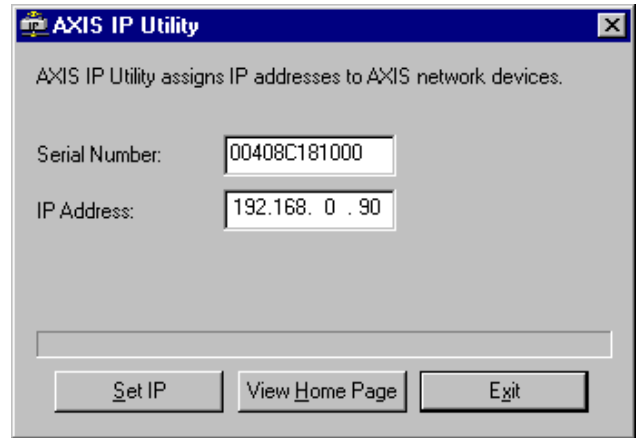
60 минут видео. LG-SB130/KB1300 укомплектован специально разработанным компанией телевизионным чипом с низким потреблением электроэнергии, что позволяет смотреть мобильное телевидение до 3 часов подряд. Телефон работает в мультизадачном режиме: во время просмотра передачи можно принимать MMS и SMS, отвечать на звонки, а также делать скриншоты, используя кнопку спуска затвора встроенной камеры. Телефон «экипирован» чипом Mobile-XD Engine и 2,2-дюймовым QVGA (256x320) жидкокристаллическим дисплеем. LG-SB130/KB1300 поддерживает 3D звук и имеет множество мультимедийных опций, включая 3-мегапиксельную камеру и MP3 проигрыватель с 300 МБ памяти. Благодаря ТВ выходу, видео и фотографии с телефона можно просматривать на обычном экране (<http://www.3g.co.uk/PR/Dec2005/2345.htm>).

Новая **видеокамера AXIS 216FD** шведской компании **AXIS Communications** (<http://www.axis-net.ru/news/axis-216fd.htm>) предназначена для организации **IP видеонаблюдения** внутри помещений. Она оснащена КМОП-матрицей и варифокальным объективом Fujinon, име-



ет чувствительность 1 лк и через встроенный микрофон позволяет организовать аудиосвязь с объектом видеонаблюдения. Эта IP видекамера осуществляет одновременную передачу по LAN/WAN сети потоков видео в форматах MPEG-4 и M-JPEG с разрешением до 640x480 пикселей и частотой до 30 кадров в секунду. Кроме того, AXIS 216FD позволяет вручную настраивать направление обзора и степень приближения объекта.

Как и другие сетевые видекамеры AXIS, эта IP видекамера подключается непосредственно к локальной сети, оснащена встроенным веб-сервером и поддерживает сетевой интерфейс стандарта 10BaseT/100BaseTX Ethernet. AXIS 216FD позволяет просматривать видео с синхронным аудиосопровождением с любого подключенного к сети компьютера. Для этого в адресной строке веб-браузера необходимо ввести IP-адрес видекамеры, после чего на экране монитора появится страница с элементами управления и меню настройки. Быстрое присвоение видекамере AXIS 216FD IP-адреса может осуществляться тремя способами: вручную с использованием ARP и Ping, вручную через AXIS IP Utility и автоматически через сервис AXIS Internet Dynamic DNS. Для последнего способа в прошивке контроллера AXIS 216FD предусмотрена авторегистрация в службе AXIS Internet Dynamic DNS, работающей на серверах компании AXIS и отслеживающей динамический IP-адрес компании. При этом для доступа к видекамере оператору достаточно набрать в окне веб-браузера строку <http://axisXXXXXX.axiscam.net>, где XXXXXX – серийный номер AXIS 216FD. AXIS 216FD умеет работать по заранее заданному расписанию, что позволяет осуществлять запись видео не постоянно, а только в определенные промежутки времени. Помимо этого, можно программировать сценарии ее реакции на сигналы тревоги со встроенного детектора движения или внешнего охранного датчика, подключаемого к «тревожному» вхо-



ду. В обычном режиме видекамера записывает в кольцевой видеобuffer на 9 МБ видеопоследовательности длительностью около 5 минут с разрешением 320x240 и частотой 4 к/с. При поступлении тревожного сигнала AXIS 216FD формирует видеоролик, состоящий из предтревожной последовательности, видеок кадров в момент тревоги и посттревожных кадров и отправляет этот видеоролик на заданный (SMTP, FTP, TCP, HTTP) «тревожный» сервер.

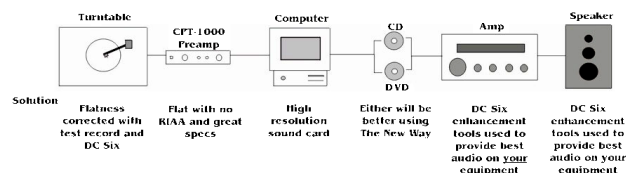


Одни аудиофилы считают, что «винил умер пятнадцать лет назад», другие коллекционируют и слушают грампластинки до сих пор, предпочитая их цифровым фонограммам mp3/CD/DVD. Но и те, и другие согласны с тем, что многие любимые музыкальные произведения на современных цифровых носителях просто не существуют. Если с проблемой реставрации (устранения щелчков, шумов) аналоговых записей на ПК справляется сегодня чуть ли не каждая программа аудиоредактирования (Cool Edit, Sound Forge, Adobe Audition, DC Six и др.), то перевод грампластинок в цифровой формат у многих новоиспеченных меломанов вызывает затруднения: далеко не у всех сегодня есть виниловые «вертушки» (ЭПУ), а в приобретенных по случаю у «дедушек на базаре» чаще всего отсутствует винил-корректор. Нет такого предусилителя-корректора и в современных полных УМЗЧ, чаще всего рассчитанных на совместную работу с цифровыми DVD в «Домашних кинотеатрах». Предлагаемые сегодня High-Endщиками винил-корректоры стоят чуть ли не как ПК, а у б/ушных 20...40-летних давно высохли конденсаторы и окислились контакты. От казалось бы неизбежной необходимости сборки нового винил-корректора собственными руками с подбором точных радиоэлементов частотозадающих цепочек по-

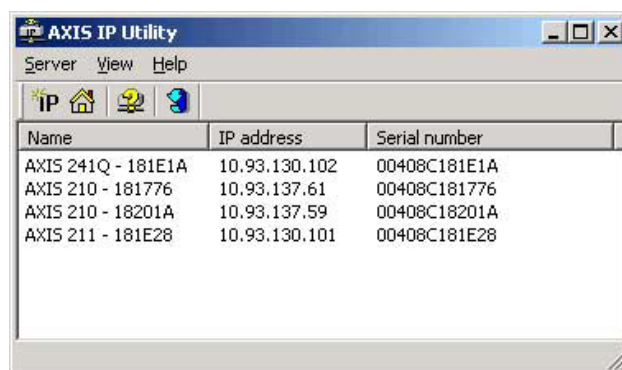
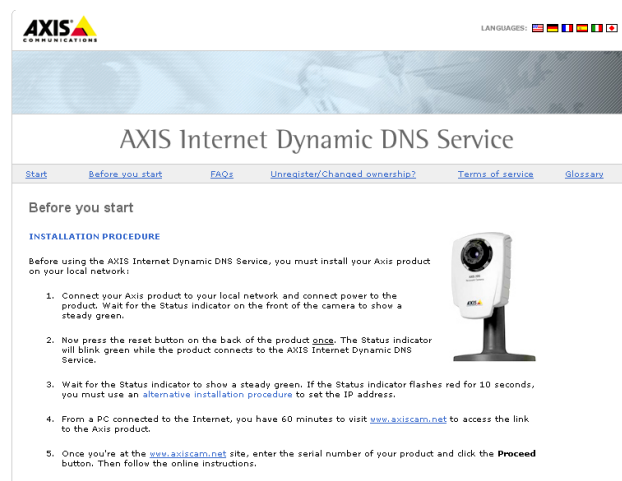


The New Way

A New Approach to transferring one medium to another.



newway.htm). Вместо аналогового винил-корректора с высокоточными компонентами ее специалисты предлагают использовать усилитель напряжения ($K_u = 25...30$ дБ) с линейной АЧХ, собираемый за 5 минут на любом современном маломощном ОУ и трех резисторах (один входной на «землю» и два в цепи ООС). Его выход подключают к линейному входу звуковой карты ПК, а частотную коррекцию по стандарту RIAA выполняют уже на ПК. Не рекомендуем пытаться вместо предусили-



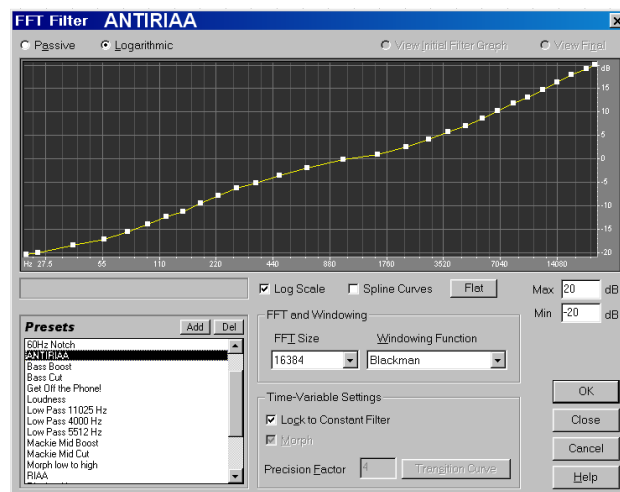
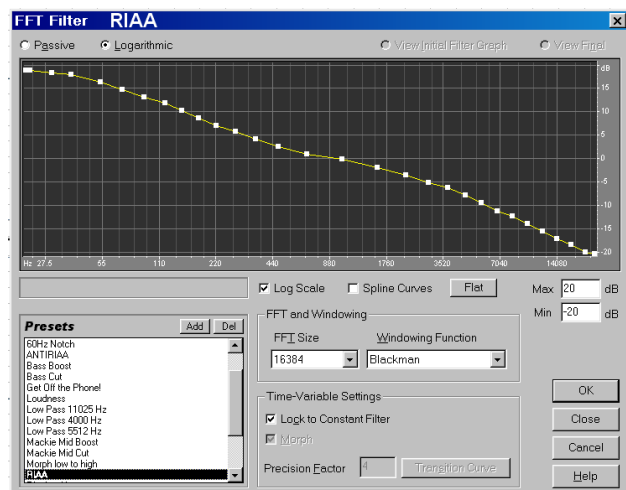
НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

теля использовать микрофонный вход звуковой карты - он рассчитан на низкоомный микрофон, в то время как головка звукоснимателя имеет значительную индуктивность, поэтому результирующий высокий уровень шумов будет приемлемым разве что для эксперимента «ради спортивного интереса». После оцифровки фонограммы грампластинки звуковой картой частотную коррекцию выполняет программой DC Six (см. *PX №5/2005*, с.5, 6) - единственной, имеющей встроенный профиль RIAA-коррекции (RIAA deemphasis) в предустановках 20-полосного графического эквалайзера. **Примечание редакции PX:** те, кто не знаком с DC Six и пользуется другими аудиоредакторами, могут ввести RIAA-коррекцию (<http://www.tanker.se/lidstrom/riaa.htm>) «по точкам» для FFT-фильтров пользователя. Например, в популярном аудиоредакторе Cool Edit 2000 для этого следует найти файл C:\WINDOWS\cool.ini, открыть его как неформатированный текст в текстовом редакторе, найти раздел (абзац) [Filters96] и в его конец дописать две следующих строки (они ниже из-за большой длины изображены условно как абзацы, но должны быть введены именно как строки, т.е. подряд, без пробелов, переносов, разгонки по формату или иного форматирования. Чтобы не набирать вручную, их в виде файла можно скачать с сайта нашего журнала из раздела, посвященного июньскому номеру за 2006 г.):

```
Item21=RIAA,3,30,0,97,32,97,188,96,330,95,541,91,696,87,855,83,1007,80,1128,76,1246,72,1375,68,1515,65,1656,61,1819,57,2024,53,2281,50,2535,46,2738,42,2901,38,3041,35,3168,31,3286,27,3400,23,3509,20,3617,16,3723,12,3827,8,3931,5,4035,1,4096,0,30,0,0,1,0,2,98,330,95,541,91,696,87,855,83,1007,80,1128,76,1246,72,1375,68,1515,65,1656,61,1819,57,2024,53,2281,50,2535,46,2738,42,2901,38,3041,35,3168,31,3286,27,3400,23,3509,20,3617,16,3723,12,3827,8,3931,5,4035,1,4096,0,2,1,4096,1,4,0,0,648,31,831,57,1000,100,3,0,100,-20,20,16384,2,1,1,0,44100
```

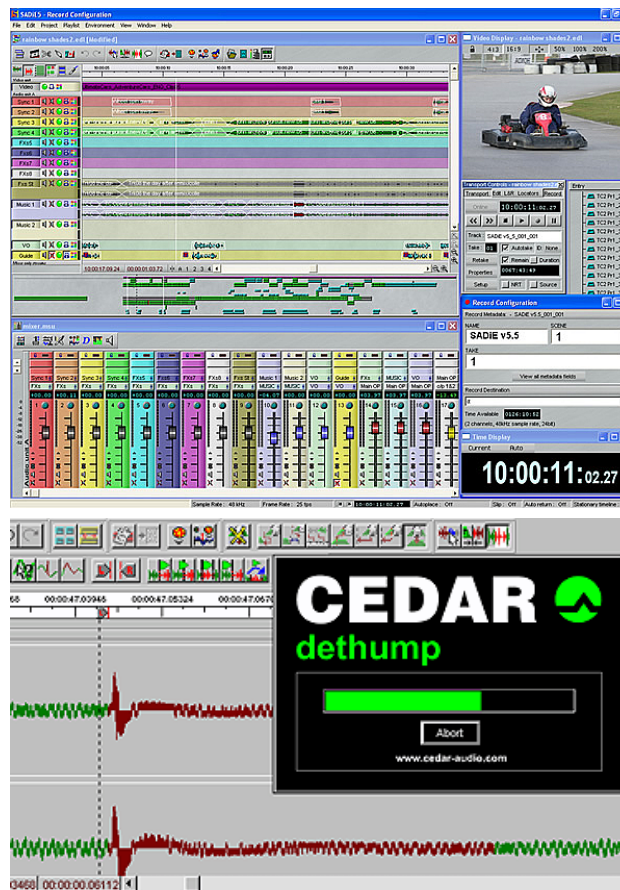
```
Item22=ANTIRIAA,3,29,0,0,88,1,344,5,567,8,735,12,878,16,1009,20,1135,23,1259,27,1385,31,1517,35,1660,38,1826,42,2029,46,2284,50,2537,53,2739,57,2902,61,3042,65,3169,68,3287,72,3401,76,3510,80,3618,83,3724,87,3828,91,3932,95,4036,98,4096,100,30,0,0,87,0,88,1,344,5,567,8,735,12,878,16,1009,20,1135,23,1259,27,1385,31,1517,35,1660,38,1826,42,2029,46,2284,50,2537,53,2739,57,2902,61,3042,65,3169,68,3287,72,3401,76,3510,80,3618,83,3724,87,3828,91,3932,95,4036,98,4096,100,2,1,4096,1,4,0,0,648,31,831,57,1000,100,3,0,100,-20,20,16384,2,1,1,0,44100
```

Здесь номера *Item21* и *Item22*, возможно, придется изменить в зависимости от того, какой номер имеет предыдущий *Item* (т.е. последний в исходном файле cool.ini). При стандартной установке Cool Edit 2000 это обычно *Item20=Mackie Mid Cut*... После ввода данных сохраняем файл, запускаем Cool Edit и убеждаемся в том, что в меню Transform - Filters - FFT Filter - Presets появились 2 новые строки: **RIAA** и **ANTIRIAA**. Выбрав первую, получаем коррекцию АЧХ в соответствии со стандартом RIAA для магнитных головок звукоснимателей, а



ANTIRIAA - обратную коррекцию, которую удобно использовать при тестировании винил-корректоров (<http://www.aren-y.com/restoration/avance.html>). Еще один приятный нюанс: в большинстве редакторов имеется возможность подкорректировать (вручную или автоматически) кривую АЧХ коррекции по результатам воспроизведения измерительной грампластинки с тем, чтобы обеспечить идеальную точность АЧХ не для обобщенно-усредненной, а вашей конкретной системы «головка звукоснимателя - тонарм - винил-корректор», почти полностью подавить фон с частотой сети и ее гармоник, а также помехи от вибраций движущего механизма электропроигрывающего устройства.

Модуль **CEDAR DeThump** (<http://www.cedar-audio.com/news/sadiethump.html>) - новое слово в восстановлении фонограмм. Он предназначен для удаления низкочастотных «энергетических всплесков», на слух воспринимаемых как глухие удары. Обычно с подобными звуками сталкиваются в тех случаях, когда источниками сигнала являются грампластинки или

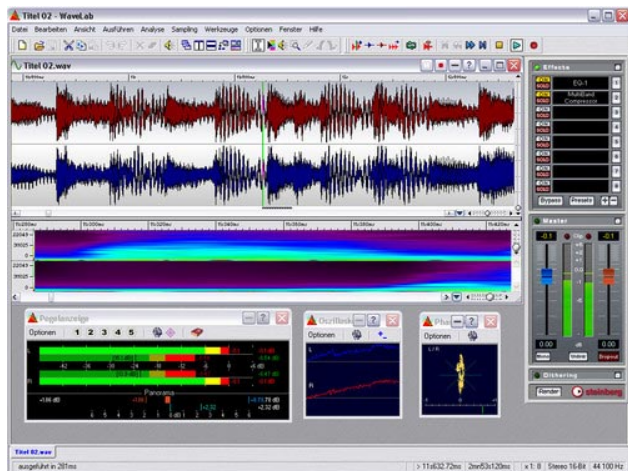


НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

оптические звуковые дорожки кинофильмов. Частотный спектр этих звуков пересекается с основным сигналом, так что обычный ФВЧ не способен их удалить, не повредив полезный сигнал. CEDAR DeThump использует данные, окружающие проблемный участок, и пытается восстановить состояние низкочастотной части сигнала до появления постороннего призвука. Высокочастотная составляющая сигнала при этом не нарушается.



Steinberg Media Technologies GmbH (<http://www.steinberg.de>) выпустила новую версию **WaveLab 6** — известной про-



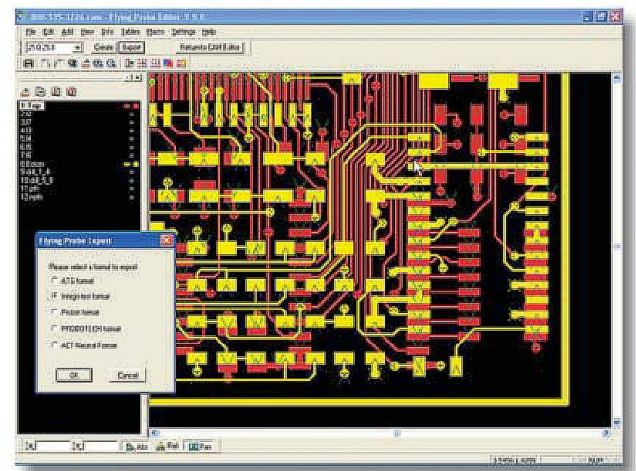
граммы для профессионального мастеринга, редактирования записей высокого разрешения, восстановления фонограмм и полного цикла создания CD/DVD-Audio. В WaveLab 6 добавлено более 120 новых функций и улучшений. Основные особенности продукта: встроенный редактор с поддержкой формата данных 32 бит / 384 кГц с точностью до семпла; стерео и многоканальное non-destructive (без порчи исходника) редактирование с группировкой по дорожкам и поддержкой видео; CD мастеринг по стандарту Redbook и авторинг DVD-Audio; встроенные качественные EQ, динамическая обработка и эффекты (поддерживаются VST и DirectX плагины); мощные средства восстановления фонограмм; полезные инструменты индикации и анализа записей; поддержка различных форматов файлов (WAV, AIFF, SD II, AU, MP3, MP2 (M.U.S.I.C.A.M.), RAW, Windows Media 9, и т.д.) и разрешений (8/16/20/24/32 бит до 384 кГц), а также форматов W64 и RIFF 64, импорт и экспорт проектов AES-31. Новые свойства WaveLab 6: Новый Spectrum Editor с просмотром сонограмм для удаления повреждений и нежелательных шумов в частотной области. Имеются высококачественные фильтры с линейной фазой и гибкие опции замены. DIRAC (Time Stretch и Pitch Shift) для изменения тона отрывка без изменения длины (Pitch Shift) и изменения продолжительности с сохранением тональности (Time Stretch). Производитель обещает высочайшее качество для этих операций. Улучшенная мастер-секция теперь включает SmartBypass, новый инструмент для изучения, каким образом плагин влияет на звук с компенсацией изменения громкости, вызываемого плагином. Пресеты Master Section теперь хранятся независимо для каждого файла или сохраненного проекта. Новый набор обработки аудио включает Crystal Resampler, профессиональный преобразователь частоты семплирования (sample rate converter), обеспечивающий, по заявлению производителя, исключительную прозрачность и сохранность частот, с поддержкой частоты дискретизации до 384 кГц. Монтажный стол Audio Montage расширен новым диапа-

зоном функций — средства кросс-фейда, пакетная обработка, продвинутый импорт и экспорт файлов. Сняты ограничения на размер файлов — теперь они могут быть свыше 2 Гб, улучшена производительность и пакетная работа с именами файлов. WaveLab 6 содержит много новых средств для изучения психо-акустических аспектов и мониторинга звука. Измеритель K-System — интеллектуальный инструмент с коррекцией громкости, нормализатор громкости и индикатор распределения громкости. WaveLab 6 оснащен расширенными средствами взаимодействия с внешним аппаратным студийным оборудованием. Внешние эффект-процессоры могут быть использованы как плагины в мастер-секции. WaveLab 6 также может управляться извне по MIDI, так что можно применять различные управляющие контроллеры для ускорения работы (<http://www.steinberg.de/128+M52087573ab0.html>). По отзывам экспертов WaveLab 6 опережает аналогичные продукты конкурентов — SoundForge и Adobe Audition. Системные требования: Intel Pentium 4 или AMD Athlon/Opteron 2,4 ГГц, ОЗУ 1 Гб, Windows 2000/XP, USB порт для аппаратного ключа.



Компания **DownStream Technologies** (<http://www.downstreamtech.com>)

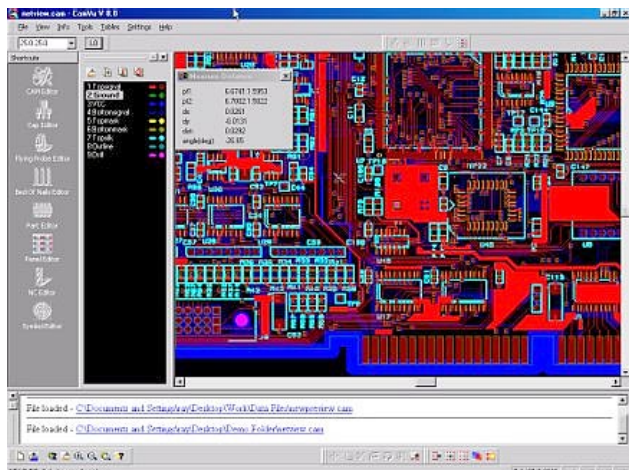
выпустила новую версию своего программного продукта для подготовки производства печатных плат **CAM350 v9.1** (<http://www.downstreamtech.com/cam350.html>). В программу внесено свыше 35 изменений, большинство из которых нацелены на повышение надежности и улучшение качества получаемых результатов. Основные улучшения коснулись механизма



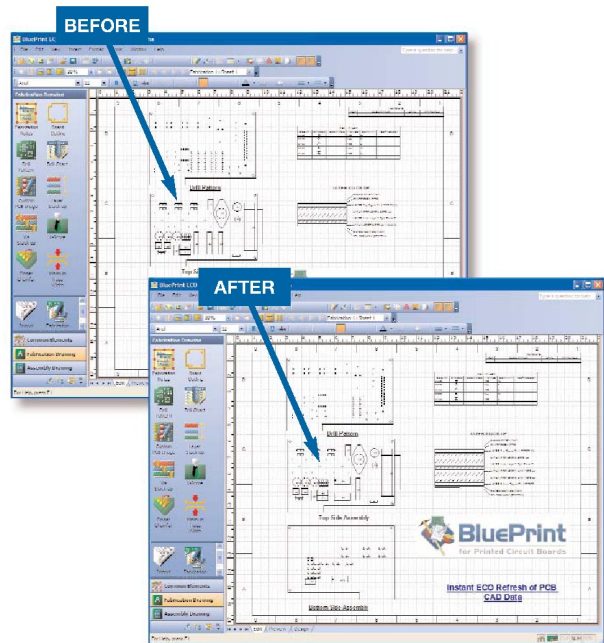
Stream Rule Check: теперь в одном потоке могут выполняться проверки DRC, DFF и сравнение списков соединений. Добавлены возможности: создавать и сохранять наборы проверок, созданных с учетом используемой технологии, особенностей производства и пользовательских настроек, выполнять различные наборы проверок для отдельных частей платы или различных слоев, задавать области, запрещенные для проверки, индивидуального или группового просмотра ошибок, построения диаграмм групп ошибок для более точного и быстрого выявления общих проблем топологии, аннотирования найденных ошибок посредством добавления текстовых комментариев или инструкций. Новые функции DFF анализа: анализ негативных слоев; проверка зазора от меди до края платы на позитивных и негативных слоях; поиск «антенн» (ненагруженных проводников); поиск проблемных элементов в маске для пайки; контроль минимальной ширины линии шелкографии; улучшенный контроль зазоров между шелкографией и медью. Ряд изменений затронул систему обработки мультиплицированных панелей. Обновлены или добавлены интерфейсы обмена данными с системами проектирования печатных плат: Mentor Pads Layout 2005 SP2, Cadence Allegro 15.51, Orcad 10.51, Altium PCAD 2004 SP2, AutoCAD DXF, Adobe PDF. Обновлена демо-

НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

версия пакета (<https://www.downstreamtech.com/CAM350/eval.html>) и бесплатная компактная **CAMvu** (<http://www.downstreamtech.com/CAM350/CAMvu.html>)



www.downstreamtech.com/CAM350/CAMvu.html - программа-гляделка-распечатывалка *.cam и *.pcb файлов. Компания сообщила также о выходе новой версии пакета оформления конструкторской документации **BluePrint-PCB 1.1**, предназначенного для подготовки конструкторской документации на



электронное оборудование, в том числе печатные платы. Система построена по образцу и подобию пакета Microsoft Office и включает средства прорисовки электронных схем и чертежей, распознает различные форматы PCB файлов и автоматически импортирует их в собственную базу данных. Пользователь может создавать интегрированные текстовые комментарии, дополнительные виды и эскизы, включать ссылки на внешние документы и мультимедиа информацию. Имеется возможность сохранения текстовой и графической выходной документации в формате HTML для просмотра через глобальную сеть Интернет. Демоверсия BluePrint-PCB доступна для скачивания по адресу https://www.downstreamtech.com/blueprint-pcb/eval_request.html.



Компания **Altium** (<http://www.altium.com>), ранее Protel - разработчик пакета PCAD) сообщила о выходе новой версии своего пакета

limited > Home - Opera

Вид Закладки Инструменты Справка

границы ВекТрейдинг-M-D... CAM350 Altium Designer BluePrint-PCB CAMvu

http://www.altium.com/

Поиск Поиск на сайте Найти следующее

управление голосом Режим автора

Altium

Available Languages:

Home About Us Products Community Contacts Successes Evaluate

Altium Designer 6
The unified electronic product development system

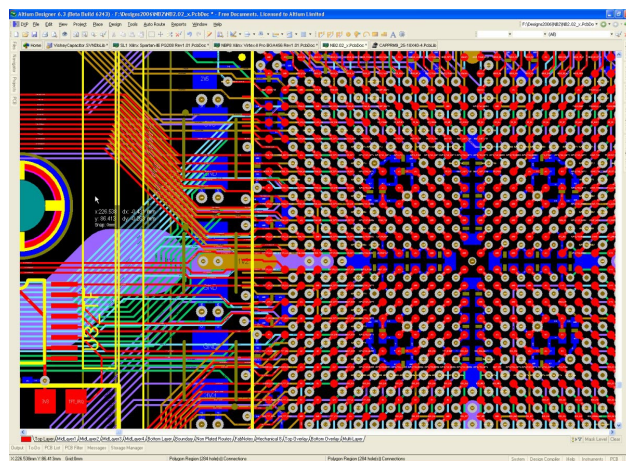
What happened to Protel?

The art of electronic product development

Take a closer look

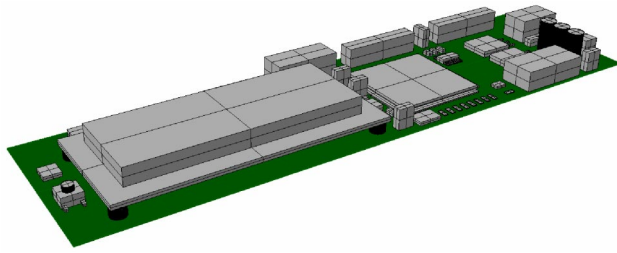
Shortcuts	Your success is our success	Altium today
DEMOcenter > INFOcenter > Altium Designer > TASKING > P-CAD 2004 > Support > Libraries > Forums > Events > Training >	Business Smart drinks Sanden Vendo America Inc develops the world's first robotic vending machine with Altium Designer. New R&D lab powers up with Altium Designer Agilent-Cianfeng Electronics Technologies selects Altium as vendor of choice and a partner in their goal for long-term success. Transmitting loud & clear Danish Interpretation Systems (DIS) builds world's most-advanced	Altium in the News Altium Designer named one of EDN's Hot 100 Products for 2005! Altium Designer has been chosen as one of the best 100 Products for 2005 by EDN Magazine Announcements Introducing Altium Designer 6.3 Altium is pleased to announce the imminent release of the third software update to Altium Designer 6 - the world's first & only unified electronic product development system. Take a sneak peak at the new features available in Altium Designer 6.3 P-CAD 2006 is coming! With a proven track record of performance and reliability, P-CAD 2006 brings new productivity-enhancing tools that are focused on keeping PCB layout professionals designing efficiently at the board level. Take a look at the new features in P-CAD 2006

проектирования печатных плат **Altium Designer 6.3**. Прежде всего, в системе реализовано графическое аппаратное ускорение с использованием функций Microsoft DirectX 9.0c, что позволяет масштабировать или обновлять изображения на экране средствами видеокарт без задействования ресурсов центрального процессора и таким образом увеличивает производительность системы более чем в 20 раз. Введена функция одновременной интерактивной трассировки нескольких провод-



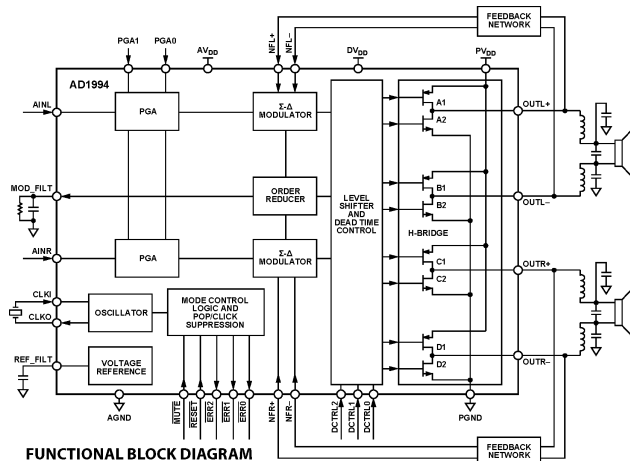
ников. Использование этой функции потребовало доработки средств одновременного выделения нескольких объектов, так как традиционное выделение в окне охвата с этой задачей уже не справлялось. Введен новый инструмент редактирования, позволяющий «разрезать» сразу несколько проводников. Механизм контроля версий теперь распространяется не только на проекты, но и на библиотеки. Это дает возможность отслеживать изменения, вносимые в централизованные библиотеки компонентов в рамках предприятия. Добавлен специальный модуль, обеспечивающий управление областями заливки на плате. Инструмент позволяет управлять отображением на экране различных областей заливки на одном или разных слоях, отслеживать изменения в полигонах, связанные с перерисовкой отдельных проводников на плате. Введена возможность задавать описанные контуром квадратные и щелевые отверстия в контактных площадках, улучшена трассировка пар до-

рожек для высокоскоростных дифференциальных сигналов, готовый проект можно экспортировать в новый трехмерный формат 3D STEP (STandard for the Exchange of Product). В меню

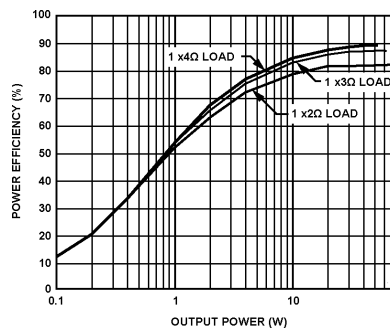
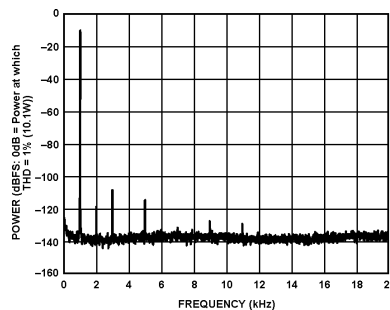
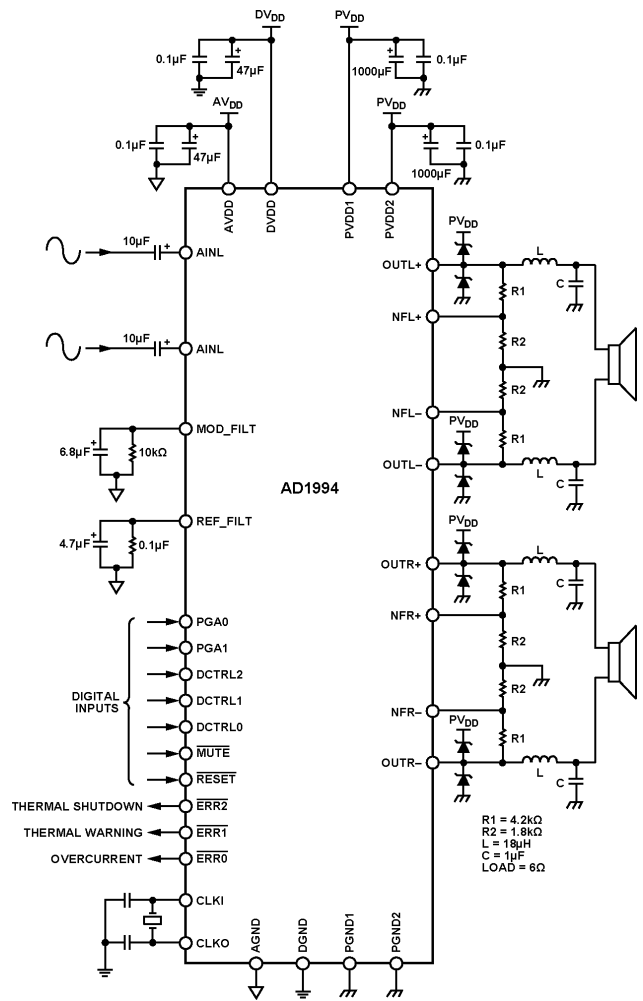
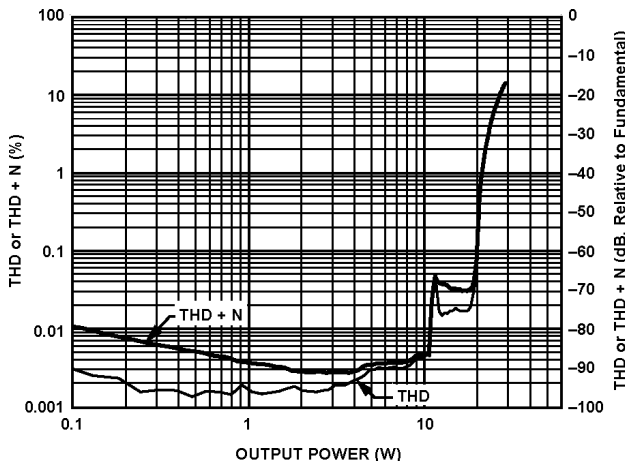


интерфейса можно включить PCAD-совместимые «горячие клавиши», что упрощает переход на новый пакет разработчикам, ранее освоившим работу в системе PCAD. Предусмотрен также импорт проектов из OrCAD®, PADS® и PCAD®. Полный перечень доработок, вошедших в новую версию Altium Designer 6.3, можно найти по адресу: <http://www.altium.com/files/pdfs/WhatsNewinAltiumDesigner6.3.pdf>, набор видеопрезентаций (для Macromedia Flash player 7), наглядно демонстрирующих работу новых функций, можно посмотреть здесь: <http://www.altium.com/Evaluate/DEMOcenter/AltiumDesignerNewFeatures/>

ANALOG DEVICES Фирмой Analog Devices в этом году начат выпуск ИМС AD1994 (http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/)



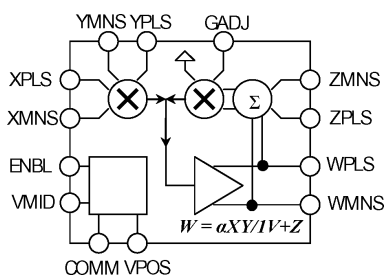
206945392AD1994_0.pdf) - двухканального мостового импульсного УМЗЧ с встроенными сигма-дельта ($\Sigma\Delta$) модуляторами седьмого порядка и тактовой частотой 12,288 МГц, преобразующими входные аналоговые сигналы в импульсы управления мощными встроенными ключами на полевых транзисторах. В отличие от ШИМ-модуляторов применение сигма-дельта модулятора кардинально улучшило линейность пре-



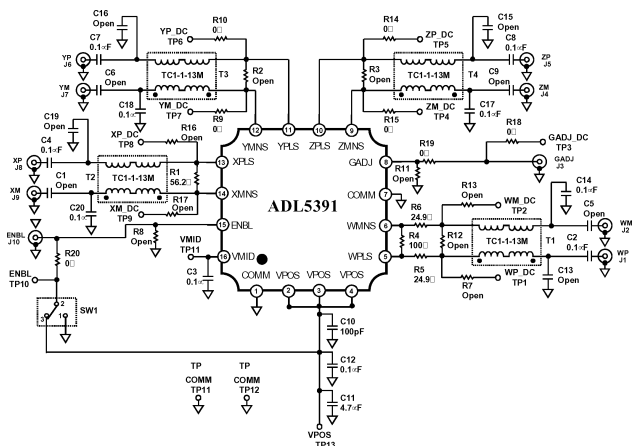
образования и уменьшило уровень радиочастотных помех. Один из модуляторов может коммутировать обе выходных ступени, преобразуя стереоусилитель с выходной мощностью 2x25 Вт в монофонический с выходной мощностью 50 Вт. Цифровой интерфейс позволяет управлять приглушением, громкостью, защитой от перегрева и перегрузок. УМЗЧ на основе AD1994 обладает аудиофильской линейностью: типовой коэффициент гармоник составляет 0,005%, спектр гармоник спадает почти так же быстро, как в ламповых усилителях, уровень собственных шумов -105 дБА. Максимальный выходной ток 5 А, смещение «нуля» на выходах не более ± 4 мВ, входное сопротивление 20 кОм. Высокий коэффициент подавления пульсаций напряжения питания (не хуже 65 дБ) позволяет без проблем питать устройство однополярным напряжением 6,5...22,5 В. Благодаря высокому КПД (85...90%) микросхема не требует радиаторов и удобна для применения в компактных мультимедиа-системах, микрокомпонентных аудиоконфлексках и «продвинутых» телевизорах. Её оптовая цена \$4,42.



Тридцатилетний опыт Analog Devices в разработке четырехквadrантных аналоговых перемножителей в этом году ознаменован выпуском ИМС **ADL5391** на революционно новом ядре, впервые обеспечивающем абсолютно одинаковые частотные и амплитудные характеристики для обоих входов X и Y, а также беспрецедентно широкую полосу **0...2 ГГц**. Оба входа X и Y, а также вход смещения Z и выход W - дифференциальные. Напряжение на выходе ИМС задается выражением $W = aXY + Z$, где a - управляемый напряжением на выводе 8 масштабный коэффициент, позволяющий задавать точно единичный коэффициент преоб-



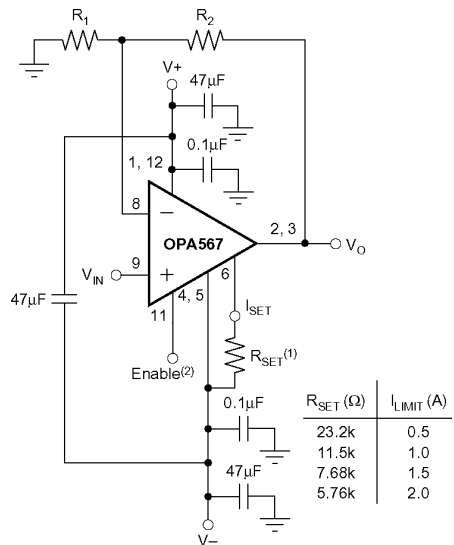
разования (перемножения). При напряжении питания 4,5...5,5 В (потребляемый ток не более 130 мА) диапазоны входных/выходных напряжений составляют ± 2 В относительно половины питающего. Спектральная плотность собственных шумов не превышает 10 нВ/√Гц, конструктивное исполнение - 16-выводный LFCSP 4 x 4 мм (http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/301446066ADL5391_prb.pdf).



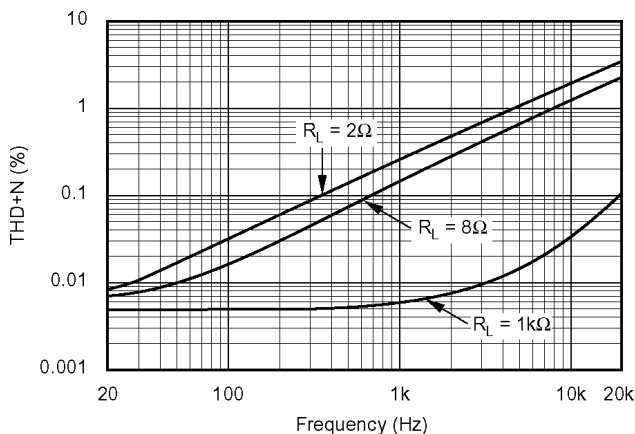
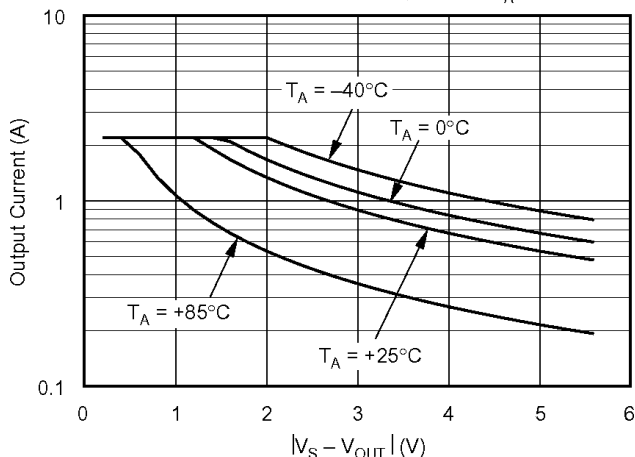
разования (перемножения). При напряжении питания 4,5...5,5 В (потребляемый ток не более 130 мА) диапазоны входных/выходных напряжений составляют ± 2 В относительно половины питающего. Спектральная плотность собственных шумов не превышает 10 нВ/√Гц, конструктивное исполнение - 16-выводный LFCSP 4 x 4 мм (http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/301446066ADL5391_prb.pdf).



Отличительной особенностью **ОУ OPA567** разработки **Burr-Brown**, входящей теперь в **Texas Instruments** (<http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/opa567.pdf>), является большой для малютки в корпусе QFN 5 x 5 x 1 мм **выходной ток - более 2 А!**. Максимальный выходной ток можно задавать резистором R_{SET} в пределах от 0,2 до 2,2 А выбором сопротивления в соответствии с формулой $I_{LIMIT} = 9800 \cdot (1.18V/R_{SET})$. ОУ скорректирован до единичного усиления, ПУЧ = 1,2 МГц, скорость изменения выходного напряжения 1,2 В/мкс, входной ток 1 пА,



SAFE OPERATING AREA
Thermal Pad Soldered, Various T_A



смещение нуля 0,5 мВ, спектральная плотность ЭДС шума 12 нВ/√Гц, цена 1,85\$.



«Маленький» - не значит «ограниченный». Так можно охарактеризовать крошечный **ультра-low-end микроконтроллер Freescale Semiconductor Inc. на ядре RS08** (<http://freescale.com/RS08KA>).

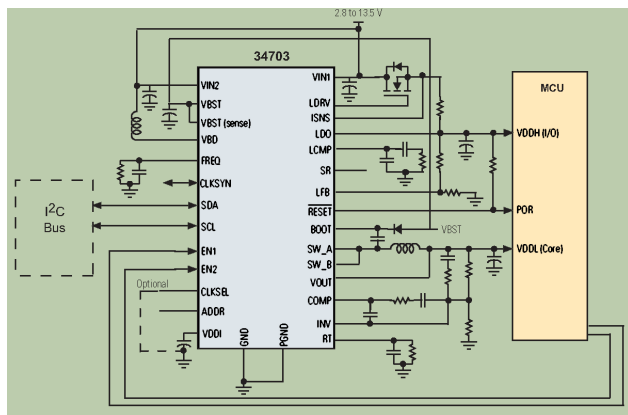
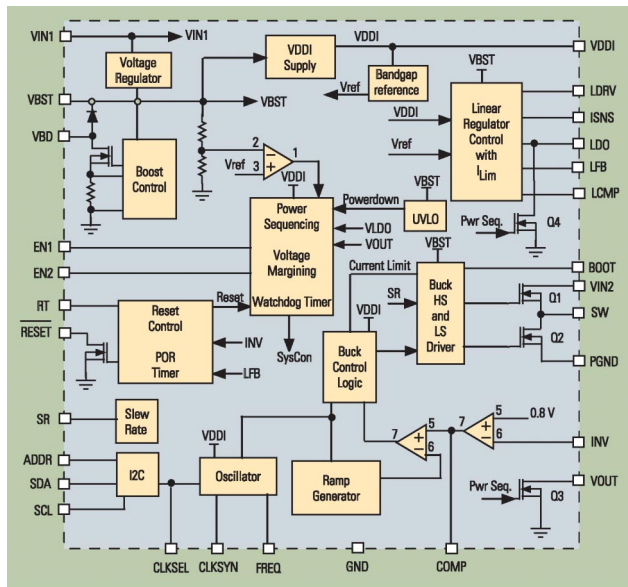
8-разрядные микроконтроллеры семейства **MC9RS08KA стоят всего \$0.43**, но имеют больше встроенной флэш-памяти (2 К), чем у аналогичных микросхем других фирм. В крошечном устройстве сочетаются экономичность (питание 1,8 В), наличие 8-разрядного таймера, аналогового компаратора и четырех двунаправленных I/O, простота разработки (http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/train_ref_material/MC9RS08VIRTUALLAB.html?srch=1), исполнение в 6-выводном конструктиве DFN (3 x 3 мм Dual Flat No-lead, возможны и два варианта 8-выводного корпуса 8-PDIP/NB-SOIC). Идеальный для небольших малозатратных приложений, КА с новым ядром RS08 прекрасно подходит для простых электромеханических устройств (игрушки, фонарики-мигалки, ДУ, домашняя автоматика и т.п.), которые с каждым днем все чаще управляются только электроникой. Дополнительная информация - простые средства компиляции, отладки, документация, рекомендации по применению, справочники и обучение - доступна уже сейчас.



Схема питания мощных микропроцессорных систем значительно упростится, если её выполнить на ИМС **MC34703** фирмы **Freescale Semiconductor**

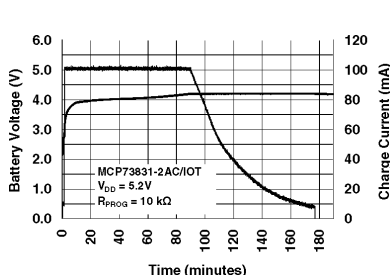
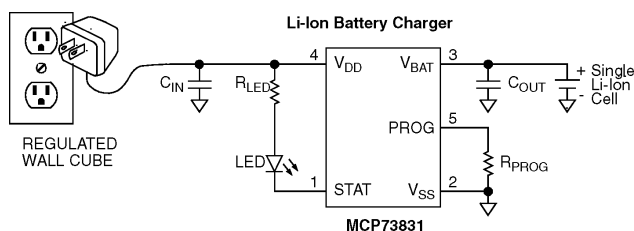
(http://www.freescale.com/files/analog/doc/data_sheet/MC34703.pdf). В её 33-выводном корпусе 33 PQFN (10 x 10 x 0,8 мм) интегрированы импульсный (200...400 кГц) преобразователь входного постоянного напряжения 2,8...13,5 В с импульсным регулируемым стабилизатором напряжения 0,8...5 В при выходном токе до 10 А (он способен напрямую питать

НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ



цифровое ядро микропроцессорных систем) и аналоговый регулируемый LDO стабилизатор 0,8...5 В с выходным током до 2 А (для питания аналоговой и I/O частей системы). Кроме встроенных систем защиты от нештатных ситуаций (перегрузок, перегрева) предусмотрено внешнее управление по шине I²C.

Схема **зарядного устройства** для требовательных к процедуре пополнения питания **литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов** разнообразных малогабаритных переносных устройств (мобильных телефонов, mp3-плееров, цифровых фотокамер и т.п.) становится такой же простой, как двухполупериодный выпрямитель, если её выполнить на специализированной **микросхеме MCP73831 от Microchip** (<http://ww1.microchip.com/downloads/en/>



Device Doc / 21984b.pdf). При диапазоне входного напряжения от 3,75 до 6 В она скрупулезно обеспечивает выполнение всего многошагового алгоритма зарядки Li-Ion от определения степени разряда и подготовки (за-

рядка током 10% от номинального зарядного) полностью разряженных аккумуляторов до режимов зарядки постоянным током, постоянным напряжением, ограничением тока зарядки при разогреве аккумулятора до границы безопасной температуры и переходе в режим автоподзарядки по мере готовности или необходимости. В микрокорпус интегрированы мощный регулирующийся транзистор, сенсор тока, защита от переплюсовки. Ток на этапе зарядки постоянным током I_{PROG} задается резистором $R_{PROG} [k\Omega] = 1000[V] / I_{PROG} [mA]$. Диапазон рекомендуемых значений R_{PROG} - от 2 до 20 кОм соответствует зарядному току от 500 до 50 мА. Специальный вывод STAT предусмотрен для вывода информации о статусе режима работы: во время зарядки на нем низкий логический уровень, по окончании - высокий, а при отсутствии исправного аккумулятора - высокоимпедансный. Микросхема выпускается как в 8-выводном микрокорпусе DFN (2 x 3 x 1 мм), так и в 5-выводном SOT-23 (3 x 3 x 1,5 мм).



Фирма STMicroelectronics (www.st.com) представила новый узкополосный трансивер для связи по линиям электропередач ST7540, поддерживающий полудуплексный режим и модуляционную схему FSK, восемь несущих частот в частотных диапазонах CENELEC A, B и C, и обеспечивающий пропускную способность от 600 до 4800 бит/с. В ST7540 интегрирован выходной усилитель мощности и двухуровневый стабилизатор напряжения (5 В и 3,3 В) для питания внешних микроконтроллеров, что позволяет создавать на основе микросхемы коммутаторы без дополнительных блоков питания, также добавлены функции программируемой дешифрации заголовков, счетчик длины фреймов и пороговый ограничитель уровня выходного сигнала для обеспечения стабильности передачи в условиях высокой зашумленности. Число выводов и размеры ST7540 меньше, чем у предыдущего решения компании ST7538, но при этом отсутствует встроенный детектор нулевого пересечения и операционный усилитель. ИМС ST7540 предназначена для построения систем автоматизации и удаленного контроля, таких как домофоны, миниатюрные контроллеры уличного освещения и для систем автоматического снятия показания электросчетчиков (Automatic Meter Reading). В настоящее время доступны образцы ST7540 в корпусе HTSSOP28. Стоимость около 5 долларов (при партии 1000 шт). Готовится к выпуску компактная отладочная плата EVALST7540-1 BOARD с изолированным интерфейсом в частотном диапазоне CENELEC A 72 кГц, а также EVALCOMM BOARD на 8-разрядном микроконтроллере ST72F651AR6 для подключения к компьютеру через последовательные интерфейсы RS-232 или USB (12 Мб/с).



STMicroelectronics предлагает также новые интегральные высокочастотные синтезаторы STW81101 и STW81102 с самыми низкими в промышленности интегральными фазовыми шумами (измеренные среднеквадратичные значения составляют 0,16 RMS (Root Mean Square) при 1 ГГц, 0,5 RMS при 2 ГГц и 1,2 RMS при 4 ГГц с частотным шагом 200 кГц) и самой большой полосой (свыше 3 ГГц). Комбинация из встроенных ГУН, автоматической калибровкой центральной частоты диапазона и нескольких выходных опций позволяет использовать эти синтезаторы в нескольких частотных диапазонах от 750 МГц до 4,65 ГГц. Наряду с протоколом I²C для соединения нескольких элементов имеется шина SPI. Синтезаторы STW81101 и STW81102 совместимы по выводам с предшествующим продуктом STW81100 и предлагаются в исполнении без содержания свинца в корпусе QFN-28. Оценочные комплекты этих элементов содержат образцы чипов, оценоч-



STMicroelectronics предлагает также новые интегральные высокочастотные синтезаторы STW81101 и STW81102 с самыми низкими в промышленности интегральными фазовыми

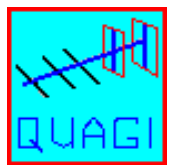
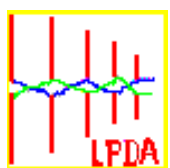


шумами (измеренные среднеквадратичные значения составляют 0,16 RMS (Root Mean Square) при 1 ГГц, 0,5 RMS при 2 ГГц и 1,2 RMS при 4 ГГц с частотным шагом 200 кГц) и самой большой полосой (свыше 3 ГГц). Комбинация из встроенных ГУН, автоматической калибровкой центральной частоты диапазона и нескольких выходных опций позволяет использовать эти синтезаторы в нескольких частотных диапазонах от 750 МГц до 4,65 ГГц. Наряду с протоколом I²C для соединения нескольких элементов имеется шина SPI. Синтезаторы STW81101 и STW81102 совместимы по выводам с предшествующим продуктом STW81100 и предлагаются в исполнении без содержания свинца в корпусе QFN-28. Оценочные комплекты этих элементов содержат образцы чипов, оценоч-

НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

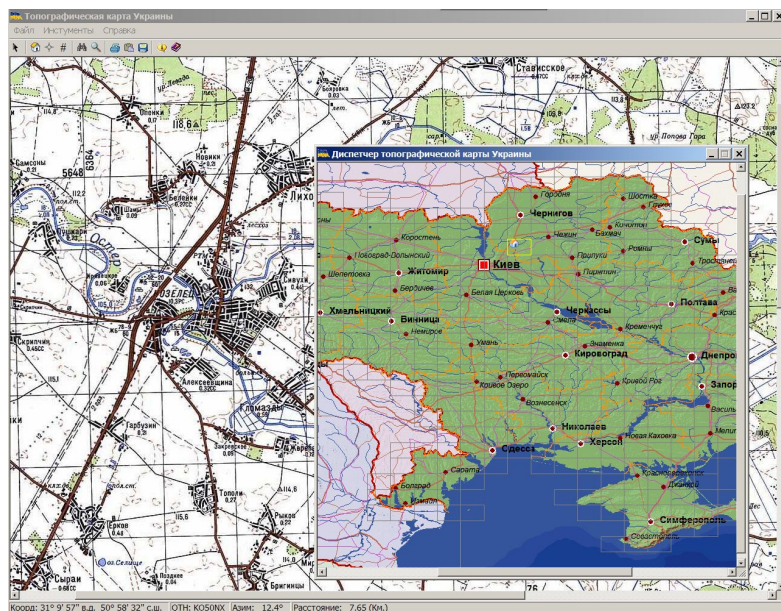
ные платы, программный пакет STWPLLSim для проектирования ФАПЧ-фильтров и имитации шумов, программируемый GUI (Graphical User Interface) и методические указания по разработке. STWPLLSim является интерактивным инструментом, обеспечивающим разработку и проектирование элементов STW8110x. В начале специфицируются абстрактные параметры, такие как ширина полосы и резерв по фазе. STM утверждает, что точное моделирование шумов обеспечивает то, что проектирование фильтров занимает всего несколько минут и приносит успех уже с первой попытки. Оценочные комплекты и элементы появятся с мая 2006 года (www.mastek.com.ua). STW81101 и STW81102 стоят при больших партиях 3 \$.

Канадский радиолюбитель Алан Лигэри (VE3SQB) предложил целый ряд специализированных программ для расчета антенн не только для радиолюбительских, но и для профессиональных применений. На его сайте <http://www.ve3sqb.com> можно свободно «скачать» программы для расчета: KB и УКВ «квадратов» (quad2002.zip и quadv3.zip); коаксиальных и «нагруженных» диполей (coaxdpl.exe и loadip.zip); антенн Яги-Уда (yagi.exe); вертикальных антенн, в т.ч. с резонансными нагрузками (vert.zip); антенн QUAGI, представляющих комбинацию из рамочных вибратора и рефлектора и линейных директоров (quagi.exe); дискоконусных антенн (discone2002.exe); J-антенн (j-pole.exe); SKY HOPPER - антенн состоящих из одного или нескольких линейных П-элементов, расположенных концами вниз, где горизонтальная часть равна половине длины волны, а вертикальные - ее четверти (sky2002.exe); а также параболических, сканирующих и других антенн. Представлены также программы для расчета конструктивных конденсаторов, гамма-согласователей, линий передачи и ВЧ



трансформаторов.

Программа «Топографические карты Украины» Николая Долманского (UT7RA), основана на материале Топографических карт Генерального штаба СССР масштаба 1:100000 (километровки) 1980-91 годов редакции, изготовленных в проек-



ции Гаусса-Крюгера и имеющих систему координат Пулково-1942. Карты Генерального штаба СССР довольно распространены на просторах седьмого континента Internet, но все они обладают ограниченными функциональными возможностями по сравнению с данной программой. Основные функциональные возможности программы:

1. Поиск населенного пункта по его названию, с выводом топографической карты окружающей местности на экран монитора. В базу данных поиска внесены 31627 населённых пун-

ктов находящиеся на территории Украины, и некоторых прилегающих территорий стран СНГ в зоне до 30 километров. Это наиболее полная и подробная информация, которая общедоступна на данный момент, и включает в себя малые населенные пункты с количеством жителей более 10 человек. С 537 листов Топографических карт Генерального штаба СССР, которые включают территорию Украины, были сняты технические параметры населенных пунктов и занесены в базу данных для удобного поиска.

2. Интегрирована возможность просмотра выбранной пользователем топографической местности на цветных снимках в натуральных цветах, выполненных из космоса в масштабе 12 метров на пиксель (если пользователь подключен к Internet). Для этого используется сервис, предоставляемый всемирно известной компанией Google Maps. При нажатии правой клавиши мышки, происходит привязка топографических координат карты с выводимой информацией сервиса.

3. Возможность измерения курсором мышки географических координат широты и долготы с точностью не менее 1" (секунды дуги).

4. Возможность измерения расстояний методом сферической тригонометрии, между топографическими объектами с точностью ± 15 метров на топографической карте. Также предусмотрена возможность измерения расстояний между двумя точками, методом фиксации нажатия правой клавиши мышки пункта А, и пункта В, с последующим выводом информации расстояния между ними.

5. Программа оборудована удобными диспетчерами карт, позволяющим оперативно и в визуальном режиме иметь наглядное представление о текущей топографической карте, оперативно осуществлять навигацию отображаемых карт.

Программа также снабжена и другими функциями, среди которых необходимо отметить следующие:

6. Увеличительная линза для просмотра фрагментов Топографических карт с увеличением $\times 2$ раза.

7. Функция установки маркера местоположения владельца данной программы, после чего расстояния и азимут текущего положения мышки отображаемые в нижней части окна программы StatusBar, рассчитываются относительно этой точки.

8. Программа оснащена возможностью распечатки выбранных фрагментов топографических карт, а также сохранения образа карты в отдельном файле.

9. Вмонтированная справочная система дает наглядное описание множества топографических знаков и сокращений, встречающихся на карте.

10. Для радиолюбителей предусмотрена возможность определения **QTH Locator**.

Минимальные системные требования для работы программы: ОС Windows 98Se/Me/2000/XP, процессор Athlon, Pentium 233 МГц, 64 МБ оперативной памяти, 20 МБ свободного места на жестком диске, 12-скоростное устройство для чтения компакт-дисков (желательно выше), Глубина цвета 16 бит, разрешение экрана 800х600 и выше.

Программа имеет период бесплатной эксплуатации 30 дней, после чего требует регистрации. Пользователям Internet это будет сделать не сложно. Ну а тем, у кого нет такой возможности, предусмотрены другие варианты, подробно оговоренные в файле ReadMe.txt, находящемся на CD с программой.

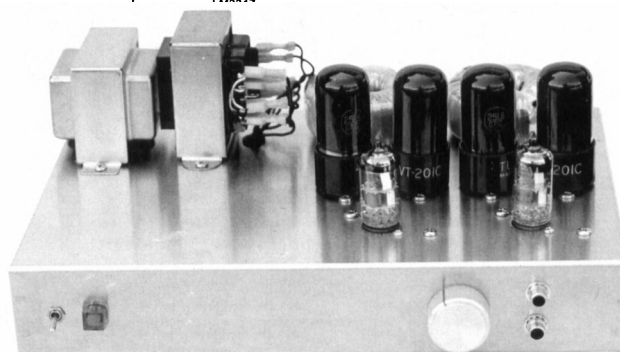
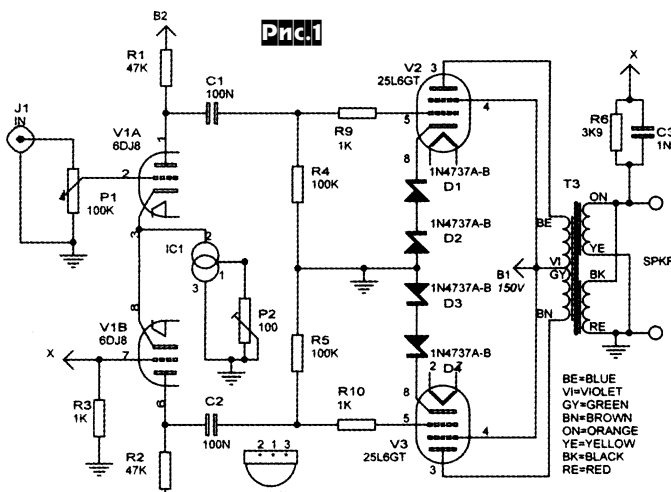
Этот программный продукт планируется постоянно совершенствовать и в следующих версиях будут добавлены новые функции и возможности не оговоренные в данном предисловии к программе. Последние новости о совершенствовании программы будут оперативно публиковаться на страничке информационной поддержки программы <http://www.desna.iatp.org.ua/Hard&Soft/MapUkraine.html>.

С вопросами о приобретении CD с программой и условиями регистрации обращаться к автору: Долманский Н.П. (UT7RA) - Email: dolomanskiy@mail.ru. Стоимость программы с учетом пересылки обычной бандеролью по Украине - 30 грн.

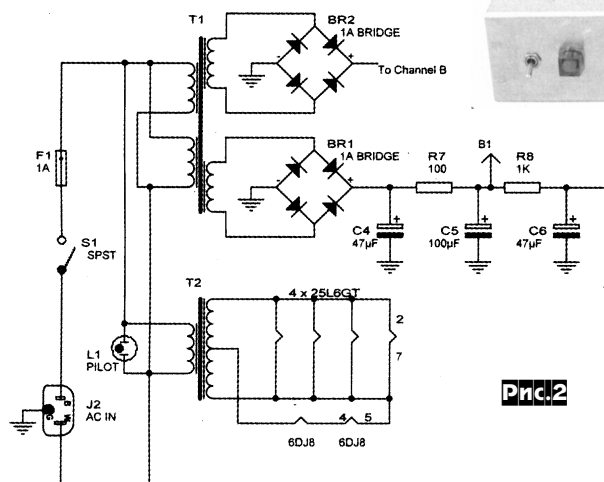
Боб Макинтайр давно мечтал собрать **УМЗЧ на октальных пентодах 25L6GT** для маломощных мониторов АС с тем, чтобы можно было наслаждаться истинно ламповым звучанием в фоновом режиме без оглядки на чрезмерный расход электроэнергии. Выбор 25L6GT (отечественные аналоги 25П1С, 30П1С) в качестве выходных ламп он объясняет их небольшим внутренним сопротивлением ($R_i = 10 \text{ кОм}$; для сравнения: 6П3С, 6П14П имеют $R_i = 25 \text{ кОм}$, 6П6С - 50 кОм, 6П3С-Е ~ 60 кОм, 6Ф6С - 75...80 кОм) при неплохой мощности/токе анода 10 Вт/50 мА, крутизне 9 мА/В и удобном накале 25 В/300 мА; эти недорогие лампы ранее широко применялись в настольных радиоприемниках и радиолах. Схемные решения усилителя нестандартны для ламповой техники. Входной каскад, он же фазоинверсный, выполнен (см. **рис. 1**) на двойном пальчиковом триоде V1A/B 6DJ8 (отечественный аналог 6Н23П) по схеме дифференциального усилителя (или усилителя с катодной связью). Катодный ток формируется ИМС генератора тока IC1 LM334Z, входной сигнал поступает на сетку V1A через регулятор громкости P1, а напряжение общей ООС глубиной 6 дБ - на сетку V1B через R6C3R3. Выходной двухтактный каскад выполнен на V2, V3 в пентодном включении, смещение которых формируется стабилитронами D1-D4 (7,5 В, 1 Вт каждый). Поскольку напряжение на стабилитронах постоянно, то такое решение формирует по сути фиксированное смещение, но без необходимости дополнительных обмоток сетевого трансформатора и маломощного выпрямителя напряжения смещения отрицательной полярности. С другой стороны, по сравнению с на первый взгляд схемно похожим распространенным автоматическим смещением катодным резистором, данное решение не требует электролитических шунтирующих конденсаторов, т.е. дешевле и менее габаритно, и, кроме того, дает гораздо лучшую АЧХ и ФЧХ на низших звуковых ча-

стотах. В качестве выходного трансформатора T3 используется 30-ваттный сетевой (Avel Lindberg Y236102; http://avellindberg.com/transformers/y23_range_specs.htm; с ним верхняя граница АЧХ усилителя простирается до 30 кГц) на тороидальном магнитопроводе с двумя первичными обмотками 2x120 В (соединены последовательно) и двумя вторичными 2x12 В (соединены параллельно). Схема блока питания показана на **рис. 2**. Здесь отдельные трансформаторы для анодного (T1, Parallax Power Corp. 553-VPS230190, 43 Вт, вторичные обмотки 115 В / 0,38 А; <http://www.mouser.com/catalog/614/845.pdf>) и накального (T2, Radio Shack 273-1512, 50 Вт, вторичная обмотка 2x12,6 В / 2 А; <http://www.radioshack.com>) питания, а также отдельные для правого и левого

P2 анодных напряжений V1A, V1B, равных 75 В, а также контроле напряжений на катодах V2, V3, которые должны составлять 15 В. Если при первом включении усилитель самовозбуждается, то измените полярность включения вторичных обмоток выходного трансформатора T3. Выходная мощность усилителя относительно невелика - 2 x 3 Вт, но ее достаточно для комфортного прослушивания высококачественных фонограмм на чувствительных мониторов АС, а отличная проработка низших звуковых частот дает фору по звучанию многим гораздо более мощным «лампадикам». Во всяком случае, конструкцию можно смело рекомендовать в качестве «первой пробной» для любителей лампового звука («AudioXpress» №4/2006, с.34-37). **Примечание редакции «РХ».** Выходной трансформатор при самостоятельном изготовлении должен иметь первичную обмотку 2x 1000 витков провода 0,15...0,17 мм, вторичную (на 8 Ом) - две секции по 100 витков, соединенные параллельно, диаметр провода провода 0,5...0,55 мм. Порядок намотки: I-II-I-ср. точка-I-II-I, магнитопровод сечением 7-8 см².



Войцех Ворачек одной конструкцией постарался «убить двух зайцев» - его **полный ламповый УМЗЧ** пригоден как для меломана, так и для музыканта (для этого автор оснастил свое устройство



стереоканалов анодные выпрямители с П-образными сглаживающими фильтрами C4R7C5R8C6 и стабилизаторами D5D6 (56 В, 1 Вт каждый). Настройка заключается в установке триммером

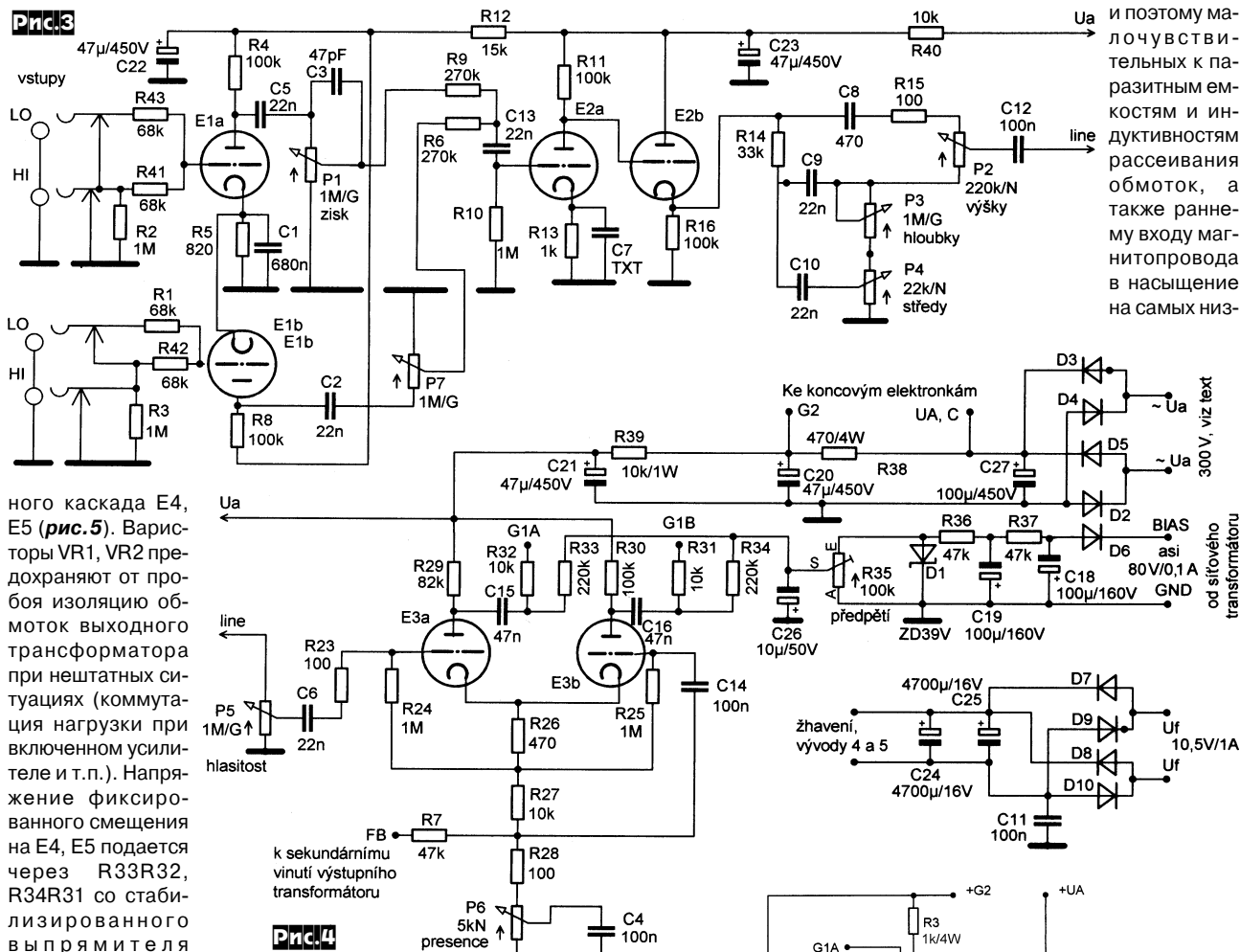
добие популярного комплекта Marshall JTM-45). Ламповый предусилитель (**рис. 3**) имеет два входа с высоким (1 МОм) HI и низким (130 кОм) LO входным сопротивлением, сигналы с которых после усиления каскадами на триодах E1a, E1b микшируются на пассивном делителе R6R9R10 с отдельными регуляторами чувствительности P1, P7. После усиления (E2a) и развязки (E2b) напряжение поступает на пассивные регуляторы тембра B4 (P2), НЧ (P3) и СЧ (P4). Выходной усилитель (**рис. 4**) содержит регулятор громкости P5, звуковое напря-

ДАЙДЖЕСТ

жение с которого поступает на фазоинверсный каскад на триодах E3a, E3b. Противофазные сигналы с анодов этих ламп через C15R32 и C16R31 поступают на управляющие сетки ламп выход-

ной (порядка 10 кГц) полосы пропускания. Некоторого улучшения удается добиться схемными ухищрениями, одним из которых является применение «Циркуляторов», имеющих малое выходное сопротивление и поэтому малочувствительных к паразитным емкостям и индуктивностям рассеивания обмоток, а также раннему входу магнитопровода в насыщение на самых низ-

противление и поэтому малочувствительных к паразитным емкостям и индуктивностям рассеивания обмоток, а также раннему входу магнитопровода в насыщение на самых низ-

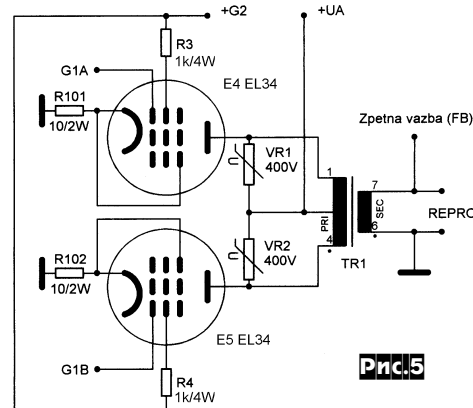
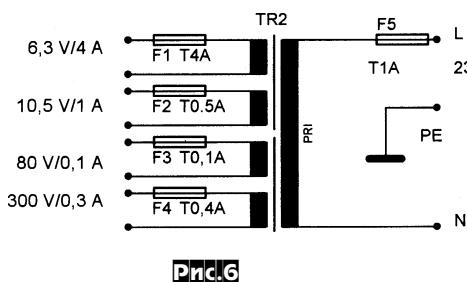


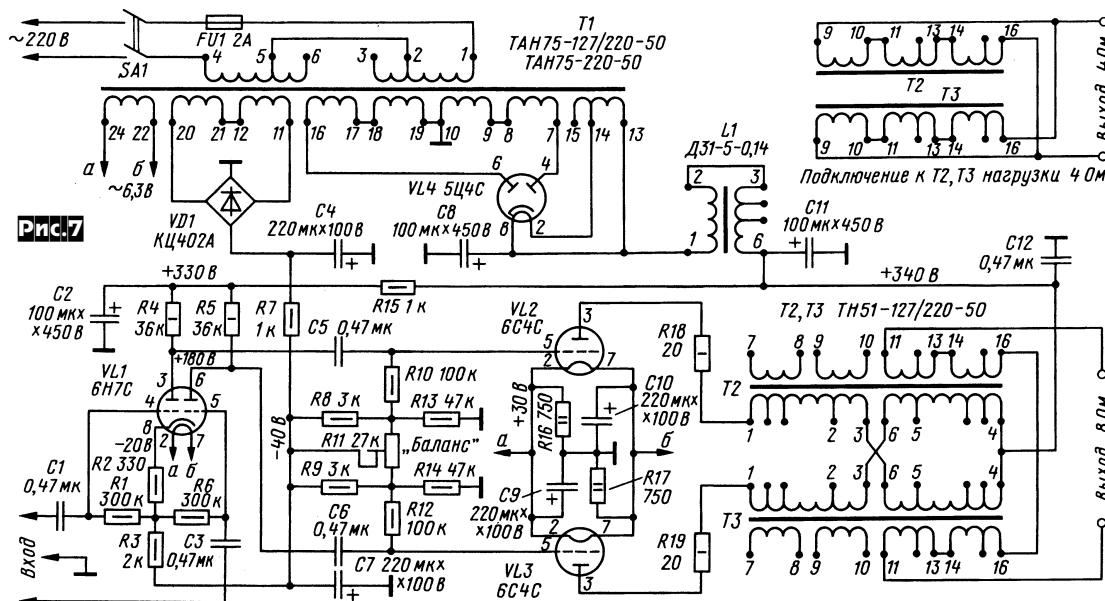
ного каскада E4, E5 (рис. 5). Варисторы VR1, VR2 предохраняют от пробоя изоляцию обмоток выходного трансформатора при нештатных ситуациях (коммутация нагрузки при включенном усилителе и т.п.). Напряжение фиксированного смещения на E4, E5 подается через R33R32, R34R31 со стабилизированного выпрямителя D6C18D1R35 (рис. 4). Лампы выходного каскада работают в пентодном режиме и нагружены на выходной трансформатор TR1. С его вторичной обмотки напряжение обратной связи (FB) подается через R7 (рис. 4) и C14 на один из входов фазоинвертора-дифкаскада - сетку E3b. Конденсатор C4 с переменным резистором P6 в этом каскаде формируют т.н. «фильтр присутствия» (PRESENCE). Отдельного блока питания конструкция не имеет - все выпрямители смонтированы на общей с усилителем плате (рис. 4), схема и параметры сетевого трансформатора изображены на рис. 6. Выходной трансформатор - OTR 40W-1 (GES; 35 Вт, Raa = 3,4 кОм, Rn = 4/8 Ом, <http://www.ges.cz/sheet/>

мы в выходном каскаде можно применить 6П14П, но в этом случае максимальная выходная мощность уменьшится с 50 до 20 Вт («Практика электроника А Радио» №2/2006, с.10-14, №3/2006, с.20-22, №4/2006, с.30-32 *).

Камнем преткновения для многих начинающих аудиофилов, заинтересовавшихся ламповыми УМЗЧ, является выходной трансформатор. Его корректный расчет и особенно изготовление сегодня, пожалуй, менее доступны, чем, скажем, компьютера. Неудивительно поэтому желание попробовать приспособить для аудиоприменений уже готовые доступные унифицированные сетевые трансформаторы серий ТАН, ТН («зеленые»). Но магнитопровод и технология изготовления таких трансформаторов, по сравнению с принятой для высококачественных звуковых, кардинально упрощены. Они не имеют секционированных обмоток и служат для работы на частоте 50 Гц, поэтому зачастую звучание оказывается разве что удовлетворительным ввиду занижен-

ких звуковых частотах. Еще одним способом схемного усовершенствования «сетевых лампадников» является использование дифференциального последовательного/параллельного включения двух одинаковых унифицированных сетевых трансформаторов вместо одного аудиофильского. Суть такого способа состоит в том, что через равные части первичной обмотки каждого из двух трансформаторов пропускаются анодные токи противоположных ламп выходного двухтактного каскада, причем фазировка обмоток выбирается так, чтобы потоки от постоянных токов анодов ламп вычитались. Понятно, что противофазные пе-



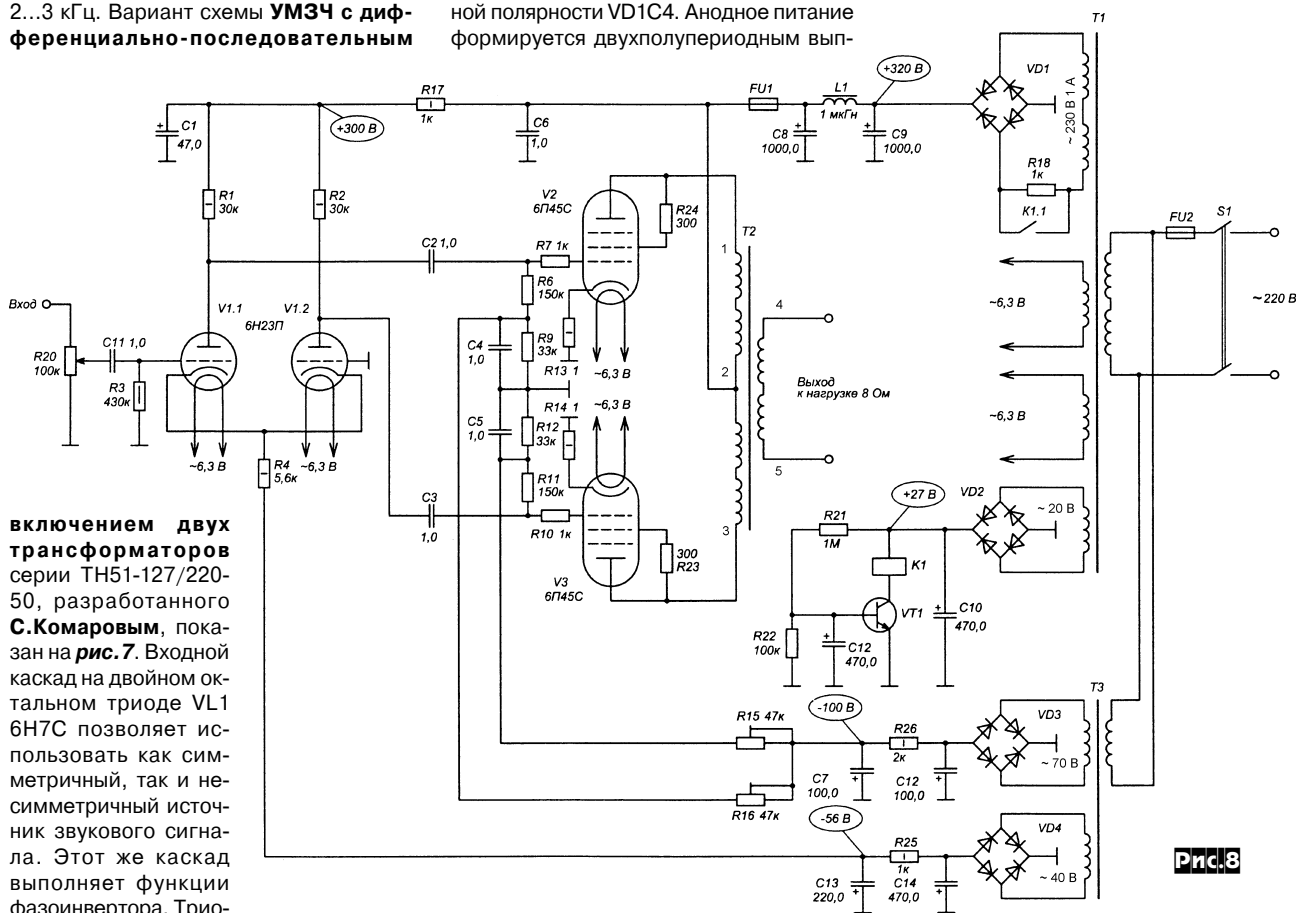


ременные составляющие анодных токов при этом складываются. Половины анодных обмоток для каждой лампы оказываются разнесенными на разные катушки и даже разные магнитопроводы, поэтому эквивалентные паразитные емкости между обмотками уменьшаются, а верхняя граница АЧХ расширяется на 2...3 кГц. Вариант схемы **УМЗЧ с дифференциально-последовательным**

ды выходного каскада VL2, VL3 6C4C, отличающиеся высокой линейностью и малым внутренним сопротивлением, работают в режиме класса А с током анода 40 мА и комбинированным смещением: часть его задается цепочками автосмещения R16C10, R17C9, а остальное - выпрямителем напряжения отрицательной полярности VD1C4. Анодное питание формируется двухполупериодным вып-

рямителем на кенотроне VL4 и П-образном сглаживающем фильтре С8L1C11. Выходная мощность усилителя 15 Вт при коэффициенте гармоник 2,5% («Радио» №4/2006, с.16-19).

УМЗЧ на «строчно-телевизионных» пентодах 6П45С (рис.8), разработанный **Владимиром Горевым** при поддержке Анатолия Манакова, обеспечивает номинальную мощ-



включением двух трансформаторов серии ТН51-127/220-50, разработанного **С.Комаровым**, показан на **рис.7**. Входной каскад на двойном октальном триоде VL1 6Н7С позволяет использовать как симметричный, так и несимметричный источник звукового сигнала. Этот же каскад выполняет функции фазоинвертора. Трио-

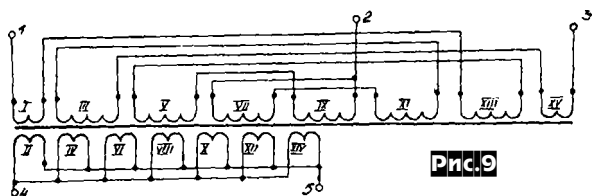


Рис.9

ния ведомого плеча (V1.2), поскольку вторая (ведомая) половина лампы V1 раскачивается по катоду и коэффициент усиления у неё немного меньше, чем у ведущей (V1.1) половины. Такая процедура налаживания полезна и тем, что час-

эмоциональности музыкальной фонограммы, Эд Саймон пришел к известным High-End выводам о предпочтительности работы электронного прибора выходного каскада в **однотактном режиме класса А** и нежелательности разветвления выходного тока на несколько параллельных приборов. Результатом его поисков стал **УМЗЧ**, схема которого показана на **рис. 10**. Входной дифференци-

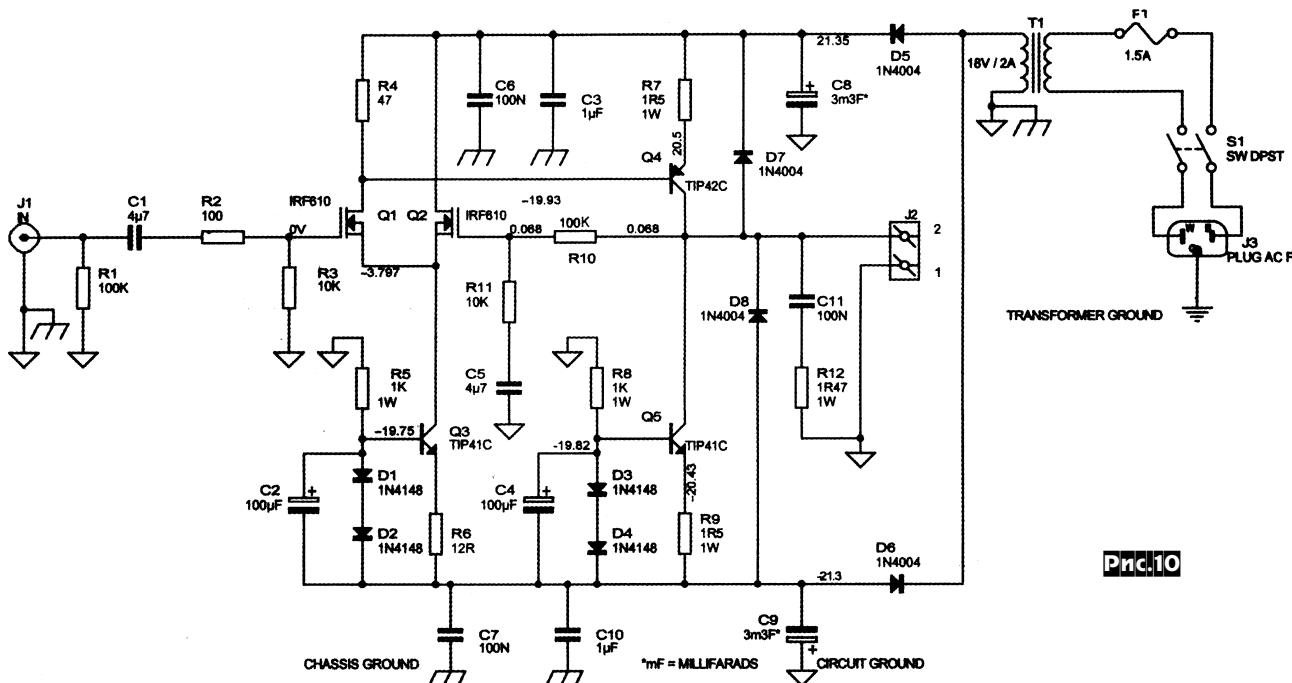


Рис.10

ного выпрямителя на VD3 и благодаря соединению вторых сеток с анодами работают в триодном режиме. На транзисторе VT1 выполнено реле времени, задерживающее подачу полного анодного напряжения на время разогрева катодов ламп при включении питания. Сетевой трансформатор T1 - унифицированный ТС-200. Низкий уровень искажений и широкополосность без ООС достигнуты качественной конструкцией выходного трансформатора и точной юстировкой фазоинверсного каскада. T2 выполнен на магнитопроводе Ш40х60, схема его обмоток изображена на **рис.9**. Намотка обмоток рядовая виток к витку, их расположение на каркасе соответствует последовательности римских номеров обмоток. Все обмотки намотаны проводом ПЭТВ 0,35 мм; I, IV, VI, VIII, X, XII, XV однослойные и содержат по 110 витков, III, V, VII, IX, XI, XIII двухслойные и содержат по 220 витков. Обмотки II и XIV составлены из двух слоев по 110 витков, соединенных параллельно. 8-омная нагрузка подключается к выводам 4-5 вторичной обмотки. Выполненный таким способом трансформатор на активной 8-омной нагрузке обеспечивает полосу от 17 Гц до 100 кГц, а в составе усилителя обеспечивает равномерную АЧХ от 26 Гц до 36 кГц. При налаживании для симметрирования фазоинвертора последовательно с R2 необходимо включить подстроечный резистор сопротивлением 4,7 кОм и им осуществить юстировку усиле-

точно компенсирует даже некоторое различие характеристик ламп выходного каскада. Критерий симметрии - минимум коэффициента гармоник при подаче на вход синусоиды частотой 1 кГц такой амплитуды (порядка 1 В), чтобы на 8-омной нагрузке достигалась мощность 20...30 Вт. После этого подстроечный резистор заменяют дополнительным постоянным с таким же сопротивлением («Радиолюбитель» №4/2006, с.20, 21).

Основываясь на убеждении, что УМЗЧ должен вносить минимальные искажения для тех компонентов звукового сигнала, которые важны для передачи

альный каскад выполнен на полевых транзисторах Q1, Q2 с генератором тока 60 мА на Q3 в цепи питания истоков. Мощный биполярный транзистор Q4 выходного каскада включен по схеме с ОЭ и работает в режиме класса А благодаря генератору тока 0,6 А на транзисторе Q5. Весь усилитель охвачен общей ООС по цепи R10R11C5, обеспечивающей стабильность рабочей точки («нуль на выходе») и коэффициент усиления $K_u = 1 + R10/R11$. Благодаря такому построению усилитель не нуждается в налаживании и снисходителен к пульсациям питающего напряжения - оказались до-

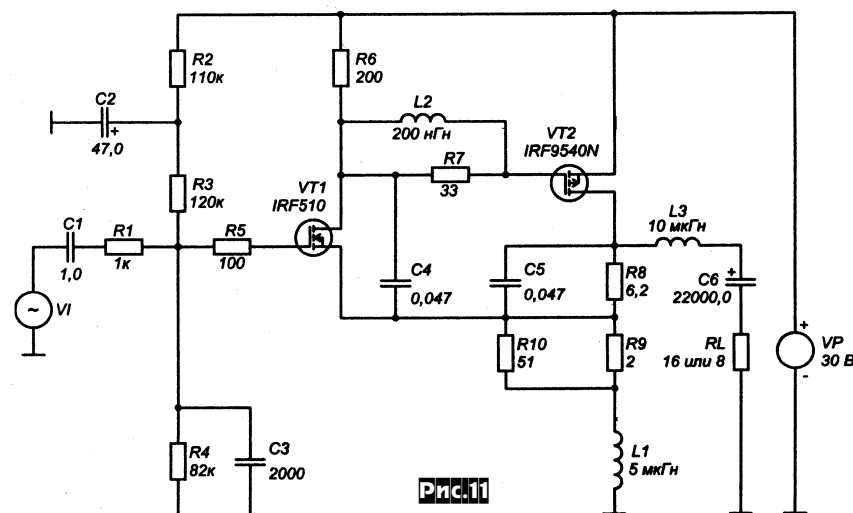


Рис.11

статочными простейшие однополупериодные выпрямители D5C8, D6C9 (емкости конденсаторов 3,3 мФ = 3300 мкФ!) и сетевой трансформатор Т1 с единственной вторичной обмоткой на 18 В/2 А. На транзисторах Q4 и Q5 постоянно рассеивается мощность около 13 Вт, поэтому для их охлаждения необходимо применить радиаторы площадью около 100 см². АЧХ усилителя простирается до 100 кГц, а вносимое фазовое запаздывание на частоте 20 кГц не превышает 5 электрических градусов. На 8-омной нагрузке усилитель развивает мощность 1,5 Вт, что вроде бы немного, но автор убеждает, что, прослушав на нем звучание ваших любимых фонограмм в течение нескольких часов, вы заметите такие мелкие нюансы исполнения, что уже не захотите вернуться к на порядок или даже два более мощным двухтактным усилителям класса АВ, В или D («AudioXpress» №4/2006, с.24-33).

Однотактный УМЗЧ Константина Мусатова выполнен на двух мощных полевых транзисторах VT1, VT2 разной проводимости (рис. 11).

Коэффициент усиления этих двух каскадов без ООС составляет 50 дБ, а с общей ООС (R8R9R10) - 12 дБ. Довольно глубокая (50 - 12 = 38 дБ) ООС потребовалась автору для того, чтобы реактивными элементами L2, C4, C5, L1 так скорректировать частотную зависимость петлевого усиления, чтобы коэффициент гармоник в звуковом диапазоне перестал зависеть от частоты (обычно же он увеличивается на ВЧ), а его зависимость от выходной мощности стала линейной. Два отмеченных признака являются философской основой дизайна High-End УМЗЧ фирмы Lamm Industries (http://www.soundstage.com/revequip/lamm_ideal.htm), создающей 18-ваттные SE усилители ML2 ценовой категории 30000\$ на лампах 6Н6П и 6С33С (<http://www.soundstage.com/revequip/rise39.htm>). По словам Константина, ему удалось реализовать эту философию менее дорогими средствами. Результаты измерения Кг УМЗЧ по схеме рис. 11 на 8-омной нагрузке следующие:

Вых. мощн.	Kr(1 кГц)	Kr(10 кГц)
4 Вт	0,09%	0,08%
1 Вт	0,03%	0,02%
0,04 Вт	0,003%	0,003%

Номинальная выходная мощность усилителя 4 Вт, верхняя частота среза 33 кГц, номинальная чувствительность 2 В. Ток покоя транзистора выходного каскада VT2 составляет 2,1 А, рассеиваемая на VT1 мощность равна 0,5 Вт, VT2 - 27 Вт, его необходимо установить на

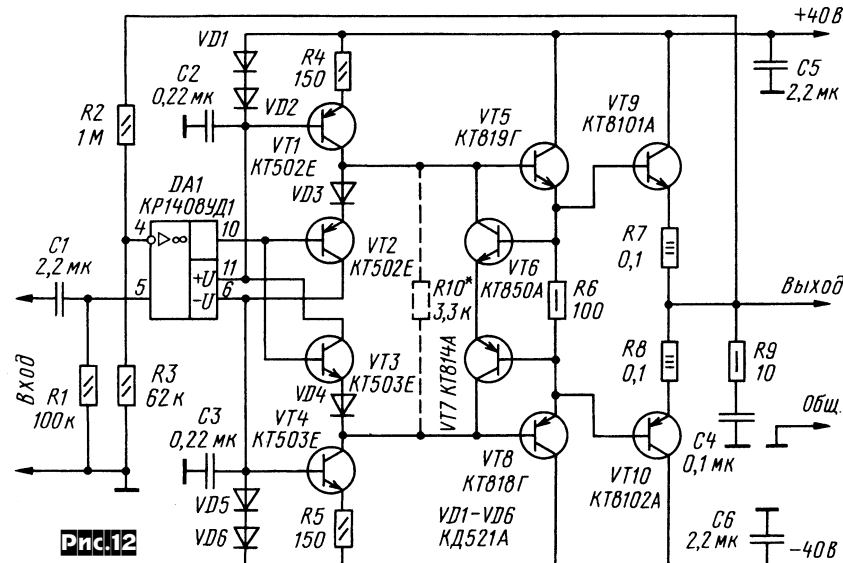


Рис.12

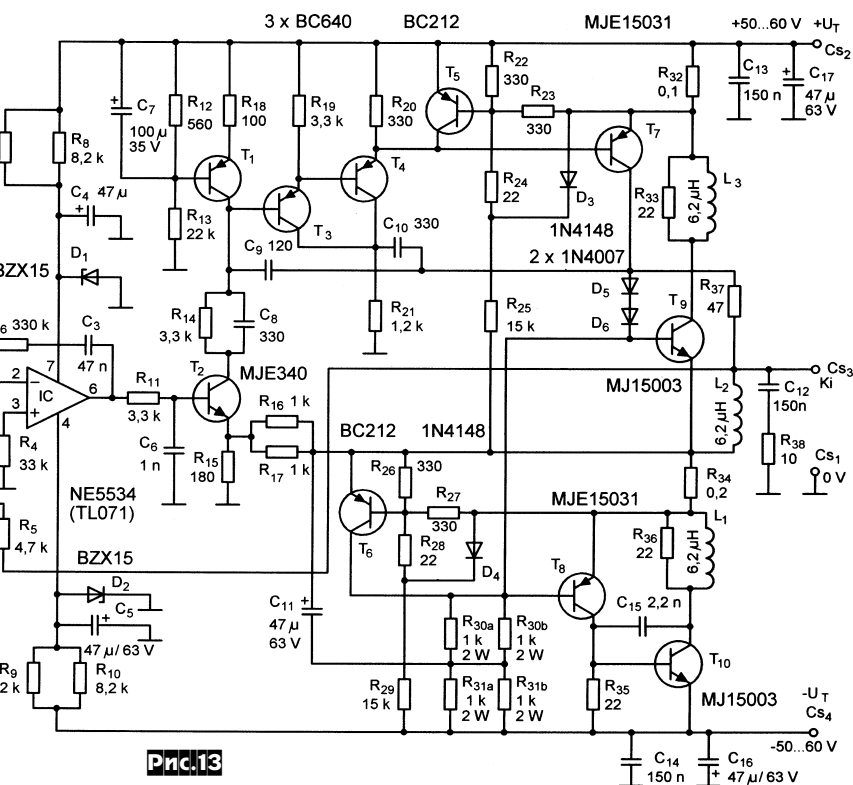
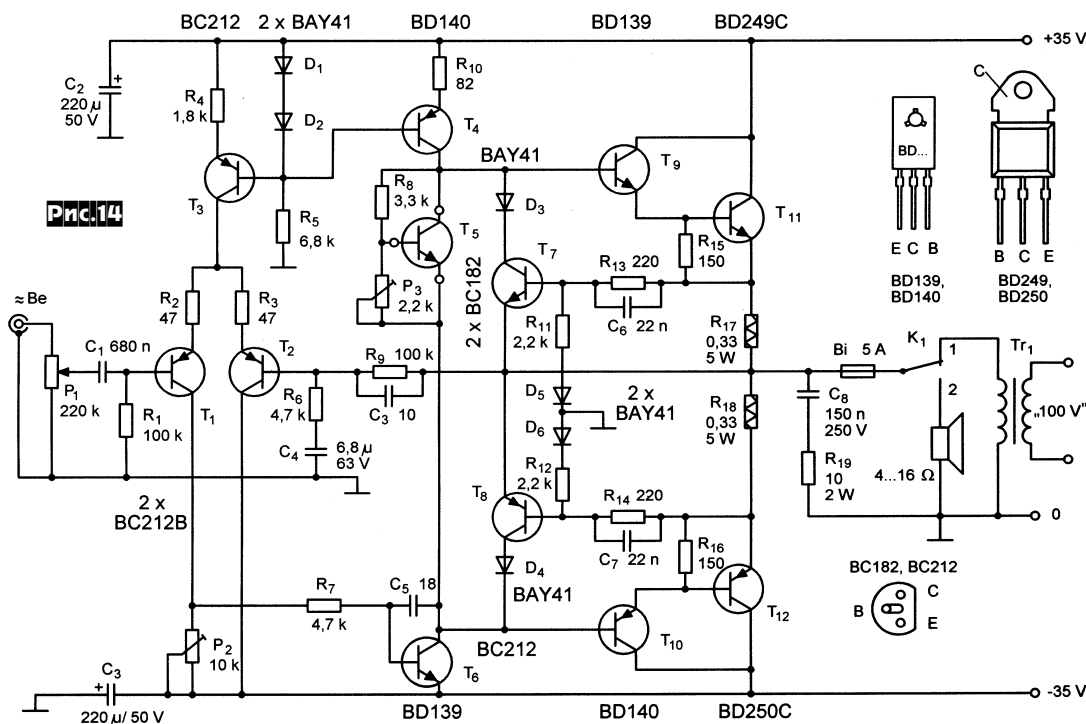


Рис.13

эффективный радиатор. Мощность резисторов R8 не менее 25 Вт, R9 - 10 Вт, R10 - 0,5 Вт. Питание устройства осуществляется от источника напряжением 30 В при токе 2,5 А. Катушка L2 намотана на резисторе R7, L1 и L3 - бескаркасные («Радиолуатель» №4/2006, с.24).

В УМЗЧ конструкции А.Чивильча (рис. 12) благодаря использованию высоковольтного ОУ DA1 транзисторы всех усилительных каскадов VT2, VT3, VT5, VT8, VT9, VT10 включены по схеме с общим коллектором, т.е. работают как

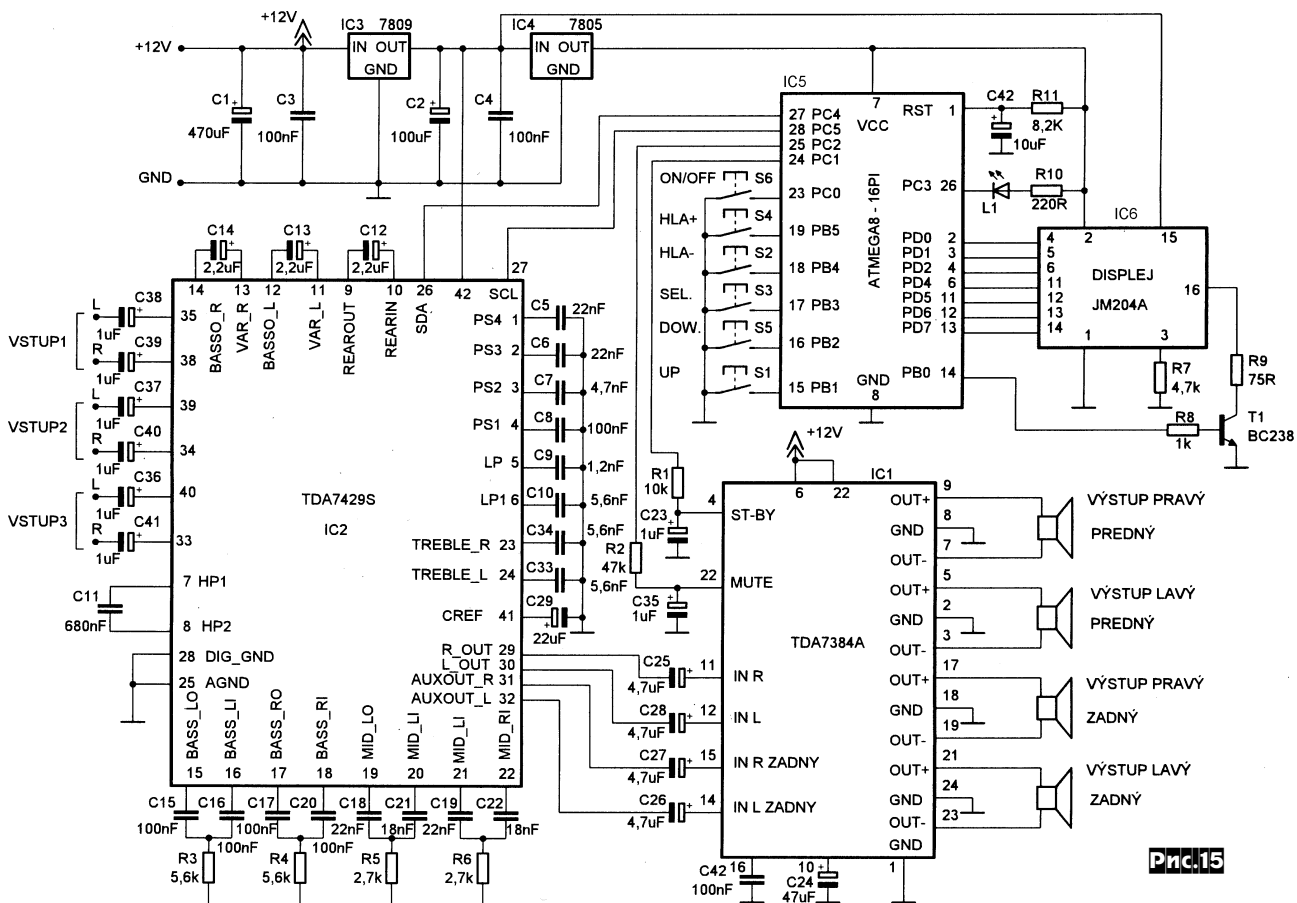
«чистые» усилители тока ($K_u < 1$), в то время как усиление напряжения сосредоточено внутри ОУ. Напряжение на эмиттерном переходе VT2 с диодом VD3 (в нижнем двухтактном плече VT3, VD4) компенсируется напряжением на двух эмиттерных переходах VT5, VT9 транзисторов обратной проводимости (VT8, VT10), т.е. тройка двухтактных эмиттерных повторителей формирует т.н. «параллельный» усилитель. Для стабилизации режима выходного каскада применен транзисторный шунт VT6, VT7. Общая ООС

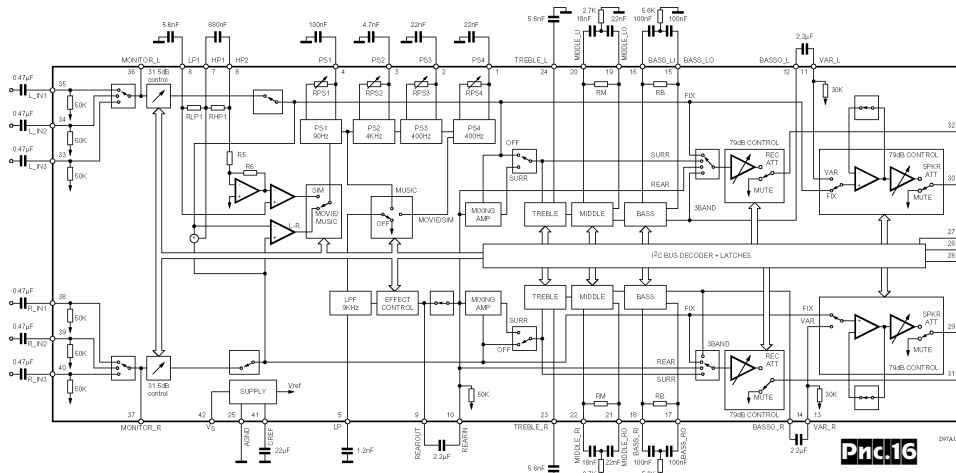


через резисторы R2, R3 задает коэффициент усиления $K_u = 1 + R_2/R_3$. Номинальное входное напряжение 1 В, выходная мощность на нагрузке 8 Ом 50 Вт, полоса рабочих частот 10 Гц ... 30 кГц, коэффициент гармоник 0,1 %. Мощные транзисторы необходимо установить через слюдяные прокладки на радиатор площадью 800 см² («Радио» №5/2006, с. 19-21 *).

Е.Урбан умушил до 200 Вт (на нагрузке 4 Ома) исходно 30-ваттный легендарный английский **QUAD 405**. В свое время это был первый УМЗЧ с $K_g=0,02\%$, достигнутом коррекцией искажений выходного двухтактного каскада (Т9 и Т10, работающих с нулевым начальным током, т.е. в режиме класса В) посредством т.н. «прямой связи» (**feed forward**

error correction - FFEC). Ее суть состоит в том, что (см. рис. 13, с. 17) элементы R16//R17 = R*, C9, R37 и L2 вместе с усилителем напряжения Т2Т3Т4Т7 и выходным каскадом Т8Т9Т10 образуют мост, при условии баланса которого L2/C9 = R37R* искажения выходного каскада (в первой диагонали моста) не попадают на выход усилителя, т.к. компенсируются током с коллектора Т7 через R37 в нагрузку усилителя. Кроме петли ООС (R15R16R17), охватывающей транзисторные каскады системы FFEC, имеются также цепи местной ООС ОУ





THE SWITCHES POSITION MATCHES THE RESET CONDITION

диаметром 13 мм, а L2 - 22 витка такого же провода на каркасе 16 мм («Radiotechnika» №4/2006, с. 189-192 *).

Классический транзисторный УМЗЧ Двора Плаховича (рис. 14) на нагрузке сопротивлением 4 Ома развивает **60 Вт** при коэффициенте гармоник 0,4%. Входной дифкаскад T1T2 питается генератором тока T3. Триммер P2 на его выходе позволяет при налаживании установить нулевой потенциал на выходе усилителя. Через R7 сигнал поступает далее на усилитель напряжения, выполненный на транзисторе T6 по схеме с общим эмиттером и нагруженный на генератор тока (T4). T5 формирует цепь стабилизации начального тока транзисторов выходного двухтактного каскада (T9-T12), триммером P3 при налаживании задают начальный ток коллекторов T11 и T12 около 100 мА. Переключателем K1 к выходу усилителя можно подключить повышающий трансформатор Tr1, который превращает усилитель в трансляционный для озвучки удаленными на значительное расстояние рупорными громкоговорителями («Radiotechnika» №5/2006, с. 250-253).

Михал Данек и Ян Матя разработали **4-канальный УМЗЧ (рис. 15)** на основе звукового процессора с матрицей **объемного звука IC2** и 4-канального интегрального усилителя мощности IC1 с мостовыми выходными каскадами, работающими в режиме класса AB. IC2 содержит (рис. 16) коммутатор трех стереовыходов VSTUP1...VSTUP3, регуляторы громкости/баланса (-79...0 дБ с шагом 0,5 дБ) и тембра ВЧ/СЧ/НЧ (каждый на ±14 дБ с шагом 2 дБ), а также симулятор объемного звучания с четырьмя вариантами режима MUSIC и 256 вариантами режима MOVIE AND SIMULATED. Управление комплексом осуществляется кнопками S1-S6 посредством команд, вырабатываемых микроконтроллером IC5 и передаваемых в звуковой процессор IC2 по шине I²C и в усилитель IC1 на входы приглушения MUTE и дежурного режима ST-BY. Индикацию режимов осу-

ществляет 4-строчный 20-знаковый ЖК-дисплей с матрицей 5x7 точек IC6, данные на который поступают также с микроконтроллера IC5. hex-файл прошивки контроллера доступен по адресу http://www.aradio.cz/programs/zes_surround.zip (7,2 КБ). Питание устройства осуществляется однополярным напряжением 12...18 В с током до 4,8 А, маломощные и цифровые каскады питаются через интегральные стабилизаторы IC3, IC4. Выходная мощность на нагрузке сопротивлением 4 Ома составляет 4 x 18 Вт при коэффициенте гармоник 0,04% («Prakticka elektronika A Radio» №3/2006, с. 16-19 *).

Цифровой регулятор громкости и тембра Вадима Яцкевича (рис. 17) выполнен на звуковом процессоре DA1, обеспечивающем регулировку громкости от -80 до +6 дБ с шагом 2 дБ, тембра ВЧ/НЧ на

±12 дБ с шагом 3 дБ, эффектов «расширенное стерео»/«псевдостерео»/«форсированное моно» и коммутацию двух стереовыходов IN1/IN2. Команды управления передаются по шине I²C от микроконтроллера DD1, реагирующего на нажатие кнопок SA1-SA5 (рис. 18). Прошивка контроллера в виде hex-файла и исходных асм-кодов, а также рисунок печатной платы в формате *.lay доступны по адресу <http://www.radioliga.com/Proshivki/rgt.zip> (24 КБ). В конфигураторе программатора необходимо указать тип генератора XT и включить бит PWRT. При выключении питания уровень громкости запоминается, а остальные параметры сбрасываются в нуль и вход IN1. Напряжение питания устройства 10,8...13,2 В, чувствительность 300 мВ, коэффициент гармоник 0,05%, относительный уровень собственных шумов -86 дБ («Радиолуитель» №4/2006, с. 22, 23 *).

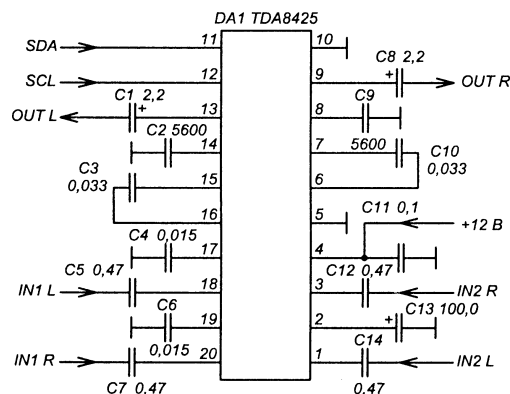
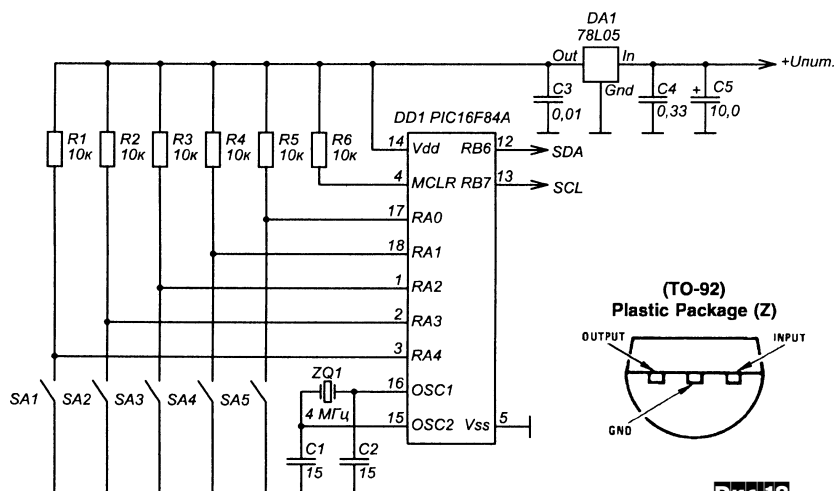
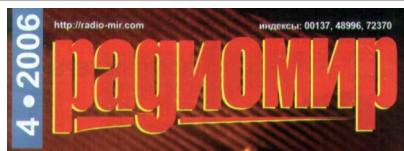


Рис. 17



SA1 - увеличение громкости, тембра.
SA2 - переключение регуляторов: громкости/тембр НЧ/тембр ВЧ.
SA3 - уменьшение громкости, тембра.
SA4 - переключение эффектов: стерео/расширенное стерео/моно/псевдостерео.
SA5 - работа с входа 1/входа 2.

Для преобразования в профессиональной аудиоаппаратуре **балансного входа в несимметричный или наоборот** Марсель ван де Жевель предложил устройство, заменяющее симметрирующий трансформатор, обычно применяемый для элиминации «земляных» проблем. Напряжение между инвертирующим IN- и неинвертирующим IN+ вхо-



вивалентным вторичной обмотке симметрирующего трансформатора. Небольшие искажения, генерируемые парой Q1Q2, в значительной степени (зависит от согласованности входной и выходной пар) компенсируются аналогичной нелинейностью пары Q3Q4. При питании от двухполярного источника напряжением ± 15 В устройство справляется с



кой нагрузкой (SRPP) обеспечивает требуемое усиление по напряжению и низкое выходное сопротивление для исключения влияния нагрузки или межблочных кабелей на общую АЧХ. Коэффициент усиления устройства на частоте 1 кГц составляет 36 дБ, коэффициент гармоник при входном напряжении 10 мВ на частоте 1 кГц не превышает 0,05%, уро-

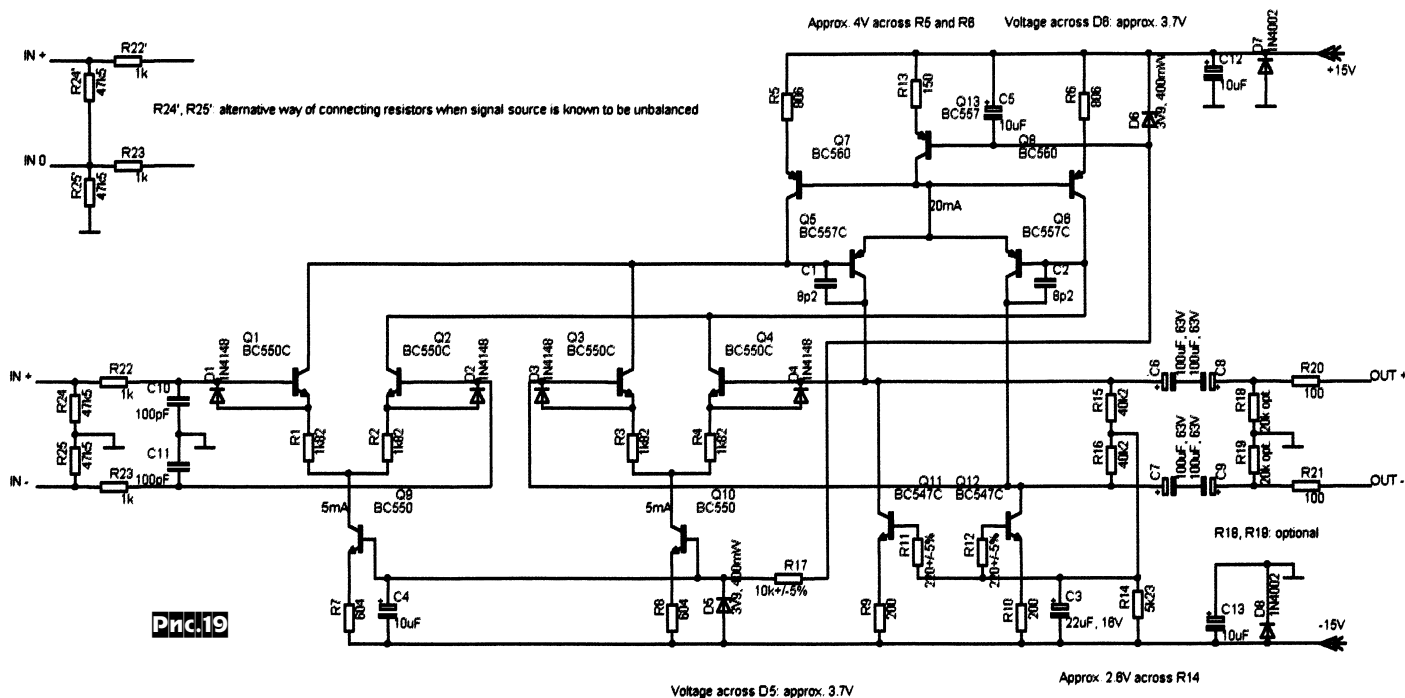


Рис.19

дами (рис. 19) преобразуется в ток дифференциальной парой Q1-R1-R2-Q2. Напряжение между инвертирующим OUT- и неинвертирующим OUT+ выходами также преобразуется в ток аналогичной дифференциальной парой Q3-R3-R4-Q4. Разность токов первой и второй пар управляет транзисторами выходной пары Q5, Q6 таким образом, чтобы разность между выходными и входными дифференциальными напряжениями свелась к нулю, т.е. выход по существу является плавающим источником напряжения, эк-

сигналами уровнем до ± 9 В. Любой из его выходов/входов можно заземлить, преобразовав балансность в несимметричность («Electronics World» №5/2006, с. 52-54).

Винил-корректор на полевых транзисторах (рис. 20), предложенный А. Гурским, построен по традиционной для ламповых конструкций схеме. Первый каскад на VT1 с общим истоком имеет линейную АЧХ и нагружен на пассивную цепь RIAA-коррекции R6-R8C3-C5. Второй каскад на VT2, VT3 с динамичес-

вень собственных шумов - 80 дБ («Радиомир» №4/2006, с. 5-7).

Мартин Поспишилик для улучшения качества голосового общения через интернет или радиотрансиверы разработал микрофонный предусилитель с компрессором (рис. 21), который позволяет избежать перегрузок или заниженного уровня сигнала. Напряжение 0,75 В на его выходе (регулируется при необходимости переменным резистором R21) поддерживается с точностью от -3,5 дБ до +2 дБ при изменении входного в широком (более 40 дБ) диапазоне от 0,1 до 12,5 мВ (рис. 22). Входной каскад на маломощном транзисторе T1 BC547 в режиме микроотоков коллектора (200 мкА) обеспечивает уровень шумов не хуже -60 дБ относительно 1 мВ. Стабилизацию выходного уровня обеспечивает оптопара из 5-мм/20 мА светодиода D4, нацеленного прямо на фоторезистор R16 (темновое сопротивление 1 МОм, освещенное 5 кОм). Яркость светодиода управляется напряжением на выходе устройства, усиленным каскадом на OY102B, выпрямленным детектором на D5D6C10 и усиленным по току транзистором T2. Увеличение яркости свечения D4 приводит к уменьшению сопротивле-

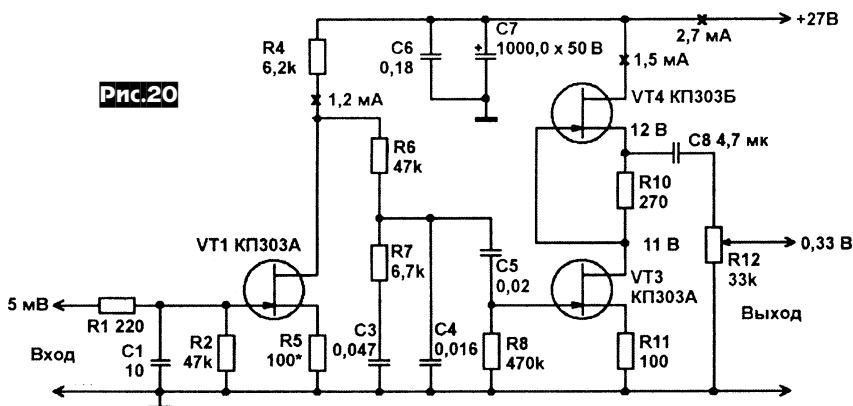
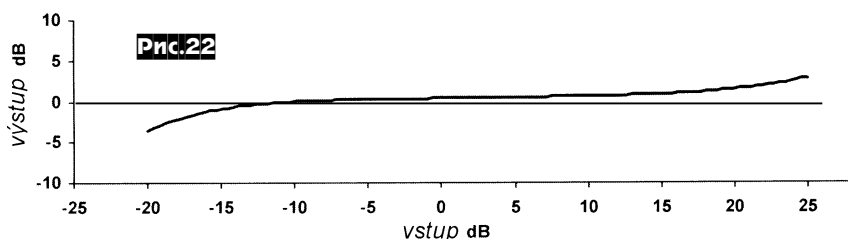
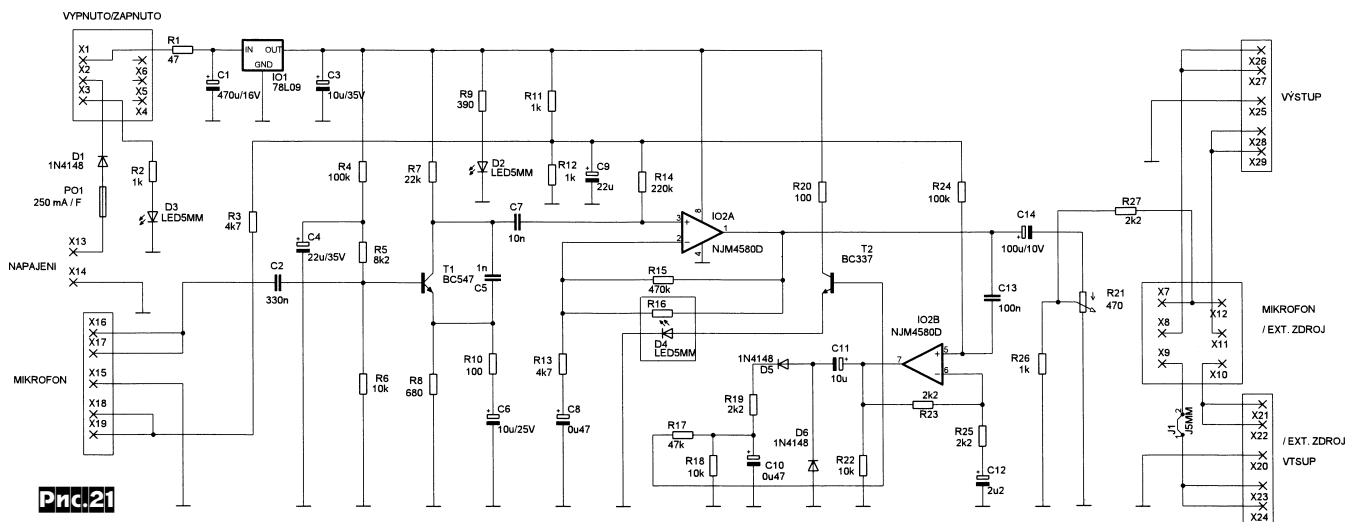


Рис.20



ния фоторезистора и увеличению глубины ООС, охватывающей ОУ IO2A, т.е. к уменьшению (фактически стабилизации) выходного уровня без ограничения или увеличения нелинейных искажений. Быстродействие детектора достаточно, чтобы успевать следить за изменением уровня микрофонного сигнала, вызванного перемещением диктора в пределах операторской комнаты. АЧХ устройства линейна от 150 Гц до 15 кГц, питание осуществляется от ПК (+12 В) через интегральный стабилизатор IO1 («Prakticka elektronika A Radio» №4/2006, с. 19-22 *).

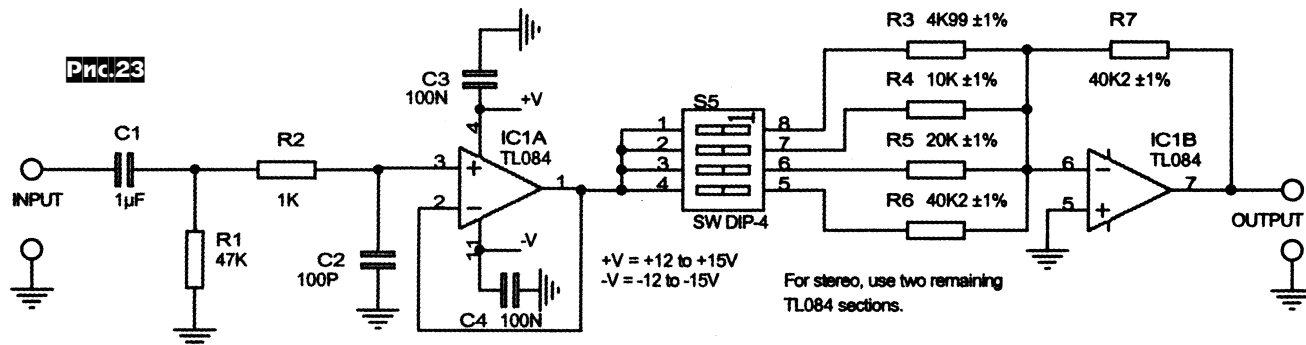
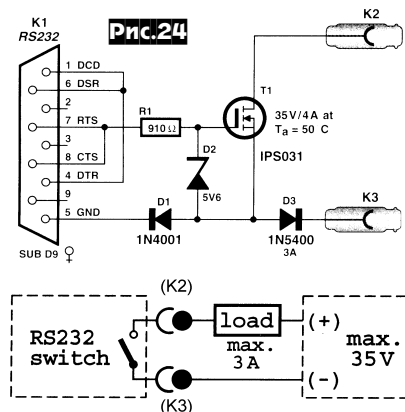
Оперативное согласование или выравнивание уровней аудиосигналов - вот назначение **линейного предусилителя**, разработанного им Карлом Каспером и используемого им при соединении аудиоблоков и устройств с нестандартными или неизвестными входными/выходными уровнями. Входной буфер (рис.23) на ОУ IC1A нагружен на 4 микропереключателя S5, которыми можно коммутировать резисторы R3-R6 в цепи ООС ОУ IC1B и таким образом задавать коэффициент передачи устройства в диапазоне от 1 до 15 в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Ku	S5
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

Здесь 0 соответствует разомкнутому, а 1 - замкнутому состоянию микропереключателей. АЧХ устройства с большим запасом охватывает весь звуковой диапазон, питание можно осуществлять от двухполярного источника напряжением $\pm 12...15$ В при токе до 10 мА («AudioXpress» №4/2006, с. 40-42).

Если вам необходимо **компьютером коммутировать соленоид или иную мощную (до 4 А/35 В) нагрузку постоянного тока**, то можно использовать дешевое решение (рис.24), предложенное В.Пешчарком. Достаточно разъем K1 подключить к свободному последовательному RS232-порту компьютера и от-



править на его RTS-линию единственный логический уровень, и мощный ключ между клеммами K2, K3 на МОП-транзисторе T1 заземлит нагрузку своим каналом сопротивлением не более 60 миллиом. Программно такая команда на языке QBasic выливается в строку

OPEN "COM1:9600,N,8,1" FOR OUTPUT AS #1
Для закрывания ключа достаточно строки

CLOSE #1

Транзистор T1 не требует радиатора и его вместе с остальными элементами схемы, необходимыми для согласования уровней и защиты от пробоя по цепи затвора, можно свободно размес-

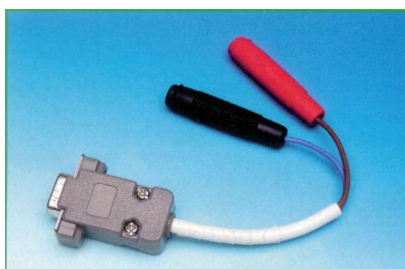


Рис.25

тить в разъеме (рис.25) от шнура отслужившей свой срок компьютерной «мышки» или другой COM-периферии ПК. Быстродействие устройства позволяет коммутировать нагрузку с частотой до 30 Гц («Elektor Electronics» №4/2006, с.72).

Продлить ресурс ламп накаливания мощностью до 200 Вт поможет устройство плавного включения (рис.26), разработанное Александром Бегиевым. При нажатии на кнопку SB1 с нормально замкнутыми контактами конденсатор C1 током через VT1 заряжается до напряжения, чуть меньшего $U_{стаб. VD1}$ и через интегрирующую цепочку R3C5 плавно (примерно в течение 1,5 с) открывает транзистор VT4. Лампа накаливания EL1 плавно начинает светиться в полную силу. Резистор R10 и «тиристор» на двух транзисторах VT2, VT3 формируют схему автоотключения при перегрузке или К.З. При превышении порогового тока нагрузки ($I_n = 0,2/R10$) отрицательное напряжение на R10 достигает 0,7 В,

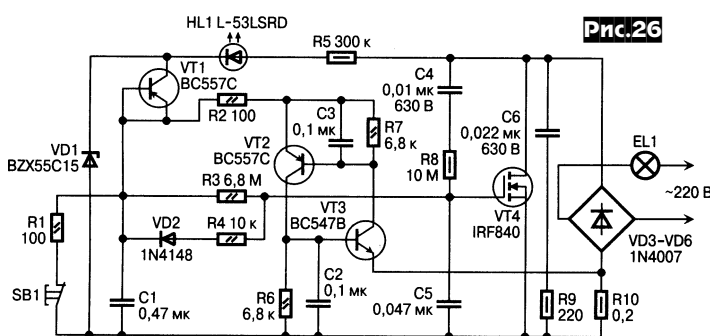


Рис.26

транзисторы VT3 и VT2 открываются и самоблокируются в этом состоянии, одновременно разряжая конденсаторы C1, C5 и закрывая транзистор VT4. Нагрузка отключается от сети. Время срабатывания защиты 1 мс, КПД устройства при 100-ваттной нагрузке 99% («Схемотехника» №5/2006, с.49).

Для автоматизации включения освещения Александр Бегиев предложил усовершенствованный вариант предыдущего устройства - аку-

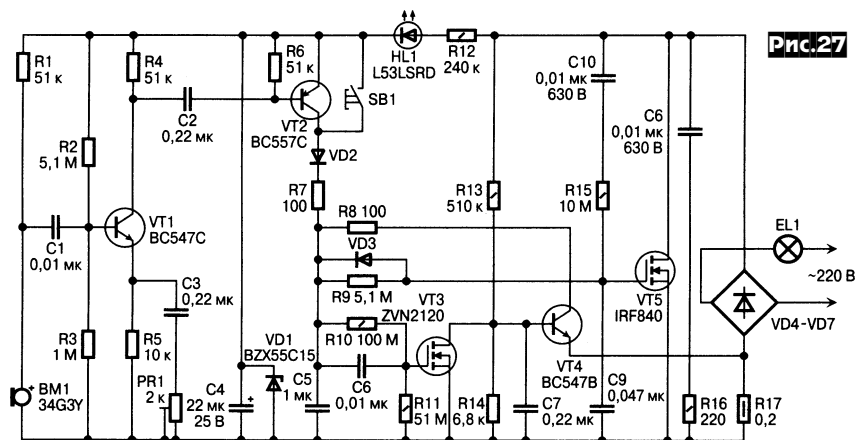


Рис.27

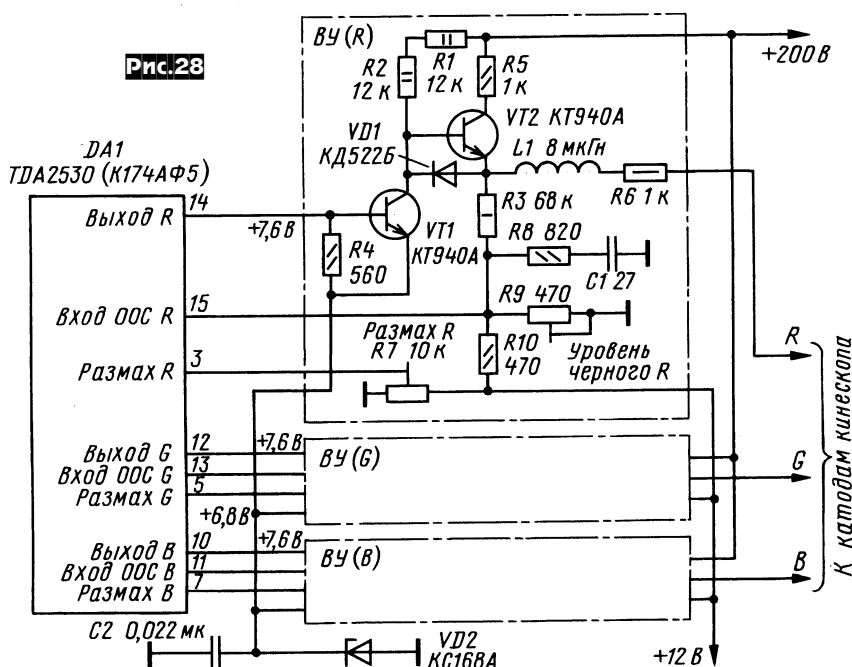


Рис.28

тическое реле (рис.27). Усилитель сигнала электретного микрофона BM1 на транзисторе VT1 поднимает уровень до 1 В (при наличии громкого звука), отрицательная полуволна открывает VT2 и через VD2R7 заряжает C5, открывает VT3, закрывает VT4. Конденсатор C9 начинает медленно (около 1 с) разряжаться через R9, постепенно приоткрывая VT5 и обеспечивая плавное нарастание яркости EL1. Примерно через 3 минуты (этот интервал пропорционален емкости конденсатора C5) напряжение на C5 вследствие разряда через R10R11 уменьшается до порогового уровня, VT3 закрывается, а VT4 открывается, быстро разряжая C5 через R8 и C9 через VD3R8. VT5 закрывается, лампа EL1 гаснет. R17, как и R10 в предыдущей схеме, обеспечивает отключение нагрузки при перегрузке («Схемотехника» №3/2006, с.53-55).

При истощении катодов кинескопов цветных телевизоров обычно рекомендуют увеличить ускоряющее напряжение или накал. Такие меры, как правило, дают эффект, но довольно кратковременный и чаще всего приближают полную потерю эмиссии. **А.Смирнов** обратил внимание, что в ТВ серий ЗУСЦТ даже при полностью открытом транзисторе VT1 (рис.28) напряжение на катоде все еще положительно относительно модулятора, в то время как ток луча достигает максимума, если потенциал катода на 3...5 В ниже, чем модулятора. Оказалось, что **исправить положение довольно просто - достаточно подать на модулятор положительное напряжение смещения**. В ТВ ЗУСЦТ для этого необходимо белый провод ленточного кабеля между платой кинескопа и модулем цветности (на котором он соединен с землей) извлечь из разъема и подключить к плюсу питания кадровой развертки (например, к соответствующему контакту диагностического разъема). После переделки ток луча значительно возрастает, поэтому регулятор яркости надо сразу перевести в положение минимальной яркости («Радио» №5/2006, с. 11).

В.Новиков для регулировки частоты вращения электродвигателя применяет схему рис.29 с обратной связью по току двигателя, которая при увеличении нагрузки на валу добавляет ток и таким об-

разом стабилизирует частоту вращения, обеспечивая жесткую нагрузочную характеристику даже при малой частоте вращения (что дает возможность с помощью дрели закручивать винты и шурупы). Принцип работы схемы состоит в том, что при увеличении нагрузки на валу его ротор вращается медленнее, уменьшая противоЭДС. Благодаря этому тиристор VS1 опорным напряжением с регулятора R2 открывается на очередном полупериоде сетевого напряжения раньше, что приводит к увеличению мощности двигателя и восстановлению частоты вращения («Радиомир» №5\2006, с. 19).

По мнению **Йозефа Хафлиса** ИМС мостового ШИМ УМЗЧ **MAX4295** очень удобна для управления частотой вращения электродвигателей постоянно-го тока мощностью до 2 Вт. В предложенной им схеме (рис.30) электродвигатель включен вместо громкоговорителя, а вместо звукового сигнала на вход усилителя с регулятора частоты вращения R2 подается постоянное напряжение. R4 и R3 задают и стабилизируют коэффициент усиления, КПД устройства благодаря импульсному регулированию достигает 85% («Praktická elektronika A Radio» №3/2006, с. 15).

ШИМ-управление мощными электродвигателями и иной нагрузкой с током до 80 А обеспечивает регулятор напряжения, разработанный **Зденеком**

Будински (рис.31). Входное напряжение 12...42 В подается на разъемы K11, K12 (+), и K61, K62 (-), а нагрузка подключается к разъемам K21, K22 (+) и K41, K42 (-), т.е. последовательно с тройной мощных ключей T1-T3. На ОУ IO2В собран мультивибратор, генерирующий меандр с частотой 5,5 кГц, а на IO2А - широтно-импульсный модулятор, скважность импульсов на выходе которого (а значит, и мощность нагрузки) в широких пределах регулируется переменным резистором R1. Термовыключатель F1 размещен на радиаторах T1-T3 и отключает устройство при перегреве свыше 110 °С, а термистор R6 защищает устройство от выхода из строя при случайных импульсных перенапряжениях («Praktická elektronika A Radio» №2/2006, с. 15-17 *).

При подключении к ПК **характеристикограф Фонса Янссена (рис.32)** позволяет детально исследовать и записать полный цикл разряда элементов питания типоразмера AA и AAA - это отличный автоматизированный инструмент для оценки «здоровья» ваших аккумуляторов. Устройство построено на основе специализированной ИМС для мониторинга батареек IC3 Maxim/Dallas DS2751. Стыковка с ПК и питание осуществляется посредством USB-порта (K1). Конвертор USB протокола (ПК) в 1-Wire (понятный для IC3) выполнен на

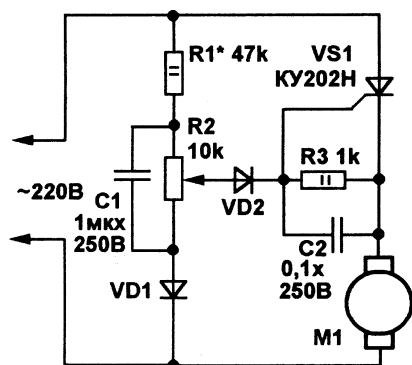


Рис.29 VD1, VD2 Д226

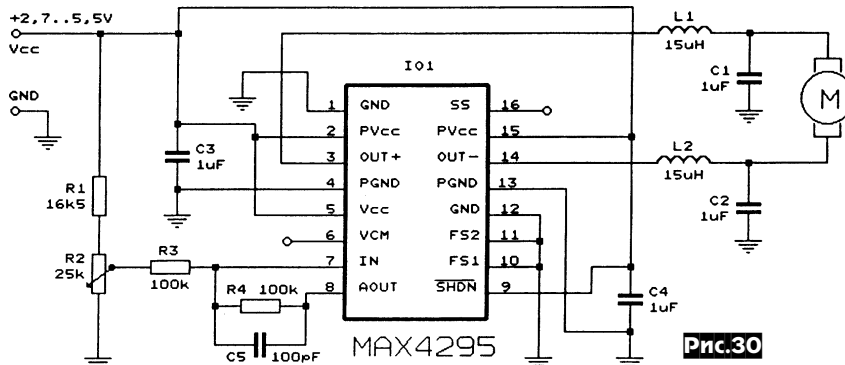


Рис.30

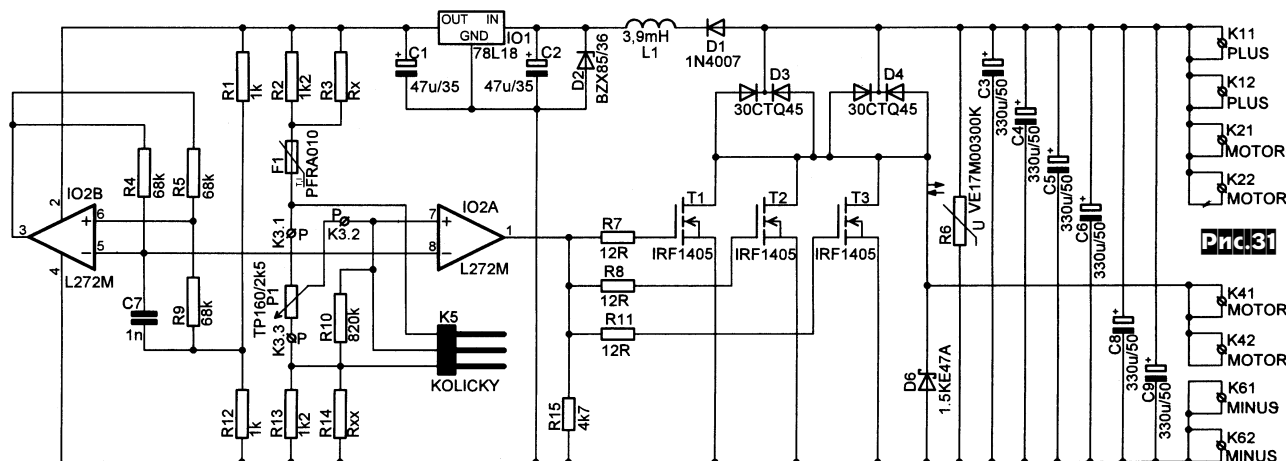
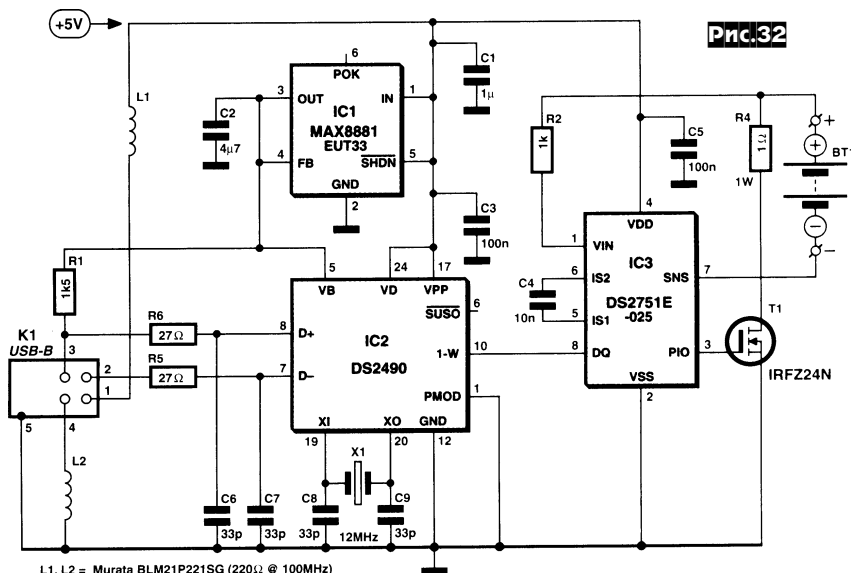


Рис.31



L1, L2 = Murata BLM21P221SG (220Ω @ 100MHz)

IC2, а интегральный стабилизатор IC1 формирует питание 3,3 В для IC2 из 5-вольтового USB. IC3 измеряет напряжение (вывод 1 - VIN) на элементе BT1 и его разрядный ток (посредством интегрированного в ИМС 25-миллиомного резистора между выводами 7 SNS и 2 VSS). Порт ввода/вывода PIO (вывод 3) позволяет программно с ПК управлять электронным ключом T1: если он открыт, то элемент BT1 через резистор R4 разряжается током порядка 1 А, а если закрыт, то элемент не нагружен. Программное обеспечение, доступное по адресу <http://www.elektor.fr/Portals/0/Magazine/Downloads/2006/050394-11.zip> (5,6 МБ), после нажатия кнопки «Start Measurement» (см. скриншот на **рис. 33**)

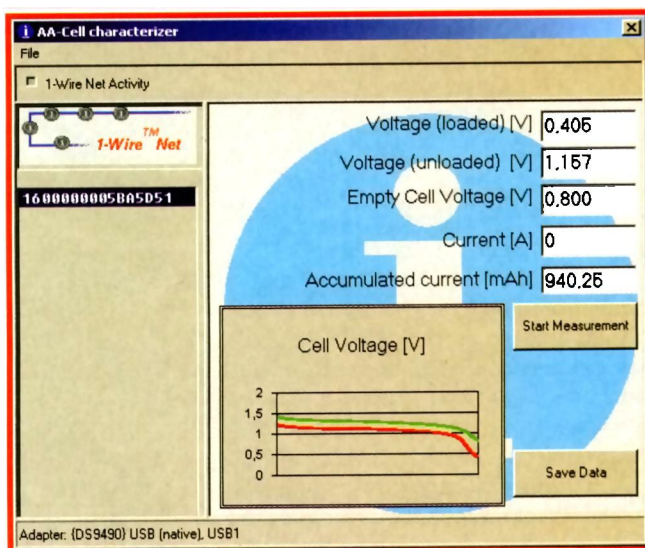


Рис.33

обеспечивает инициализацию IC3 для управления T1 и ежесекундное измерение напряжения и тока на элементе BT1. После каждого измерения ключ T1 кратковременно размыкается и дополнительно измеряется напряжение на ненагруженном элементе. Измерения автоматически прекращаются, когда напряжение

на элементе уменьшится до 0,8 В. После этого в окне «Accumulated current [mAh]» можно увидеть реально отданную емкость в миллиамперчасах и графики напряжения на нагруженном и ненагруженном элементе, а кнопкой «Save Data» - сохранить данные на диск в виде текстового файла для дальнейшего анализа, который можно выполнить, например, в Microsoft Excel. В частности, для построения графика изменения внутреннего сопротивления элемента можно воспользоваться выражением $R_{вн} = (U_{хх} - U_n) / I_p - 0,025$, где $U_{хх}$ и U_n - напряжение на ненагруженном и нагруженном элементе, I_z - разрядный ток, 0,025 - сопротивление внутреннего токового сенсора микросхемы, соединенного последовательно с исследуемым элементом питания. Устройство можно использовать для исследования и других батареек, например, литий-ионных, а также их последовательного соединения, но во избежание выхода из строя IC3 при этом необходимо следить за тем, чтобы разрядный ток не превышал 1,9 А, а напряжение на выводе 1 микросхемы не превышало 4,5 В. Т.е. для мощных и высоковольтных аккумуляторов необходимо в схему добавить токовый шунт между выводами 2 и 7 IC3 и делитель напряжения между выводом 1 и землей с соответствующим масштабированием результатов («Elektor Electronics» №4/2006, с.28-31).

Большинство простых мультиметров в режиме измерения переменного напряжения обладают узкой частотной полосой, малым входным сопротивлением, слабой чувствительностью и значительной погрешностью измерения напряжений менее 1 В. Для того, чтобы стало возможным корректное измерение напряжения разных звеньев аудиотехники, Шандор Месаро предлагает использовать приставку-прецизионный выпрямитель по схеме **рис.34**, который подключают к мультиметру на пределе измерения постоянного напряжения 1 В. Входной буфер на ОУ IC1b обеспечивает входное сопротивление 10 МОм, а прецизионный выпрямитель IC1cD1D2 со сглаживающим фильтром R5C1 и выходным масштабирующим буфером IC1d - преобразование переменного аудионапряжения в полосу частот до 40 кГц в постоянное с погрешностью не более $\pm 2,5\%$, что дает возможность измерения напряжений от 10 мВ во всем звуковом диапазоне частот. Питание устройства осуществляется от 9-вольтовой «Кроны» через формирователь искусственной земли на IC1a. Налаживание сводится к установке нуля на выходе триммером Р («Radiotechnika» №4/2006, с.213).

Дитер Щоч (DF1TV) предложил универсальный программатор для 12, 14 и 16-разрядных PIC-контроллеров. Для его построения он использовал классическое решение для параллельного порта ПК по методу David-Tait с соответствующим ПО для PIC-контроллеров с 8, 14, 18, 24 и 40-выводными корпусами. Основной принцип программатора описан в www.sprut.de/electronic/pic/

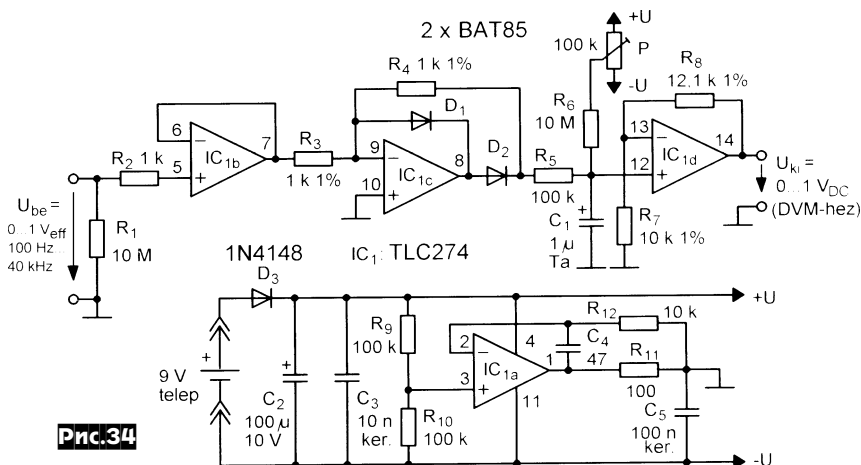


Рис.34

ДАЙДЖЕСТ

два типа корпуса (PLCC44 и DIL8) и как к ним подключить ICSP кабель. При сборке схемы использовались металлопленочные резисторы с допуском 1% и панельки с золочеными контактами, а D2 и D7 - диоды Шоттки. Перед установкой PIC-процессора в панельку нужно провести проверку работоспособности схемы программатора. После включения питания должен засветиться зеленый светодиод LED1, а между выводами 7 и 14 IC1 (7407N) будет присутствовать напряжение 5 В. С помощью JP1 и JP2 устанавливается необходимое напряжение программирования согласно табл. 2 и 3. Для более точной проверки ПО нужна программа Pbrunner-tester [www.sprut.de/electronic/soft/index.htm]. После «распаковки» ZIP-файла должны появиться файлы Pbrunnerst2b.exe, Pbttester.txt и Zlportio.sys. После запуска программы Pbrunnerst2b.exe она сама найдет программатор. В дальнейшем с помощью этой программы проверяют поступление напряжений программирования и питания, линии синхронизации и информационные на соответствующих выводах PIC-контроллера со-

Таблица 4

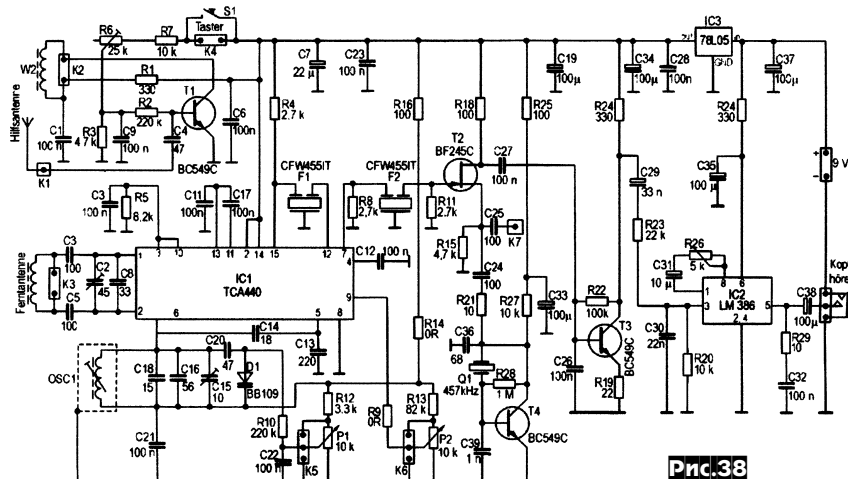
Назначение контакта	Панелька для PIC-контроллера, контактов		
	18	24	40
Общий (VSS)	1, 14	21	33
Питание +5 В (VDD)	5, 18	20	32
Напряжение программирования (VPP)	4	1	1
Линия синхронизации (Clk/RB6)	12	27	39
Линия данных (Data/RB7)	13, 17	28	40

гласно табл. 4. Вначале проверяют электрическое соединение вывода VSS процессора с общим проводом схемы. Затем в тестовой программе активируют поле «5 V» - на соответствующих выводах VDD всех панелек должно появиться +5 В. После активации поля «12 V» на контактах панелек VPP должно присутствовать напряжение программирования, заданное предварительно переключателями JP1 и JP2. Следующий шаг - проверка линии синхронизации путем активации поля «Taktleitung» тестовой программы. После чего на контактах «Clk» панелек должно появиться +5 В. В заключении проверяют информационную шину. Для этого активируют поле «Datenleitung» в котором будет указано напряжение от 0 до 5 В. Это напряжение должно появиться на контактах Data панелек. Нужно помнить, что для автоматического распознавания программатора необходимо перед его включением и запуском программы вынуть процессор из панельки. Он вставляется обратно только после установки соответствующего напряжения программирования и вызова необходимого ПО. Хорошую таблицу с данными по каждому типу PIC-контроллеров (память, входные и выходные порты, входы АЦП, напряжения) можно найти на www.sprut.de/electronic/pic/18f.htm#18fxxx. В зависимости от типа

процессора программатор должен работать с соответствующим ПО. На www.sprut.de/electronic/pic/brenner/index.htm#brenner5 можно найти программы: «P18» для 16-битных, «PbrunnerNG» для 14-битных и «FlashOver» для 12-битных PIC-процессоров («Funkamateur» №4/2006, с. 414-416 *).

Приемник для спортивной радиопеленгации в диапазоне 3,5 МГц конструкции Зигфрида Помплуна (DL3BBX) опубликованный в «CQ DL» №2/2006 со-

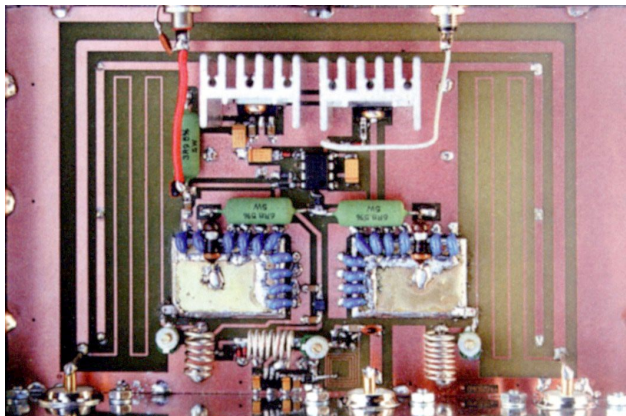
литель для 2-метрового диапазона с антенным коммутатором. Такие усилители призваны, прежде всего, компенсировать затухание сигнала в кабеле между антенной и приемником. Коэффициент шума усилителя выбирается исходя из шума эфира (это в основном космические и ионосферные шумы с небольшой долей промышленных). Для диапазонов 2 м и 70 см суммарный шум составляет соответственно 2,7 дБ и 0,8 дБ, а для 23 и 13 см - около 0,4 дБ. Такие показатели шума эфира можно исполь-



бран по схеме супергетеродина с одним преобразователем (рис. 38). На IC1 (TCA440) собран УВЧ, смеситель, гетеродин и УПЧ. Сигнал с контура магнитной ферритовой антенны поступает на выводы 1 и 2 IC1 для дальнейшего преобразования, селекции и усиления. После смесителя в IC1 сигнал подается на первый фильтр ПЧ F1, а с выхода УПЧ (IC1) - на второй фильтр F2, затем - на смеситель T2, в исток которого подается и сигнал с опорного гетеродина на T4 и Q1 (457 кГц). Демодулированный телеграфный сигнал низкой частоты после T2 усиливается предварительным УНЧ на T3, затем выходным УНЧ на IC2 (LM386) и подается на головные телефоны. Перестройка приемника по частоте от 3550 до 3600 кГц осуществляется потенциометром P1 изменяющим смещение на варикапе D1. P2 - регулятор усиления. На T1 (BC549C) собран усилитель сигнала со штыревой антенны. При этом сложение сигналов с магнитной и штыревой антенн для получения кардиоидной диаграммы направленности происходит вследствие того, что катушка связи W2, включенная нагрузкой T1, размещается на ферритовом стержне магнитной антенны. Максимальную глубину подавления в кардиоиде устанавливают регулятором R6, а тумблером S1 включают кардиоиду или только магнитную антенну. («Swiat Radio» №4/2006, с. 21, 22).

В статье Фрэнка Боссе (DH7FB) «Приемный предусилитель для VHF/UHF - старая тема, новые решения» отмечаются основные принципы конструирования антенных усилителей и описывается эффективный предуси-

литель при выборе транзисторов для усилителей при организации ЕМЕ связей. При проведении наземных связей можно спокойно использовать транзисторы с более высокими коэффициентами шума, беря за основу шумы «горизонта» для 144 МГц - 3,2 дБ и для 430 МГц - 2,1 дБ. Нельзя пренебрегать темой интермодуляции и необходимо выбирать транзисторы способные линейно усиливать сигналы относительно большого уровня. В связи с применением транзисторов с очень большой граничной частотой усиления (до 10...20 ГГц) особое внимание следует уделять обеспечению стабильности работы - без паразитной генерации, которую трудно определить, но следствием ее всегда будет повышение собственных шумов такого усилителя. Важным узлом антенного предусилителя является антенный коммутатор, который должен надежно «закорачивать» вход предусилителя во время работы передатчика. Применение электромагнитных реле в этом узле не является оптимальным, т.к. в этом случае необходимо вводить соответствующие задержки включения передатчика. Лучшим выходом, считает автор, будет использование безинерционных коммутаторов на PIN-диодах. За основу своего предусилителя он взял конструкцию усилителя, разработанного сербским радиолюбителем YU1AW [www.yu1aw.bakarlsruhe.de/bpf196peng.htm], на биполярном транзисторе BFP196 с коэффициентом шума 1,3 дБ, включая преселекцию для 144 и 430 МГц и IP3 около 30 дБм. Схема предусилителя с коммутатором показана на рис. 39. На VT2 (BFP196) собран каскад усиления, питаемый маломощным 10-



вольтовым стабилизатором 78L10 (IC3). На VT1, IC1, IC2, VD3, VD4 и четверть-волновых линиях Ca1, Ca2, Ca3 выполнен коммутатор RX/TX. Ca1-Ca3 изготовлены в виде полосковых линий на печатной плате. При этом Ca1 и Ca3 имеют волновое сопротивление 100 Ом, а Ca2 - 50 Ом. Коммутатор работает следующим образом. При подаче сигнала РТТ (контакт «РТТ» соединяется с общим проводом) открывается VT1 и +5 В подается на PIN-диоды VD3VD4, открывая их при токе около 0,5 А через каждый диод. При этом линии Ca1 и Ca3 закорачиваются снизу по схеме, что приводит к короткому замыканию на входе усилителя, а верхний конец линии Ca1, имея большое сопротивление, перестает шунтировать Bu1. В результате сигнал передатчика проходит в антенну с Bu1 на Bu2 с небольшим затуханием (около 0,2 дБ). Через конденсаторы C5 и C6 течет большой ВЧ ток, поэтому каждый из них образован из десяти керамических дисковых конденсаторов по 220 пФ с Uраб.=400 В. В режиме приема PIN-ди-

оды запираются напряжением -10 В, получаемым с помощью IC2 (ICL7660) из 13,8 В. Применяемые PIN-диоды MA4P1250 в открытом состоянии имеют сопротивление 0,15 Ом, а в закрытом - 10 кОм на 150 МГц. Предусилитель с коммутатором вы-

полнены на печатной плате размером 100x150 мм из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм ($\epsilon=4,6$) с толщиной медной фольги 35 микрон. Вид на монтаж показан на рис.40. При настройке вначале устанавливают максимальное подавление сигнала с Bu2 (Ant) на Bu1 (TX). Для этого приемник подключают к Bu1, а антенну - к Bu2 и регулировкой C7 и C8 добиваются максимального подавления эфирного сигнала.

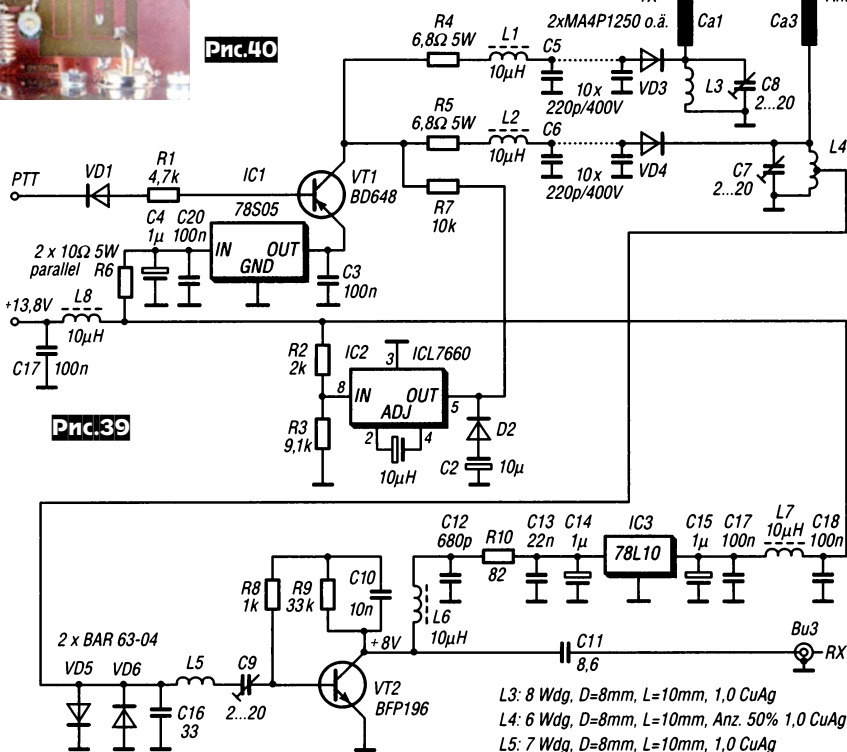


Рис.40

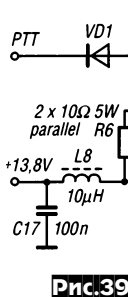


Рис.39

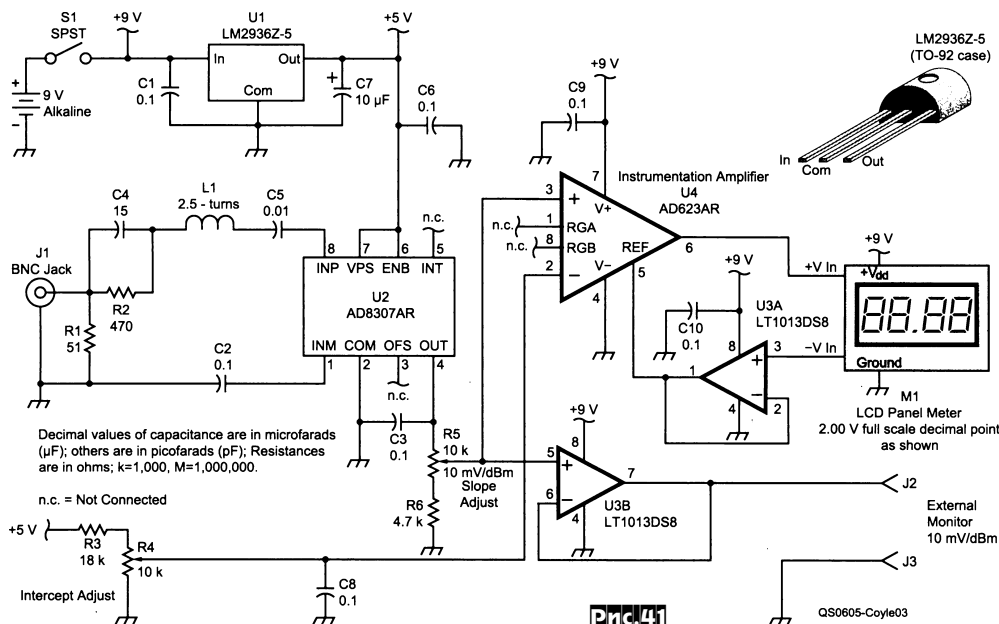


Рис.41

ла. Коммутатор при этом должен быть в режиме приема. Затем подключают приемник к BU3 и регулировкой C9 добиваются максимального усиления принимаемого сигнала. Основные характеристики предусилителя-коммутатора: усиление (RX) 11 дБ при неравномерности АЧХ 1,2 дБ в диапазоне 144-146 МГц; затухание сигнала TX около 0,2 дБ; подавление сигнала передатчика на входе предусилителя 43 дБ; максимальная подводимая и коммутируемая мощность от TX 750 Вт («Funkamateur» №5/2006, с.562-566 *).

Микроваттметр (рис.41)
Лэрри Коила (K1QW) позволяет измерять ВЧ мощность от -75 дБм до +17 дБм в частотном диапазоне от 0 до 500 МГц в 50-

ДАЙДЖЕСТ

омных цепях. Основной схемой является логарифмический детектор AD8307AR (U2) с динамическим диапазоном 92 дБ и инструментальный усилитель AD623AR (U4). Результат измерений индицируется на 3,5-разрядном ЖК индикаторе M1, в качестве которого использована готовая панель измерителя напряжения с вер-



Рис.42

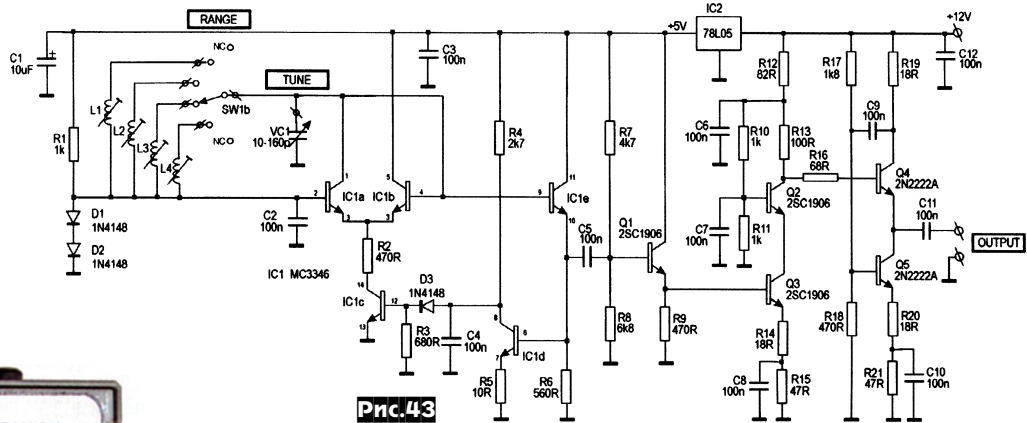


Рис.43

вают так, чтобы при подаче на вход прибора минимальной ВЧ мощности, например, -74 дБм на индикаторе отображалось «-74,0». Внешний вид прибора показан на рис.42 («QST» №5/2006, с.55-58).

Антенный анализатор новозеландского радиолокационного Эндру Вудфила (ZL2PD) позволяет измерять КСВ и комплексное сопротивление (активную часть и модуль реактивности) антенн и других двухполюсников в диапазоне от 3 до 30 МГц. Прибор состоит из двух частей - перестраиваемого генератора ВЧ (рис.43) и блока измерения (рис.44). Перестраиваемый задающий генератор собран на ИМС MC3346 (IC1) в состав которой входят пять транзисторов. На IC1a, IC1b выполнен собственно автогенератор, на IC1e - «раз-

ду «ANTENNA IN» подключается антенна или двухполюсник. Выходные сигналы с ВЧ моста V_{IN} , V_C и V_{50} , соответствующие напряжения прямой и обратной волн и их сумме, выпрямляются в IC4a, IC5a и IC4c, затем усиливаются IC4b, IC5b и IC4d и подаются для вычислений в микропроцессор IC7 (87C552). Туда же поступает и входное ВЧ напряжение, деленное по частоте на 256 в IC3 (74HC4060). Результаты измерений входной частоты, КСВ и комплексного сопротивления отображаются на двухстрочном (16 знаков в строке) ЖК индикаторе LCD1. Программу для процессора этого прибора можно взять на сайте автора www.geocities.com/zl2pd/DigitalZmeter.html («Swiat Radio» №5/2006, с.20-22).

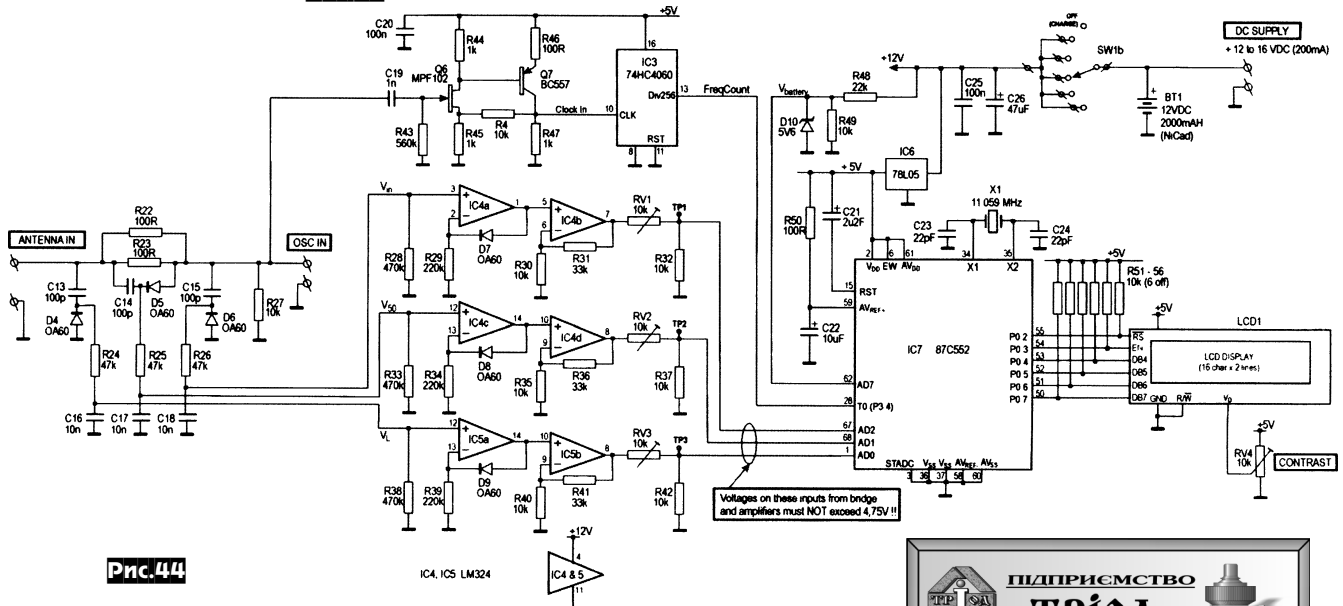


Рис.44

хним пределом измерения 2 В, ЖК индикатором и двумя входами +Vin и -Vin. Такие панели в настоящее время достаточно распространены по цене 7-10\$ (см., например, www.allelectronics.com). Аналогичный индикатор можно собрать и самостоятельно на ИМС ICL7106 (Intersil) и 3,5-разрядном ЖКИ. С помощью R5 устанавливается необходимая крутизна преобразования 10 мВ/дБм, а R4 - подстраи-

вающий эмиттерный повторитель, на IC1c, IC1d, D3 - цепь стабилизации выходной амплитуды автогенератора. Предварительные каскады усиления собраны на трех 2SC1906 (Q1-Q3), а выходной каскад на двух 2N2222A (Q4, Q5) обеспечивает размах ВЧ сигнала 3 В на нагрузке 50 Ом. Блок измерения (рис.44) состоит из ВЧ моста, на вход «OSC IN» которого подается ВЧ сигнал с перестраиваемого генератора, а к выхо-

ПІДПРИЄМСТВО «Тріод»

Радіолампи від виробника:
Г, ГИ, ГК, ГМ, ГМИ,
ГС, ГУ, 6Н, 6П та ін.
Тіратрони, клістроны, магнетрони
розрядники, ЛБВ, ФЕУ, відикони
контактори ТКС, ТКД, ДМР та ін.
вакуумні конденсатори К15-11 та ін.,
ВЧ-транзистори, радіолампи Hi-End.
Зі складу та під замовлення.
Гарантія, доставка, знижки

Tel./fax: (+38 044) 405-22-22, 405-00-99 (с 9⁰⁰ до 17⁰⁰)
www.triod.kiev.ua E-mail: ur@triod.kiev.ua

Новости

* В период с 19 по 21 июля 2006 года Украинский государственный центр радиочастот (Центр «Укрчастотнагляд») планирует проведение 3-й выставки-семинара «Состояние и перспективы развития и производства средств радиомониторинга», которую традиционно предполагается организовать одновременно с практическим семинаром Международного Союза Электросвязи (МСЭ) на тему «Тенденции развития национальных систем мониторинга использования радиочастотного спектра». Международный практический семинар будет организован Бюро развития электросвязи МСЭ совместно с Бюро радиосвязи МСЭ для стран СНГ и Европы. Международный практический семинар МСЭ и выставка-семинар будут проходить на территории Украинского государственного центра радиочастот по адресу: 15-й км, просп. Победы, г.Киев, 03179, Украина. Рабочие языки семинара МСЭ - русский и английский (синхронный перевод). Цель проведения семинара МСЭ и выставки-семинара - определение нынешнего состояния, основных направлений и перспектив развития технических средств радиоконтроля, знакомство с исследованиями и рекомендациями МСЭ по вопросам мониторинга радиочастотного спектра, а также с современными разработками в сфере радиомониторинга, обсуждения методов и методик измерений технических параметров радиоэлектронных средств, совершенствование нормативной базы радиоконтроля. К участию в выставке-семинаре и международном практическом семинаре МСЭ будут приглашены представители национальных администраций связи, регуляторных органов и органов управления в сфере использования радиочастотного ресурса, научно-исследовательских учреждений, специалистов в сфере радиочастотного мониторинга, разработчиков и производителей, представителей и дилеров компаний по производству и сбыту радиоконтрольного оборудования. Участников, желающих представить доклад во время международного практического семинара МСЭ, просим направлять свои предложения по электронной почте либо факсу г-ну Дмитрию Проценко: dmytro.protsenko@ties.itu.int и protsenko@ucrf.gov.ua, факс: +380 44 4228181, тел.: +380 44 4228155. По вопросам участия в выставке-семинаре обращаться к г-ну Вадиму Благодарному: blagodarny@ucrf.gov.ua, тел. +380 44 4228116, факс: +380 44 422-8181.

* Подведены итоги чемпионатов Украины по радиосвязи на KB телеграфом и телефоном, проходивших 11 марта и 8 апреля 2006 года. В чемпионатах Украины приняли участие 33/40 (CW/SSB) команд коллективных радиостанций и 145/203 операторов индивидуальных радиостанций. Среди участников соревнований 1/1 ЗМС, 15/8 МСМК, 50/21 МС, 67/56 КМС, что соответствует первой группе соревнований. Чемпионаты Украины проведены в соответствии с требованиями «Правил соревнований по радиоспорту» и «Положением о Чемпионатах Украины по радиосвязи на коротких волнах 2006 г.». **ПОБЕДИТЕЛИ ЛИЧНОГО ПЕРВЕНСТВА (один оператор - все диапазоны):** CW - 1. UT7QF, Сериков И., МС, г.Запорожье, «Чемпион Украины 2006 г.»; 2. UR3QCW, Чернявский Я., МСМК, г.Запорожье; 3. US1ITU, Тополя А., МСМК, г.Донецк; SSB - 1. UR3QCW, Чернявский Я., МСМК, г.Запорожье, «Чемпион Украины 2006 г.»; 2. UT7QF, Сериков И., МС, г.Запорожье; 3. UX0FF, Лаврека Н., ЗМС, г.Измаил. **ПОБЕДИТЕЛИ КОМАНДНОГО ПЕРВЕНСТВА (много операторов - много диапазонов):** CW - 1. UU4JXM, г.Керчь, «Чемпион Украины 2006 г.»; 2. UU9JWM, г.Севастополь; 3. UR4YWW, г.Черновцы; SSB - 1. UU4JXM г.Керчь, «Чемпион Украины 2006 г.»; 2. UR4YWW, г.Черновцы; 3. UR4EYN, г.Орджоникидзе. **ПОБЕДИТЕЛИ ЛИЧНОГО ПЕРВЕНСТВА (один оператор - диапазон 3,5 МГц):** CW - 1. UT4PZ, Охманюк Е., КМС, г.Луцк, 2. UR5HAC, Наконечный Ю., КМС, г.Полтава, 3. UT5DL, Баранов В., МСМК, г.Ужгород; SSB - 1. UT3GB, Тимошенко В., МС, г.Херсон, 2. UY9IF, Потемкин А., г.Краматорск, 3. UR5MID, Редькин С., г.Луганск. **ПОБЕДИТЕЛИ ЛИЧНОГО ПЕРВЕНСТВА (один оператор - диапазон 1,8 МГц):** CW - 1. UT2UB, Лякин А., МСМК, г.Киев, 2. UX1UX, Прилипко А., КМС, г.Киев, 3. UT1QL, Волков А.; SSB - 1. UR4MRD, Карлов А.А., КМС, г.Счастье, 2. UT7EF, Поденежный Н.Ф., КМС, г.Новомосковск, 3. UR5NBC, Белов В.С., г.Винница. **ПОБЕДИТЕЛИ ЛИЧНОГО ПЕРВЕНСТВА СРЕДИ ЖЕНЩИН:** 1. UU5YL, Сердюкова О., г.Симферополь, «Чемпион Украины среди женщин по радиосвязи на KB телефоном 2006 года», 2. US2ITU, Сухарек О., г.Макеевка, 3. UU9JT, Костенко Т., МСМК, г.Севастополь. Победители личного и командного первенства награждены дипломами и медалями.

* KB-комитет ЛРУ постоянно ведет сбор и учет статистических данных о достижениях украинских радиолюбителей-

ских станций по программам DXCC и UDХА. С ними можно ознакомиться в таблице 1 (всего по странам и видам работы) и в таблице 2 (по 10 диапазонам), в которые в настоящее время подали свои данные практически большинство ведущих DX-менов Украины. Личные достижения, соответствующие требованиям, изложенным в таблицах (подтверждено более 300 «стран» всего и более 1000 - суммарно на 10 диапазонах) и их обновления просьба присылать в адрес председателя KB-комитета ЛРУ Игоря Серикова (UT7QF): mailto:ut7qf@a-teleport.com или а/я 4597, Запорожье, 69006. Обращаем внимание, что вносятся только «действующие» страны: в таблицу №1 - сработанные и подтвержденные, №2 (см. с.30) - только подтвержденные.

Таблица 1

Таблица достижений радиолюбителей Украины (подтверждено "действующих" стран по списку DXCC по состоянию на 07.06.2006 г. - заявленные результаты)										
№	Позывной	MIX		SSB		CW		DIGI		Дата, источник информации
		WKD	CFM	WKD	CFM	WKD	CFM	WKD	CFM	
1	UX5UO	335	335		327		327		133	31.03.2005 ARRL
2	UY5XE	335	335		329		302			01.06.2003 ARRL
3	UY5EG	335	335						171	01.06.2006 ARRL
4	UY5AB	335	335							01.06.2003 ARRL
5	UR5LCV	335	335							31.03.2004 ARRL
6	UY0IM	335	335							31.03.2004 ARRL
7	UX0UN	335	335							20.05.2006 ARRL
8	UT7WZA	335	335		333		333			20.05.2006 ARRL
9	US5WE	335	335		333		329			20.05.2006 ARRL
10	UT3UA	335	335							20.05.2006 ARRL
11	UU1JA	335	335							20.05.2006 ARRL
12	US7MM	335	335	325	315	327	317	182	67	24.05.2006 E-mail
13	UT7WZ	335	335	335	335	334	334			17.02.2003 E-mail
14	UR7GG	335	335		331		331			15.01.2005 E-mail
15	UT5HP	335	335							04.02.2003 UDХА
16	UR5EDU	334	334	334	334	318	314	291	271	21.05.2006 E-mail
17	UT5UGR		334							20.05.2006 ARRL
18	UT5UT		334							20.05.2006 ARRL
19	UU2JQ	335	334		331		328		125	02.03.2005 E-mail
20	UT5IM	334	334							04.02.2005 UDХА
21	UR5ECE	334	334							18.02.2005 E-mail
22	UX4UM		333							16.03.2005 UDХА
23	UY0MM		333							16.03.2005 UDХА
24	UT5MD		332							20.05.2006 ARRL
25	UY5ZZ	332	332		326		324	216	162	04.06.2006 E-mail
26	UT2JA	332	331			324	324	-	-	08.02.2005 UDХА
27	UR6IM	332	330					-	-	20.02.2003 по эфиру
28	US0GA	332	330	319	294	324	321	-	-	01.03.2005 E-mail
29	US0HZ		330							26.08.2004 UDХА
30	US5IM		329							11.11.2005 письмо
31	UT4UZ		328							20.05.2006 ARRL
32	UU5JR		328							20.05.2006 ARRL
33	UY5AA		328							20.05.2006 ARRL
34	UT2IW	329	328	312	301	321	304	-	-	03.06.2006 E-mail
35	UR3IFD		328							07.06.2006 SMS
36	UR5WA		327							20.05.2006 ARRL
37	U5WF		327		325		325			20.05.2006 ARRL
38	UR3EA		327							20.05.2006 ARRL
39	UX7UN		327		309		326		81	03.05.2004 UDХА
40	UX4UA		326							20.05.2006 ARRL
41	UY9IF		326		314		301		6	20.05.2002 E-mail
42	UR5ZEL		326		155		319			21.05.2006 E-mail
43	UT7CR		325		269		294		39	01.11.2004 E-mail
44	UY7QF		325							19.11.2004 UDХА
45	UY0ZG	326	325	241	214	324	321	20	10	21.05.2006 E-mail
46	UT7QF	325	324	318	315	318	314	242	162	01.06.2006 лично
47	UT7EC	325	324							01.06.2006 E-mail
48	UX7IB		324							11.11.2005 письмо
49	UT2UB		323				323			15.01.2003 E-mail
50	UT7LW		322							16.03.2005 UDХА
51	US1QV	322	322							21.11.2004 E-mail
52	UT5JAJ	324	322							25.05.2006 E-mail
53	UX3ZW		321				320			21.05.2006 E-mail
54	UR5MID	329	318	319	283	311	279	275	185	07.06.2006 E-mail
55	UY5YY		316							04.06.2006 по эфиру
56	UT1IF	318	314	301	287	273	207			27.07.2005 письмо
57	UX1UA	323	312	292	269	311	300	134	91	11.01.2004 E-mail
58	UR8RF	312	310	-	-	312	306	-	-	13.04.2005 E-mail
59	UY0CA		308		281		269			01.03.2003 E-mail
60	UR6QA	314	306	297	235	308	290	176	68	30.05.2006 E-mail
61	UT7LD		305							16.03.2005 UDХА
62	UR4QWW	310	303							16.03.2005 UDХА
63	UT4EK	301	300	197	180	293	275	-	-	22.05.2006 E-mail

Примечание: В таблицу включены те у кого подтверждено более 300 "действующих стран"

Таблица достижений радиолюбителей Украины (подтверждено "действующих" стран на 10 диапазонах по списку DXCC от 01.01.2003 - заявленные результаты на 07.06.2006 г.)														
№	Позывной	6 м*	10м	12м	15м	17м	20м	30м	40м	80м	160м	всего	Дата, источник	
1	UY0IM		317	298	327	308	332	319	315	291	149	2656	11.11.2005 E-mail	
2	UU2JQ		314	293	323	305	328	278	317	264	199	2621	02.03.2005 E-mail	
3	UR7GG	110	317	308	320	312	330	289	292	268	158	2594	15.01.2005 E-mail	
4	UX5UO		301	287	320	290	320	269	299	271	156	2513	07.08.2003 E-mail	
5	UR5EDU	52	308	278	312	305	332	280	310	225	132	2482	21.05.2006 E-mail	
6	US5IM		256	240	304	291	310	305	300	262	154	2422	25.05.2006 E-mail	
7	UY5EG		312	240	328	266	335	257	298	237	135	2408	02.06.2006 письмо	
8	UT7QF	115	276	220	304	243	308	249	296	256	205	2357	07.06.2006 лично	
9	UY0MM		285	288	309	288	333	282	267	184	115	2351	18.05.2005 UDXC	
10	UT5JAJ	142	269	277	302	295	295	283	277	245	107	2350	26.05.2006 E-mail	
11	UT5IM		261	253	299	266	329	268	306	246	112	2340	25.05.2006 E-mail	
12	UY5ZZ	90	301	245	311	250	317	255	273	240	148	2340	07.06.2006 E-mail	
13	UY0ZG	-	251	239	304	262	311	258	287	226	141	2280	03.02.2005 E-mail	
14	UR5LCV	35	296	238	323	231	312	221	280	203	118	2257	02.06.2006 E-mail	
15	UY9IF	71	252	250	280	265	297	259	248	221	175	2243	20.04.2004 E-mail	
16	UR31FD		271	254	293	285	313	266	268	153	128	2231	07.06.2006 SMS	
17	UX7UN	21	288	237	304	229	311	219	248	188	144	2168	05.04.2003 E-mail	
18	US7MM	4	273	190	311	214	325	188	257	214	107	2083	22.05.2006 E-mail	
19	UR5ZEL	56	266	266	300	279	287	263	204	114	44	2023	03.02.2005 E-mail	
20	UT5HP(СК)		268	167	309	199	335	176	273	184	102	2013	26.05.2003 E-mail	
21	UT2UB		244	235	224	209	300	222	265	228	102	2029	05.06.2006 E-mail	
22	UT7LW		233	249	259	262	267	254	218	138	104	1984	08.09.2005 UDXC	
23	UR6IM	65	277	149	290	175	293	186	272	200	131	1973	20.02.2003 по эфиру	
24	UW2ZM		213	205	251	220	279	236	242	180	142	1968	21.05.2006 E-mail	
25	UX3ZW		216	164	258	202	296	221	243	152	76	1829	21.05.2006 E-mail	
26	UX4UM		268	77	304	121	324	126	290	240	77	1827	16.06.2005 UDXC	
27	UU2JA		235	157	272	150	283	133	260	164	106	1760	09.02.2005 E-mail	
28	UR6QA	25	172	130	221	190	241	193	224	196	186	1753	05.06.2006 E-mail	
29	UX4UA		215	125	267	131	303	118	237	199	155	1750	05.02.2003 E-mail	
30	UX0UN										207	1732	20.05.2006 ARRL	
31	UX1UA		233	150	280	169	273	130	214	149	92	1690	11.01.2004 E-mail	
32	UR5MID		217	132	235	161	294	138	178	152	100	1656	07.06.2006 E-mail	
33	UY0CA	42	223	165	254	168	250	176	204	116	71	1627	01.03.2003 E-mail	
34	UR5UJ		210	163	234	197	238	169	222	117	30	1580	08.09.2005 UDXC	
35	UT7EC	25	182	155	190	201	224	134	185	148	139	1556	30.05.2006 E-mail	
36	UT7IY	55	219	103	213	101	241	113	231	141	175	1537	22.01.2005 UDXC	
37	UT7CR	19	202	126	229	149	230	154	212	137	92	1531	01.11.2004 E-mail	
38	US8UX		223	182	206	193	265	156	159	104	26	1514	01.01.2005 UDXC	
39	UT2IW	-	250	-	285	137	281	119	251	176	21	1510	31.05.2006 E-mail	
40	U5MZ		193	189	213	204	208	170	158	104	66	1505	02.02.2005 UDXC	
41	UT5JDS		186	189	237	207	239	140	166	83	52	1499	29.08.2004 E-mail	
42	UT4ZG		158	171	211	203	190	194	178	113	68	1486	21.05.2006 E-mail	
43	US8UA		153	172	187	183	249	180	171	105	75	1475	07.06.2006 E-mail	
44	US4IDY		188	102	214	148	199	161	228	140	86	1466	11.11.2005 E-mail	
45	UR8RF		181	83	217	99	251	154	218	158	92	1453	13.03.2005 E-mail	
46	UT7UW		200	108	217	113	222	108	204	155	114	1441	02.07.2005 UDXC	
47	UY0ZA		192	100	223	97	204	120	215	155	131	1437	03.02.2005 E-mail	
48	U5WF		191	113	232	131	280	105	189	118	68	1427	15.03.2005 E-mail	
49	UT4EK		156	144	183	148	218	154	181	129	52	1366	22.05.2006 E-mail	
50	UT3UZ	11	148	110	220	130	242	116	183	153	43	1345	03.06.2006 E-mail	
51	UY5YY		215	93	247	120	246	97	149	90	61	1318	01.04.2005 UDXC	
52	UT7IB		103	93	160	163	207	149	207	107	56	1242	12.04.2005 E-mail	
53	UT5ULB	-	134	28	218	172	234	113	153	81	63	1196	03.06.2006 E-mail	
54	UX0ZZ		195	124	180	130	189	73	91	70	133	1185	28.08.2004 E-mail	
55	UX7IB		228	30	216	60	280	26	168	118	5	1126	11.11.2005 E-mail	
56	UX3ZZ		102	104	140	125	185	111	138	77	56	1038	21.05.2006 E-mail	
57	UT8IM		163	53	176	54	149	71	166	102	80	1014	21.05.2006 E-mail	

Примечание: В таблицу включены те у кого в сумме подтверждено более 1000 "действующих" стран
* Суммы стран подсчитаны без учёта диапазона 6м (по многим просьбам).

ЧЕРНОБЫЛЬ' 2006!

Георгий Члиянц, UY5XE, президент Ассоциации радиолюбителей «Союз-Чернобыль», г. Львов

01:24 (по Московскому времени) 26 апреля 1986 года...

Это время того зловещего дня еще много лет будут помнить миллионы людей многих стран мира. А, особенно, среди них - несколько сотен тысяч тех из многих республик и регионов бывшего СССР, кто принимал непосредственное участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), как начиная с самых первых дней после взрыва, так и в течении нескольких последующих за аварийей лет.

По уже сложившейся традиции, и в этом году была организована радиоэкспедиция в «зону отчуждения».

На этот раз, основным ее организатором выступил Украинский государственный центр радиочастот («Укрчастотнагляд» - УГЦР), за что огромное спасибо его директору Павлу Васильевичу Слободянюку. Большую поддержку оказала ЛРУ (президент Андрей Лякин, UT2UB) и ЗАТ «Вериал» (директор Владимир Джулай, UY2UA).

Состав экспедиции: от радиоклуба центра «Укрчастотнагляд» (EM0U): Александр Арбузов (UT3UZ) - ликвидатор аварии на ЧАЭС, Игорь Магрело (UT4UAA), Галина Супруненко (UX0UG), Евгений Марценюк (UT4UBY), Сергей Грачев (UR5EDX) и Сергей Горбатьюк (UT5IM); Андрей Лякин (UT2UB) - президент ЛРУ; Игорь Лазаренко (US0VA); Сергей Василенко (UR2VA); от Киевского городского радиоклуба: Николай Шинкоренко (UX4UU) - ликвидатор аварии на ЧАЭС, Владимир Гумаров (UT3UW) - ликвидатор аварии на ЧАЭС, Александр Куряков (UY2UZ), Александр Ананьев (UT7UV), Валерий Гойко (UT4UO) - ликвидатор аварии



Подготовка к установке антенны А3S. Слева направо: Сергей (UR5EDX), Игорь (US0VA), Юрий (UT7UW), Виктор (UT3UV), Сергей (UN5IM), Сергей (UR2VA), Николай (UX0UG)



В эфире EM20U - оператор Владимир (UY2UA)

на ЧАЭС, Юрий Заскалета (UT7UW), Борис Самарцев (UT7UT), Виктор Бобров (UT3UV), Николай Сергиенко (UX0UN), Сергей Майборода (UT5UGW) и Виталий Пригоцкий (UT4UBZ); львовяне - ликвидаторы аварии на ЧАЭС: Леонид Харченко (UT1WL) и автор этих строк; а также дружный экипаж коллектива радиолюбителей Запорожской АЭС: Владимир Михайлец (UR3QGХ), Вячеслав Тарасов (UR3QJT) и Александр Устименко (UR7QR).

Было организовано 4 рабочих «позиции». За период с 24-го по 28-е апреля под СПС EM20U нами проведено около 700 QSO's с более чем 90 странами мира.

По многолетней традиции, 26 апреля в 01:24 MSK на 3,650 МГц был проведен своеобразный «круглый стол» - «Мемориал «Чернобыль», на котором «минуты молчания» почтили память уже ушедших из жизни коротковолновиков-чернобыльцев: Бориса Норштейна (UU2JN), Юрия Грдина (RW9CM), Василия Борисенко (RA4AF), Вячеслава Сологуба (US5EPD), Валентина Пономаря (UT0CF), Виктора Пискуна (UX2IE), Андрея Кивокурцева (UR7UL) и Карела Фехтела (UR5WN).

Вечного им полета в эфире!

Украину в эфире представляли мемориальные СПС: EM20FA (UT2FA), EM20FEL (UR5FEL), EN20CNPP (Chernobyl Nuclear Power Plant - UR4RZA), EN20CU (UR4CU), EN20F (UR5FEO), EN20FY (UX0FY), EN20UN (UX3UN), EN20UR (UT3UR), EN20UU (UX4UU), EN20UW (UT3UW), EO0UD (UR4UWS) и EO20FT (UT0FT).

Из России была активна СПС R20CH, UE3YAK и UE3YCH, а из Беларуси - EV20B, EV20D и EV20G.

Прошло уже двадцать лет, но мы до сих пор ничего не забыли...

Помним Чернобыль'86!

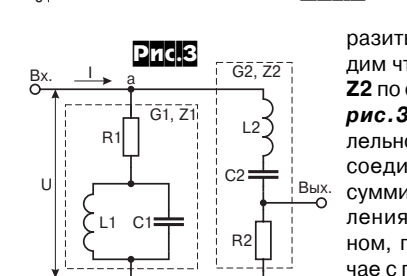
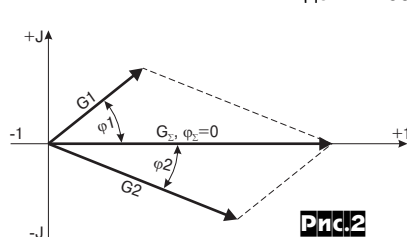
Более подробно о радиолюбителях-чернобыльцах можно прочитать и посмотреть иллюстрации в книге UY5XE «Радиолюбители - Чернобылю» (Львов, 2001, 26 с.).

Диплексер - мифы и реальность

Геннадий Аглодин, г. Тамбов

Эффективная передача энергии от генератора к комплексной нагрузке представляет собой одну из основных задач в радиотехнике. Работы по согласованию произвольных импедансов известны давно, первый шаг в этом направлении сделал Bode H.W. [1]. Более фундаментальные работы по согласованию произвольных импедансов представили Fano R.M. [2], а так же Meinke H. и Gundlach F.W. [3]. Они показали, что два двухполюсника, содержащие элементы R, L, C , называются дополняющими, если входное сопротивление при их последовательном и/или параллельном включении чисто активное и не зависит от частоты, и сводится к следующему: элементам одного двухполюсника $L1C1R1$ соответствуют такие дуальные элементы $L2C2R2$ дополняющего двухполюсника, что последовательному соединению $L1$ и $C1$ в исходном двухполюснике соответствует параллельное соединение $L2$ и $C2$ в дополняющем (или наоборот) и выполняются следующие соотношения $C2=L1/R^2$, $L2=C1/R^2$, где $R=R1=R2$. При этом схема обладает свойствами, что её полное входное сопротивление имеет чисто активный характер и постоянно по величине для любых частот от постоянного тока до любой высокой частоты, при которой параметры монтажа и конструктивные паразитные элементы не видоизменяют структуру всей схемы. Под дуальными цепями понимается: если в цепи сопротивление подчиняется какому то закону, то в дуальной цепи такому же закону должна подчиняться проводимость, а проводимость есть обратная величина сопротивления, другими словами это своего рода «зеркальность» цепей.

Кроме анализа диплексера (рис. 1) приведённого в [4] имеется более сложный анализ, основанный на операторном методе Лапласа и переходом в векторное изображение на комплексной плоскости. Операторный метод Лапласа является наиболее универсальным для анализа цепей, как в частотной, так и во временной области и реализован во многих программах моделирования MicroCap, PSpice-AD и ряде других, на сегодняшний день их более десятка.



му уравнений при условии $G_x=0,02$ (50 Ом) и $\phi_x=0^\circ$ получаем те же результаты что и в [4].

При изменении частоты меняются модули (длина) и фазы $\phi1, \phi2$ векторов $G1$ и $G2$, но при любом изменении частоты векторы $G1$ и $G2$ должны создавать такой суммарный вектор G_x , который удовлетворял бы выше указанным условиям, а проводимость есть всего лишь обратная величина сопротивления. Отсюда следует важный вывод. В правильно настроенном диплексере, ток I втекающий в точку a и напряжение U образующееся за счет падения этого тока на полном суммарном вход-

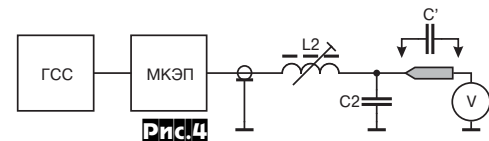
ном сопротивлении диплексера должны быть синфазные, т.е. смещение по фазе между вектором тока и вектором напряжения равно 0. Этот вывод является основополагающим моментом при регулировке диплексера.

Настройка и регулировка диплексера

При изготовлении диплексера, его желательно выполнить как минимодуль. Это даёт возможность при его регулировке не вторгаться в основную плату трансивера.

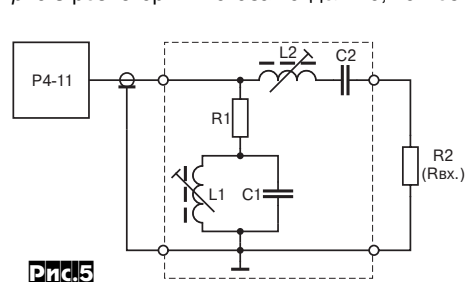
Элементы основного контура **L2C2** связаны с дополняющим (дуальным) контуром **L1C1** следующими соотношениями: $L1=C2R^2$ и $C1=L2/R^2$. Учитывая, что разброс номиналов катушек достигает $\pm 20\%$, а иногда и более, удобнее более точно подобрать номиналы конденсаторов **C1, C2** близкие к расчетным. В любом случае это можно сделать с точностью менее $\pm 2\%$, а катушки изготовить на сердечниках СБ-9а/б МР-100Ф (< 100 МГц). На это необходимо обратить особое внимание, т.к. получить резонанс можно и при других значениях **L2** и **C2**, но при этом характеристическое сопротивление будет каким то иным, а для диплексера важно что бы характеристические сопротивления $p1, p2$ и **R** были связаны определённым образом [4].

Далее необходимо настроить основной контур **L2C2** на $f_{пч}$. При $p2=100$ Ом и $R=50$ Ом основной контур работает с нагруженной добротностью $Q_n=2$, поэтому АЧХ будет плоская и найти точку резонанса проблематично. Из этой ситуации выходит следующим образом. Подключают к ГСС (Г4-158А, Г4-164) МКЭП (мощный комплиментарный эмиттерный повторитель) на КТ904А (КТ914А) с током коллектора $I_k=100...150$ мА, класс А, и собирают схему рис. 4.



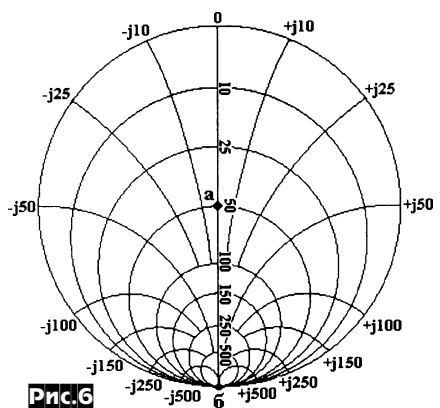
Поскольку малое выходное сопротивление МКЭП (около 1,5...3 Ом) не вносит существенных потерь в последовательный контур и добротность контура становится максимально возможной, резонанс будет острый. Необходимо так же учесть, что при включении цепи как показано на рис. 4 контур представляет собой «повышающий Г-трансформатор». ВЧ головка вольтметра переменного тока должна обладать малой входной ёмкостью. При отсутствии заводской ВЧ головки можно применить разделительный конденсатор **C'** ёмкостью 10...12 пФ. Частоту ГСС устанавливают равной $f_{пч}$ и подстройкой сердечника катушки **L2** добиваются максимальных показаний ВЧ вольтметра.

После этой операции собирают оставшуюся часть схемы диплексера и подключают к прибору Р4-11 - измерителю комплексных коэффициентов передачи и отражения (рис. 5). На рис. 5 резистор **R2** показан отдельно, но место на плате мини-



модуля для него желательно оставить, на случай если входное сопротивление следующего каскада превышает 2...3 кОм. В случае если входное сопротивление следующего каскада равно 50 Ом, то **R2** не нужен, т.к. его роль будет выполнять входное сопротивление следующего каскада. В качестве **R1, R2** желательно применить резисторы с подавленной реактивностью МОН-0,125, С2-10-0,125 номиналом близким к 50 Ом, например 49,9; 51; 51,1 Ом.

Прибор Р4-11 имеет возможность работать в двух режимах: в декартовой и полярной системах координат. С начала прибор согласно инструкции калибруют на сопротивление 50 Ом, затем переключают в режим полярных координат, устанавли-

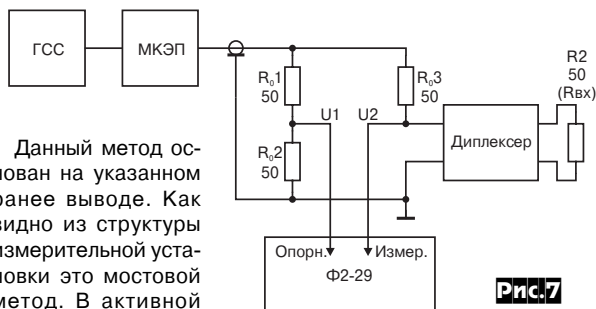


вают диапазон свивирования ГКЧ $0,1f_{пч} \dots 10f_{пч}$ и подключают диплексер. В режиме полярных координат прибор подсвечивает диаграмму Вольперта-Смита примерно как на рис. 6.

При изменении частоты ГКЧ точка **a** описывает замкнутую кривую сложной формы, и если все предыдущие

операции сделаны аккуратно, достаточно подстройкой индуктивности **L1**, добиться наименьшего отклонения точки **a** от показанного на рис. 6 (в идеале точка **a** должна стоять на месте). После этого прибор переключают в режим измерения КСВ и снимают показания в диапазоне частот $0,1f_{пч} \dots 10f_{пч}$. На этом настройку диплексера заканчивают. Если входной импеданс следующего каскада высокий ($>2 \dots 3$ кОм), то **R2** необходимо оставить, и минимодуль можно устанавливать на своё место. В случае если входной импеданс следующего каскада 50 Ом, резистор **R2** с платы минимодуля удаляют, но необходимо убедиться, что входной импеданс действительно 50 Ом и в нем отсутствуют реактивные составляющие. Например, для схемы с ОЗ на полевом транзисторе имеется возможность точно подстроить **Ri** посредством изменения тока стока.

При отсутствии прибора Р4-11 (или его современного аналога Р4-37/1) можно воспользоваться высокочастотным измерителем разности фаз и отношений уровней синусоидальных сигналов ФК2-29, для этого необходимо собрать измерительную установку по схеме на рис. 7.



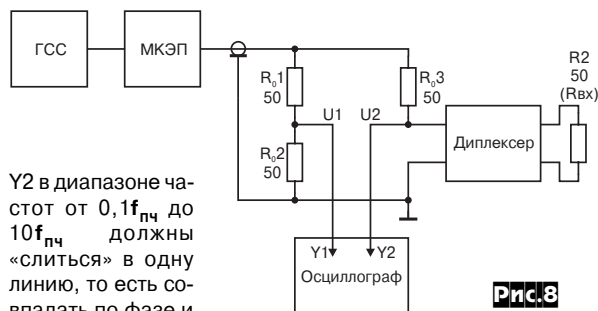
Данный метод основан на указанном ранее выводе. Как видно из структуры измерительной установки это мостовой метод. В активной цепи **R01** и **R02** вектор тока и вектор напряжения совпадают по фазе практически на любой частоте. В исследуемой цепи при условии, что полное входное сопротивление диплексера активно и имеет величину 50 Ом, так же должна соблюдаться синфазность тока и напряжения. Откуда следует: уровни напряжений должны быть равны **U1=U2** - баланс амплитуд, а разность фаз стремиться к нулю - баланс фаз. Разбаланс уровней **U1** и **U2** будет указывать на изменение модуля полного входного сопротивления диплексера, а разбаланс фаз - на присутствие реактивной составляющей.

Сначала необходимо откалибровать установку. Для этого на место диплексера устанавливают образцовый резистор с сопротивлением 50 Ом, и, убедившись, что уровни напряжений **U1** и **U2** равны, а разность фаз близка к нулю, приступают к регулировке диплексера. К установке подключают диплексер с предварительно настроенным в резонанс контуром **L2C2**, на частоте $f_{пч}$ подстройкой **L1** добиваются минимума разбаланса уровней напряжения и фаз. Далее, перестраивая ГСС от $0,1f_{пч}$ до $10f_{пч}$, по точкам снимают показания $\Delta\phi$ и ΔU . Отклонение уровня напряжения **U2** от опорного в пределах $\pm 2\%$ и его фазы $\pm 3^\circ$ можно считать хорошим результатом, а откло-

нение уровня напряжения **U2** от опорного в пределах $\pm 3\%$ и его фазы на $\pm 6 \dots 7^\circ$ - приемлемым. Для повышения точности измерений желательно чаще калибровать установку, в особенности на высоких частотах, т. к. провода и коаксиальные кабели, подключенные к установке, могут вносить погрешность в результаты измерений. Для уменьшения вносимой монтажной ёмкости, длины присоединительных проводов и кабелей должны быть минимально короткими и одинаковыми.

Указанные приборы Р4-11, Р4-37/1 и ФК2-29 большинству мало доступны, а диплексер настраивать как-то надо. При небольшом увеличении погрешности можно воспользоваться высокочастотным двухлучевым осциллографом, схема установки аналогична предыдущей (рис. 8).

Методика регулировки аналогична при работе с прибором ФК2-29. При правильной регулировке «синусы» канала **Y1** и



Y2 в диапазоне частот от $0,1f_{пч}$ до $10f_{пч}$ должны «слиться» в одну линию, то есть совпадать по фазе и амплитуде. В случае применения одноканального осциллографа сигналы **U1** и **U2** надо подавать на входы **Y** и **X**. При этом на экране осциллографа будем наблюдать фигуру Лиссажу, при правильной регулировке она должна «выродиться» в линию с наклоном в 45° . Отклонение от линии с наклоном в 45° будет свидетельствовать об амплитудном разбалансе, а появление «эллипса» о фазовом разбалансе. При «осциллографическом» методе, желательно дополнительно контролировать уровни напряжений **U1** и **U2** ВЧ вольтметром, т. к. коэффициенты передачи каналов **Y(Y1, Y2)** и **X** могут существенно отличаться, особенно если осциллограф не поверен в метрологической лаборатории и находится в частном пользовании длительное время.
(Окончание следует)

Vertex Standard
YAESU

Полный спектр любительского и профессионального радиооборудования Vertex Standard, Yaesu:

- портативные и автомобильные радиостанции
- трансиверы
- ретрансляторы
- антенно-фидерное оборудование
- измерительная техника

АОЗТ "Новые Технологии"
Системы радиосвязи, передачи данных и телеметрии

✉ 2-а, ул. Новокопальникова, Киев, 04080, Украина
☎ тел. (+380 44) 451-43-65, факс (+380 44) 417-87-70
✉ e-mail: sales@ra.net.ua
🌐 http://www.ra.net.ua

Синтезатор частоты однодиапазонного КВ трансивера

Алексей Темерев (UR5VUL), г.Светловодск, Кировоградской обл.

Современная техника связи постоянно развивается. Каждый радиолюбитель-коротковолновик хотел бы иметь трансивер с высокостабильным ГПД (генератором плавного диапазона). Однако изготовление высокостабильного генератора на основе LC элементов - дело кропотливое. Цифровой же синтезатор частоты может заменить обычный ГПД, при этом обеспечивается высокая стабильность частоты сигнала и дополнительные сервисные удобства.

В настоящее время в литературе описано достаточно большое количество синтезаторов для коротковолновых трансиверов. Однако не всегда синтезатор нужен для многодиапазонного варианта трансивера. В статье описан несложный (на взгляд автора) синтезатор частоты, который может быть использован совместно с трансивером или приёмником диапазона 160 м с промежуточной частотой, равной 500 кГц (ЭМФ с верхней боковой полосой). По сравнению с конструкцией, опубликованной в [4], автором доработано программное обеспечение - исправлены обнаруженные «глюки», добавлена возможность ручной коррекции частоты ПЧ. Вместо снятого с производства микроконтроллера AT90S1200 применён AT90S2313.

Параметры синтезатора следующие:

диапазон рабочих частот 2,31...2,5 МГц;
 частотный шаг 50 Гц;
 точность индикации частоты 10 Гц;
 точность установки частоты 25 Гц;
 ток потребления, не более 120 мА.

Описание синтезатора

Функциональная схема синтезатора приведена на рис. 1.

Основу устройства составляет микросхема синтезатора с ФАПЧ TSA6057 [7]. Эта ИМС может обеспечить стабильную работу генератора высокой частоты на частотах вплоть до 131 МГц с шагом 1 кГц. На функциональной схеме показана её упрощённая структура. Сигнал кварцевого генератора после прохождения через ДПКД (делитель с переменным коэффициентом деления) опорной частоты уменьшается в определённое число раз для того, чтобы сформировать сигнал опорной частоты сравнения. Частота сравнения обычно равна или кратна шагу сетки частот синтезатора.

Выходной сигнал генератора, управляемого напряжением (ГУН) подаётся в микросхему на вход ДПКД входной частоты. Его коэффициент деления может изменяться в широких пределах. Выходной сигнал делителя поступает на второй вход фазового детектора. В фазовом детекторе сравниваются фазы сигналов, и вырабатывается сигнал ошибки, величина которого пропорциональна разности фаз сравниваемых сигналов. Этот сигнал ошибки поступает на вилкап ГУНа и изменяет его частоту так, чтобы минимизировать сигнал ошибки. Управление работой микросхемы производится по шине I²C. В управляющем коде содержится информация о шаге сетки синтезатора, коэффициенте деления делителя входной частоты и другие данные. ГУН синтезатора работает в диапазоне частот 46...50 МГц с шагом 1 кГц.

Для того, чтобы получить шаг сетки - 50 Гц, вырабатываемый ГУНом сигнал делится в 20 раз с помощью двух счётчиков. Первый - двоично-десятичный счётчик уменьшает частоту выходного сигнала в десять раз. С выхода этого счётчика сигнал с частотой в два раза выше требуемой можно подать на смеситель трансивера, в котором дополнительно сигнал гетеродина делится в два раза. Второй двоичный счётчик уменьшает частоту сигнала ГУНа ещё в два раза.

Трёхконтурный полосовой фильтр использован для того, чтобы сформировать из сигнала логического уровня синусоидальный. На выходе «Вых. рег.» присутствует сигнал синусоидальной формы частотой 2,3...2,5 МГц. Перестройка синтезатора по частоте осуществляется с помощью валкодера - устройства, которое формирует импульсы пропорционально скорости и направлению поворота вала.

Весь синтезатор состоит из трёх узлов - блока управления, блока синтеза и валкодера.

Принципиальная схема блока управления приведена на рис. 2.

Микроконтроллер обрабатывает импульсы валкодера, соответственно выдаёт в микросхему синтезатора информацию о текущем значении рабочей частоты и данные для отображения на индикаторе. Цепочка из резистора R5 и диодов VD2-VD4 служит для формирования напряжения питания индикатора HG1.

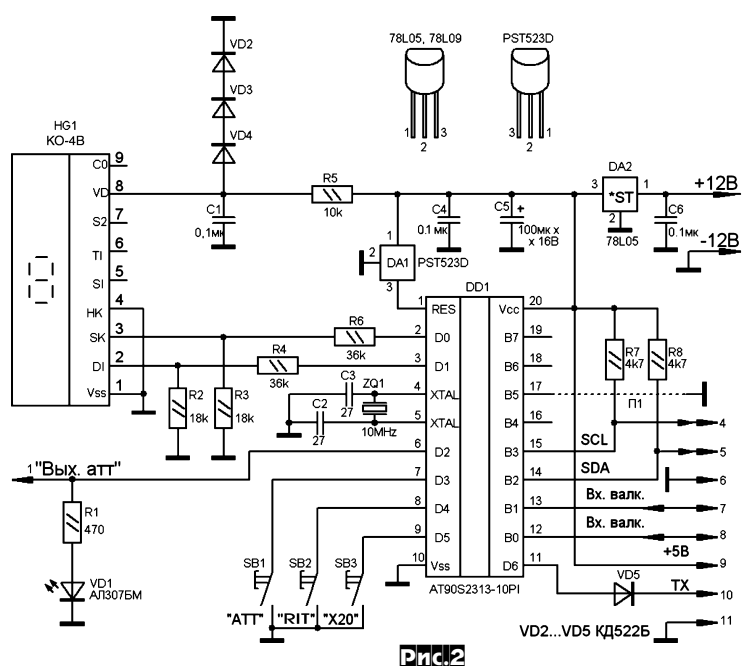


Рис. 2

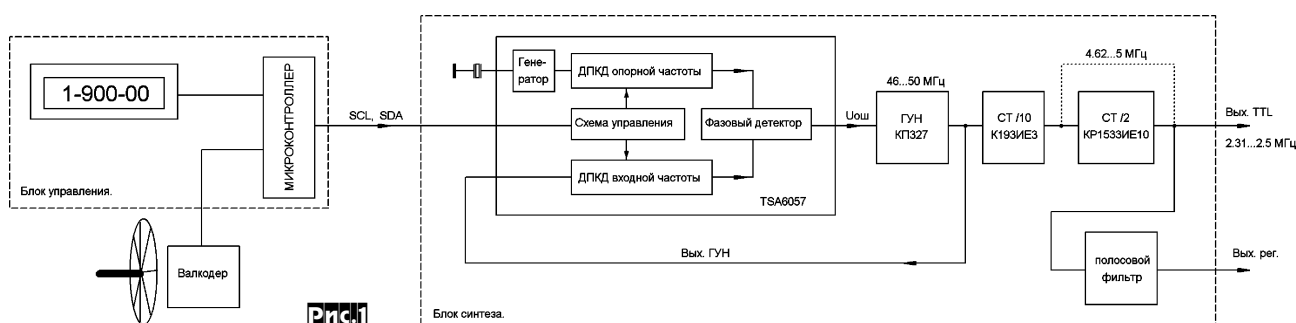
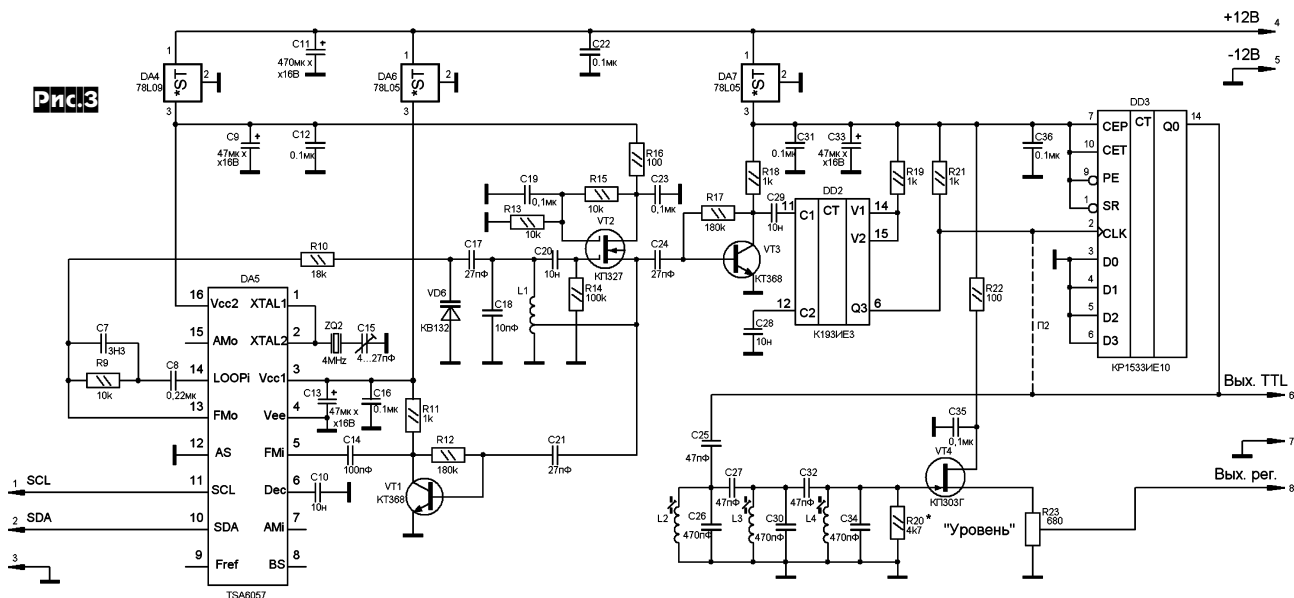


Рис. 1



Резистивные делители R2-R4, R6 согласовывают величину логических уровней, которые передаются в индикатор. Микросхема супервизора DA1 предотвращает возможную потерю информации EEPROM микроконтроллера при плавном нарастании и спаде его напряжения питания. Резисторы R7 и R8 - нагрузка линий SDA и SCL шины I²C.

Принципиальная схема блока синтеза - на рис.3.

Микросхема синтезатора DA5 получает управляющий код от микроконтроллера. ГУН собран на полевом транзисторе VT2 по схеме индуктивной трёхточки. Сигнал с истока транзистора через усилитель (транзистор VT1) поступает в микросхему. В соответствии с кодом частоты микросхема синтезатора изменяет напряжение управления на варикапе VD6 с тем, чтобы частота ГУН соответствовала предустановленному значению. Микросхема питается от двух стабилизаторов - DA4 и DA6 (9 и 5 В). Напряжение 9 В используется только для питания цепей фазового детектора микросхемы синтезатора и ГУНа.

Сигнал ГУНа через усилитель на транзисторе VT3 поступает на цифровой делитель частоты. Чтобы снизить помехи от цифровой части устройства, микросхемы делителя получают напряжение питания +5 В от отдельного стабилизатора DA7. DD2 - высокочастотный делитель частоты на 10/11, в данном устройстве использован как десятичный. На выв.6 DD2 присутствует сигнал частотой, в десять раз ниже частоты ГУНа. Вторая микросхема DD3 - двоичный счётчик и на ее выводе 14 формируется сигнал с частотой, в два раза ниже по отношению к входной.

Для того чтобы сформировать из сигнала типа «меандр» синусоидальный, используется трёхконтурный полосовой фильтр. Его полоса пропускания составляет от 2310 до 2500 кГц. Источковый повторитель на транзисторе VT4 согласовывает высокое выходное сопротивление полосового фильтра с низкоомной нагрузкой. Резистор R20 установлен для того, чтобы выровнять добротность третьего контура фильтра (L4C34) по отношению к остальным контурам.

Управление работой синтезатора производится с помощью валкодера и трёх кнопок. При включении синтезатора он начинает работу на частоте, которая записана в EEPROM. В авторском варианте - это частота 2400 кГц, которая соответствует



Рис.4

Перестройка синтезатора вверх или вниз по частоте с шагом 50 Гц производится поворотом ручки валкодера вправо или влево. Если нажать кнопку «X20» (рис.2), при вращении

валкодера перестройка по диапазону будет осуществляться с шагом 1 кГц.

При нажатии на кнопку «RIT» текущее значение частоты синтезатора фиксируется в памяти микроконтроллера. В крайнем левом знакоместе инди-



Рис.5

на, а передача будет вестись на частоте, записанной в памяти. Во время работы в режиме передачи индицируется именно это значение частоты. Повторное нажатие на кнопку «RIT» - выход из режима работы на разнесенных частотах.

Для перевода синтезатора в режим передачи необходимо соединить с «корпусом» контакт 10 блока управления и индикации.

При каждом нажатии на кнопку «АТТ» вывод микроконтроллера «Вых.атт» переключается в состояние логической «1» и наоборот, о чём свидетельствует загорание или гашение светодиодного индикатора VD1. Эту функцию можно задействовать для выполнения каких-либо действий - переключения аттенюатора, УРЧ, изменения мощности передатчика, включения режима CW и т.д.

В качестве стартовой частоты может быть выбрана любая частота диапазона. Для записи в память микроконтроллера текущего значения необходимо нажать кнопку «ATT» и, не отпуская её, кнопку «RIT».

Если во время подачи напряжения питания на синтезатор удерживать нажатой кнопку «АТТ», синтезатор запустится в

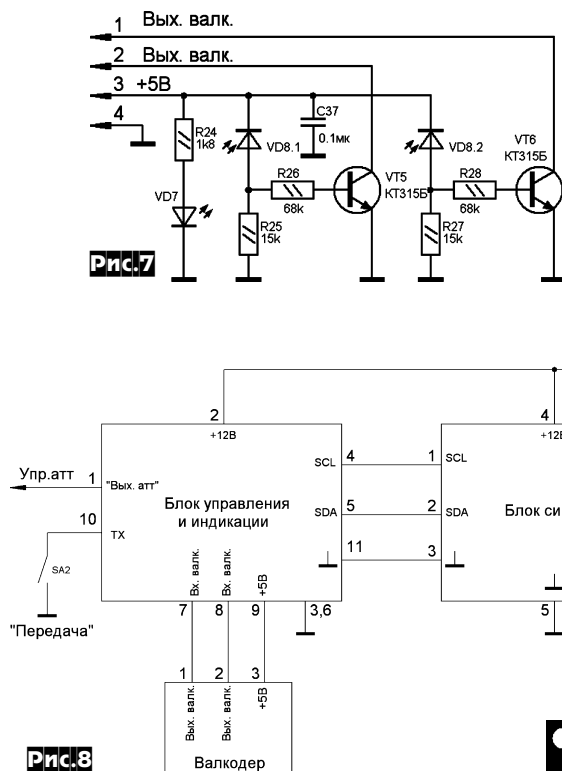


Рис.6

коррекции значения частоты нажать на кнопку «АТТ» и, не отпуская её, кнопку «RT», текущее значение запишется в энергонезависимую память микроконтроллера, после чего синтезатор перейдёт в обычный режим работы.

Принципиальная схема электрической части валкодера показана на **рис. 7**. Между светодиодами и фотодиодами расположен диск с прорезями. Диск связан механически с поворотным валом. При вращении диска на выходе обоих каналов формируются импульсы, частота которых пропорциональна скорости вращения вала, а фаза – направлению вращения.

Схема соединений блоков синтезатора приведена на **рис.8**.



Конструкция и детали

В конструкции использованы постоянные резисторы - типа С1-4, С2-23, МЛТ; подстроечный - СП4-1. Все постоянные конденсаторы - К10-17, КМ; подстроечный - КТ4-23; а оксидные конденсаторы - К50-35.

Катушка ГУНа L1 - бескаркасная, намотана на оправке диаметром 5 мм и содержит 2,5+6,5 витков медного провода диаметром 0,6 мм (считая от заземлённого конца). Катушки L2-L4 намотаны на полистироловых каркасах диаметром 5 мм с карбоильным сердечником и содержат по 45 витков провода ПЭВ-0,1.

Если частота ГУНа не будет превышать 100 МГц, вместо микросхемы делителя DD2 можно применить 74АС192 (правда, со своими внешними цепями - печатную плату придётся переделывать), DD3 заменяется на К555ИЕ10 или 74НС161. ЖКИ индикатор HG1 - типа КО-4В. Микроконтроллер AT90S2313 можно использовать с любым индексом -10PI, -10SI, -12PI, -12SI. Кнопки - малогабаритные, имеющие шток длиной около 14 мм. Кварцевый резонатор ZQ1

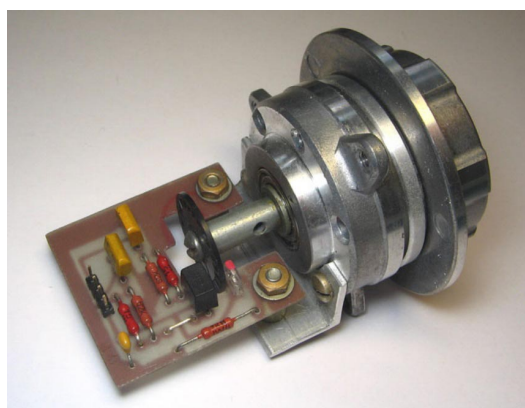


Рис.9

может быть на частоту 8...10 МГц.

Для изготовления валкодера автор применил части от неисправного манипулятора «мышь» - излучающий диод, сдвоенный фотодиод, пластмассовый диск с прорезями, коннектор с проводниками. Основанием послужил шпиндель от дисководов 5,25" (см. **рис.9**). При отсутствии таких деталей можно применить валкодер любой конструкции, который обеспечивает при повороте вала выдачу импульсов логической амплитуды, сдвинутых по фазе между собой. За один проход прорези диска перед оптопарами программа формирует 4 импульса.

Печатная плата блока управления и индикации выполнена из одностороннего текстолита 100х48 мм. Индикатор закреплён непосредственно над платой с помощью стоек. Печатная плата блока синтеза изготовлена из двухстороннего текстолита 85х60 мм. Верхний слой фольги служит «земляной» шиной. Отверстия под выводы, не соединённые с «землёй», зенкуются. Рисунки печатных плат блока управления и блока синтеза приведены на **рис.10** и **12** соответственно, расположение элементов на платах - на **рис.11** и **13**. Печатная плата валкодера не приводится ввиду её зависимости от типов используемых деталей - светодиода, фотодиодов, диска и т.д..

Программирование микроконтроллера

Для программирования AT90S2313 автор воспользовался программатором PonyProg2000, разработанным Клаудио Ланконелли. Последние релизы программно-

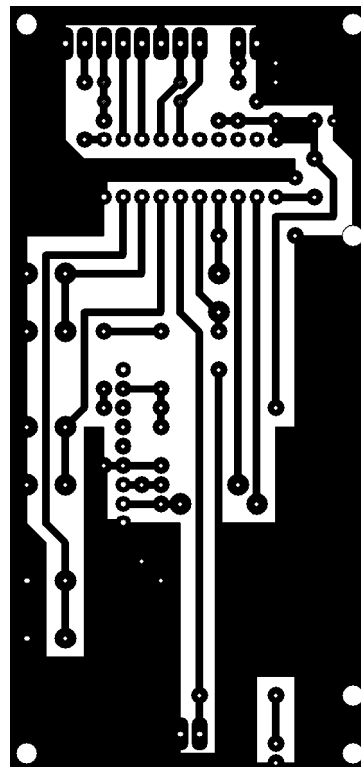


Рис.10

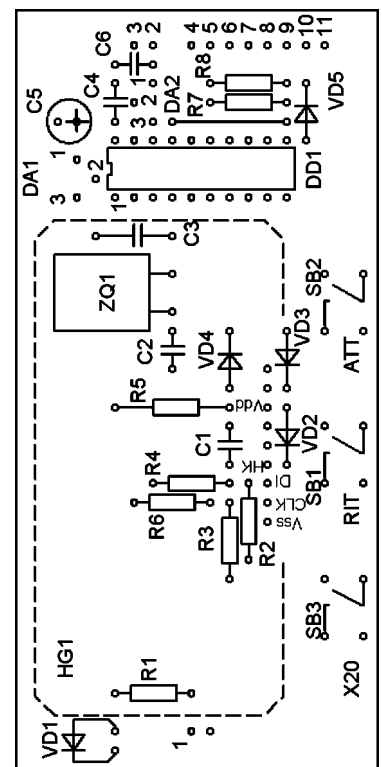


Рис.11

го обеспечения, схемы программаторов для различных типов микроконтроллеров и подробную инструкцию по использованию можно бесплатно загрузить с сайта www.lancos.com, также полезную информацию о использовании программатора можно почерпнуть из [2]. «Железо» этого программатора содержит базовый блок, подключаемый к COM либо LPT порту компьютера и сменные адаптеры для каждого семейства микроконтроллеров. Однако если предполагается программировать только определённый тип микросхем, например, AT90S1200 и AT90S2313, то можно воспользоваться упрощённым адаптером для COM-порта (**рис.14**) [7]. Такой адаптер, изготовленный на макетной плате, уже несколько лет исправно служит автору. Необходимо только иметь в виду, что все операции по подключению и отключению адаптера должны про-

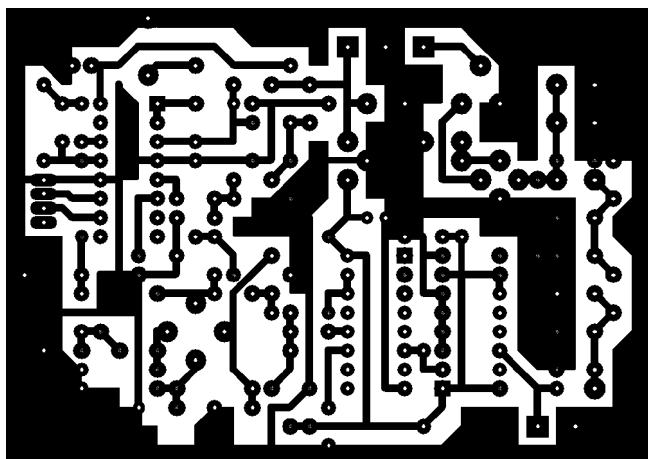


Рис.12

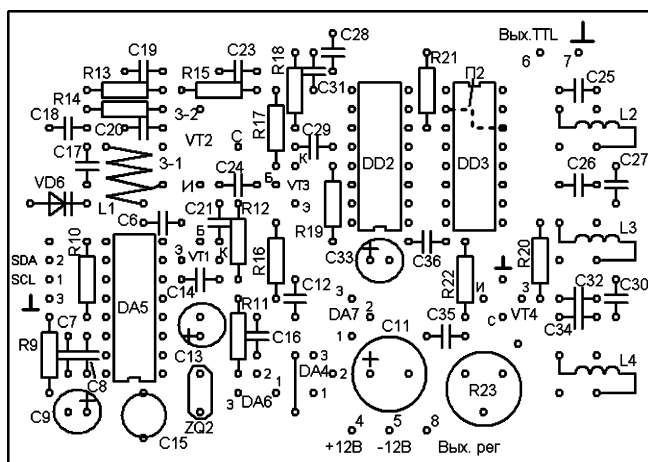
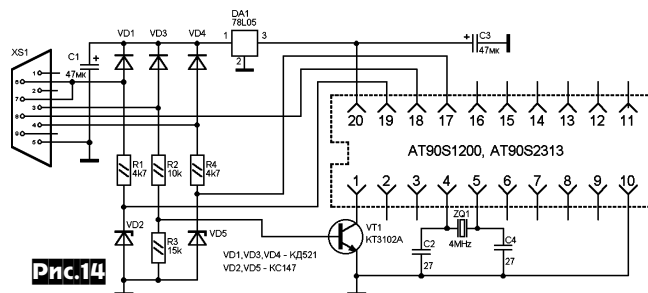


Рис.13



изводиться при выключенном компьютере во избежание повреждения портов. Для программирования микроконтроллера используются два файла. Файл с расширением «.hex» представляет собой содержимое программной FLASH-памяти, файл «.eep» - содержимое энергонезависимой памяти EEPROM микроконтроллера. Нужные файлы по очереди загружаются в буфер программатора и записываются в микроконтроллер командой «Write Device» (записать устройство).

Настройка

Правильно собранная плата управления и индикации в настройке не нуждается.

Настройка платы синтеза производится по следующей методике. Плата включается без установленной микросхемы DA5. К левому (по схеме) выводу резистора R10 подключается движок вспомогательного переменного резистора сопротивлением 10...68 кОм, а остальные его два вывода - к корпусу платы и точке питания +9 В. К выходу синтезатора (предпочтительно вывод «Вых. TTL») подключается частотомер. Перемещая витки катушки L1, добиваются того, чтобы при изменении напряжения на ватикапе в пределах 2...7 В частота синтезатора изменялась в пре-

делах 2,31...2,5 МГц. Если при вышеуказанных пределах напряжения на ватикапе перекрытие ГУНа по частоте оказывается недостаточным, необходимо увеличить ёмкость конденсатора C17.

После окончания настройки ГУНа все узлы синтезатора соединяются между собой, и производится проверка работоспособности синтезатора. Подстройкой конденсатора C15 (рис.3) добиваются того, чтобы частота на выходе устройства отличалась от суммы значения, показанного на индикаторе и частоты ПЧ не более чем на +/-10 Гц.

Трёхконтурный полосовой фильтр настраивается традиционными методами - либо с помощью измерителя АЧХ (что предпочтительно), либо с помощью осциллографа либо высокочастотного милливольтметра, подключенного в выходу «Вых.рег» синтезатора.

Подключение синтезатора

Автор постарался сделать устройство, которое легко можно использовать с любым типом смесителя - от аналогового переключателя до высокоуровневого смесителя с делением частоты.

При использовании синтезатора со смесителем, который дополнительно уменьшает частоту сигнала гетеродина в 2 раза (например, [1]), микросхема DD3, элементы трёхконтурного ДПФ и истоковый повторитель VT4 в плату блока синтеза не запаиваются. На плате блока синтеза устанавливается перемычка П2. При этом на контакте «Вых.ТТЛ» будет присутствовать сигнал синтезатора с частотой, в два раза больше рабочей.

Если синтезатор используется с обычным ключевым смесителем (без дополнительного деления частоты гетеродина), сигнал основной частоты логического уровня можно снять с контакта «Вых.ТТЛ». При этом также не устанавливаются элементы трёхконтурного фильтра и истоковый повторитель. Необходимо учесть, что нагрузочная способность счетчика DD3 невелика и подключать низкоомную нагрузку непосредственно к контакту «Вых.ТТЛ» нельзя.

Если для работы смесителя необходим сигнал синусоидальной формы, перемычки не устанавливаются. Амплитуду сигнала на контакте «Вых.рег» в пределах 0...1 В можно регулировать резистором R23.

Внешний вид синтезатора в сборе показан на первой странице обложки журнала.

Применение синтезатора на других частотах

Максимальное число, которое может быть записано в ДПКД микросхемы синтезатора равно 1FFFF hex или 131071 в десятичном исчислении. Соответственно при шаге сетки 1 кГц максимальная выходная частота ГУН будет равна 131,071 МГц. При использовании делителя на 20 максимальная выходная частота синтезатора может быть примерно 6553 кГц. Это позволяет выполнить синтезатор для тракта аналогового трансивера «Радио-76» на диапазон 80 м. Также возможно применить в трансивере с ПЧ, равной 8...11 МГц в диапазоне 20 м.

Автором предлагаются несколько прошивок: для диапазона 160 м (ПЧ=500 кГц), F_{вых}=2,31...2,5 МГц - [tsa_160_500.zip](#); для диапазона 80 м (ПЧ=500 кГц), F_{вых}=4,00...4,3 или 3,0...3,3 МГц - [tsa_80_500.zip](#); для диапазона 20 м (ПЧ=8862 кГц), F_{вых}=5,138...5,438 МГц - [tsa_20_8862.zip](#), которые можно взять на сайте журнала Радиолюбитель в разделе июньского номера за 2006 г. Там же расположены и чертежи печатных плат в формате Sprint Layout 3 в файле [tsa6057_synt.zip](#).

Для всех прошивок отличается только содержимое файла EEPROM микроконтроллера, в котором занесены нижняя и верхняя частоты диапазона, частота ПЧ и стартовая частота.

Перемычка П1 (см. рис.2) устанавливается, когда выходная частота ПЧ вычитается из показаний индикатора (например, для диапазона 20 м).

Получить дополнительную информацию о принципах построения шины I²C и о микросхемах с таким интерфейсом можно в [3].

Литература

1. Белянский А. КВ трансивер HT981M. - Радио, 2001, №1-10.
2. Безверхний И. Программатор устройств с последовательным доступом RpuProg2000. - Радиолюбитель, 2003, №2,3,6.
3. Семёнов Б.Ю. Шина I²C в радиотехнических конструкциях. - М., СОЛОН-Р, 2002.
4. Темерев А. Однодиапазонный синтезатор частоты. - Радио, 2004, №12, с.57-60.
5. Темерев А. Трансивер "Аматор-160". - Радио, 2001, №9, с.58-61.
6. Темерев А. Трансивер с кварцевым фильтром. - Радио, 2002, №3,4.
7. Темерев А. УКВ синтезатор частоты. - Радио, 2003, №4, с.62-64.
8. TSA6057, TSA6057T. Radio tuning PLL frequency synthesizer. Datasheet.

Антенный тюнер QJ-200

Александр Добрынин (UY5QJ), г. Запорожье

Усилители мощности современных КВ трансиверов имеют выходное сопротивление 50 Ом. Многие фирменные аппараты оснащены встроенными автоматическими антенными тюнерами, позволяющими согласовать выходной каскад трансивера с тюнером, т.е. нагрузить передатчик трансивера на 50 Ом, при этом сопротивление антенны может быть в пределах от 16 до 150 Ом. Как правило, встроенные автоматические тюнеры при КСВ более 3 работают неустойчиво, или просто не настраиваются. О такой известной антенне как «верёвка» вообще говорить нечего, её подключать к фирменному трансиверу, даже имеющему тюнер - нельзя! Хотя, если хочется - то можно, но потом нужно будет внимательно изучить материальную часть трансивера, чтобы его отремонтировать! Если антенна настроена и согласована с кабелем 50 Ом, то в пределах любительского диапазона КСВ не будет превышать трёх, поэтому предела перестройки автоматического тюнера от 16 до 150 Ом, вполне достаточно. К этому следует добавить, что при увеличении влажности окружающей среды, КСВ системы фидер плюс антенна, хоть и не намного, но всё равно увеличится. Для того чтобы скомпенсировать увеличение КСВ на краях диапазона и нагрузить трансивер на 50 Ом применяются автоматические или ручные тюнеры. Если в Вашем трансивере нет автоматического тюнера, это не повод для огорчений, даже наоборот! Тюнер, работающий в более широком диапазоне сопротивлений нагрузки, можно изготовить самостоятельно, и получить при этом отличный результат!

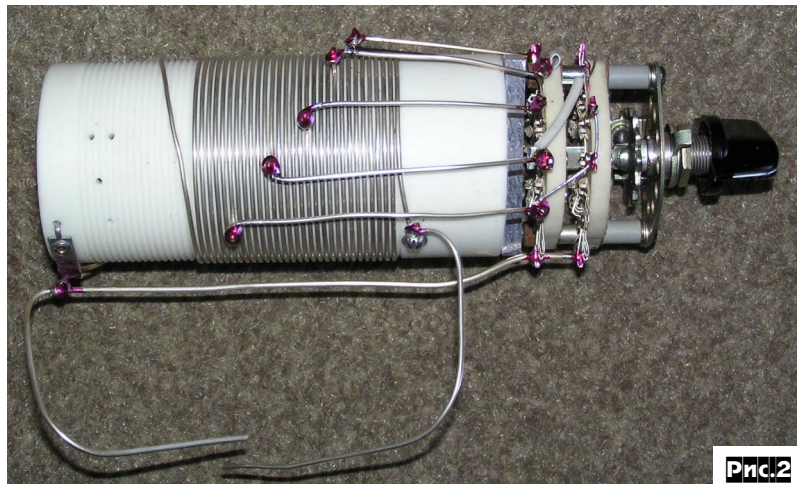
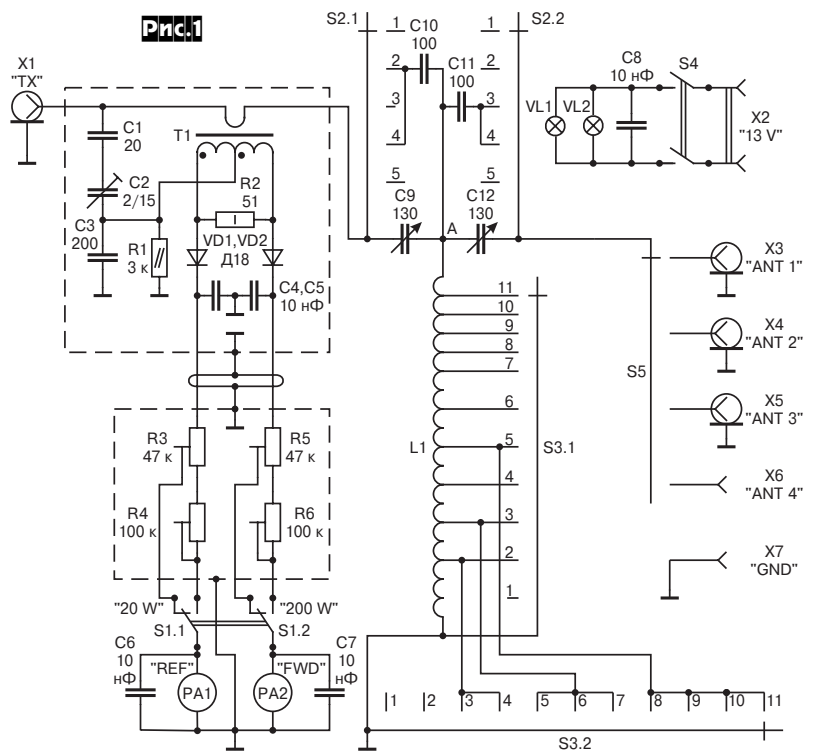
Предлагаю конструкцию антенного тюнера, выполненного по Т-образной схеме, неоднократно описанной в литературе, и используемой во многих трансиверах ICOM, KENWOOD, YAESU и других. Т-образная схема тюнера выбрана как легко реализуемая, и не требующая КПЕ с большим значением ёмкости. Максимальной ёмкости КПЕ порядка 250 пФ, вполне достаточно для согласования тюнера с трансивером и с антенно-фидерной системой в широком диапазоне частот. Для примера, в тюнерах фирмы MFJ используются переменные конденсаторы с максимальной ёмкостью около 210 пФ.

Тюнер может использоваться с любым трансивером, имеющим выходное сопротивление 50 Ом, и обладает следующими характеристиками:

- диапазон рабочих частот 1,8-30 МГц;
- входное сопротивление 50 Ом;
- сопротивление нагрузки 10-600 Ом;
- подводимая мощность, не более 200 Вт;
- размер блока (ВхШхГ) 130х240х170 мм.

Схема тюнера приведена на **рис. 1**. Тюнер состоит из пяти узлов: КСВ-метр, катушка индуктивности с переключателем, плата с КПЕ, коммутатор антенн и симметрирующий трансформатор (на схеме не показан и устанавливается при необходимости обеспечить согласование антенны, питаемой симметричной фидерной линией). Все эти узлы изготавливаются и собираются до установки в корпус.

Для КСВ-метра используется трансформатор тока Т1 в экранированном корпусе. Такие трансформаторы применялись в антенном блоке радиостанции Р-130. Трансформатор тока, можно использовать без переделки, но для равномерности показаний КСВ-метра от частоты желательно перематывать трансформатор, и сделать вывод от середины вторичной обмотки, как показано на схеме. Трансформатор наматывается



на ферритовом кольце 50 ВЧ размером 20х10х5 мм. Вторичная обмотка мотается в два провода ПЭЛШО-0,3; и содержит 10 витков, равномерно распределённых по периметру кольца. Средний вывод получается путём соединения начала одной обмотки с концом другой. Первичная обмотка - проводник между X1 и C9, проходящий через отверстие в кольце. Если трансформатор предполагается использовать без переделки, тогда схема КСВ-метра может быть такой как в [1, стр.74]. Печатная плата с элементами КСВ-метра, крепится к корпусу трансформатора тока. В принципе, КСВ-метр может быть изготовлен по любой известной схеме.

Для удобства отсчёта КСВ и подводимой к тюнеру мощности, на передней панели установлен переключатель S1, позволяющий изменять предел измерений: «20 W» или «200 W». В качестве измерительного прибора REF/FWD, используется микроамперметр с двумя стрелками, такой как в промышленных КСВ метрах. С таким же успехом можно использовать двухстрелочный микроамперметр М68505-01, который применялся в магнитолах отечественного производства. В тюнере предусмотрена подсветка шкалы прибора. Миниатюрные лампоч-

ки VL1 и VL2 на 14 В включаются переключателем S4, а напряжение 13 В постоянного или переменного тока, подаётся через разъём X2, установленный на задней панели блока.

Катушка индуктивности L1, крепится непосредственно к переключателю S3 теми же винтами, что и галеты. Все отводы сделаны по окружности так, что кратчайшим путём подпаиваются к ламелям переключателя. Переключатель S3 типа ПГК-11П2Н. Вторая галета S3.2, используется для закорачивания части витков катушки на ВЧ диапазонах, чтобы исключить паразитные резонансы. L1 намотана на керамическом каркасе диаметром 50 мм и длиной 110 мм, с шагом 1,5 мм, посеребренным проводом диаметром 1,2 мм. Количество витков, считая от 11 положения переключателя S3: 1+1+1+1+1+2+3+4+5+6+7. Длина намотки 49 мм. На **рис.2** показан внешний вид готового узла - катушка индуктивности L1 с переключателем S3. При установке этого узла в корпус нужно припаять два вывода, один к зажиму X7 «GND», второй - к точке А (см. **рис. 1**).

Следующий узел - плата КПЕ. В тюнере используются двухсекционные конденсаторы от вещательных приёмников ёмкостью 12/495 пФ. Если предполагается использовать тюнер при мощности передатчика до 100 Вт, то конденсаторы можно использовать без переделки. Секции каждого КПЕ (C9 и C12) в таком варианте необходимо включить последовательно (общая ёмкость будет около 250 пФ). Естественно, последовательное соединение секций КПЕ эквивалентно увеличению зазора между пластинами конденсатора. В случае использования тюнера с передатчиком до 200 Вт, конденсаторы нужно проредить через одну пластину и секции соединить параллельно, при этом общая ёмкость будет около 130 пФ. Работа не пыльная, но требует наличия хорошего инструмента и аккуратности. Сначала, нужно выпаять блоки статорных секций. Острыми бокорезами аккуратно срезать развальцовку убираемых пластин, и удалить их. То же самое надо сделать и с роторными пластинами. После удаления лишних пластин, необходимо выровнять статорные и роторные секции, и припаять статорные секции на место, предварительно выставив одинаковый зазор между статорными и роторными пластинами. В связи с тем, что в тюнере используется Т-звено и на статорных и роторных пластинах КПЕ присутствует ВЧ напряжение, необходимо обеспечить изоляцию КПЕ от корпуса тюнера. Для этого конденсаторы C9 и C12 крепятся на текстолитовую плату винтами М3 с потайными головками, утопленными на 2...2,5 мм в плату. Это сделано для того, чтобы крепящие винты не выступали за поверхность платы, и чтобы исключить возможность пробоя между КПЕ и крышкой блока. Размер платы 90x100x5 мм. Плата с КПЕ крепится к нижнему загибу корпуса двумя винтами. Оси переменных конденсаторов выводятся на переднюю панель через диэлектрические втулки. На НЧ диапазонах может потребоваться увеличить ёмкость переменных конденсаторов. Для этого используется переключатель S2, который подключает параллельно КПЕ C9 и C12 конденсаторы C10 и C11 ёмкостью по 100 пФ. В первом положении переключателя S2, дополнительные конденсаторы не подключены. Во втором и третьем положении S2, дополнительная ёмкость подключается или к C9 или к C12 соответственно. В четвёртом положении S2, дополнительные ёмкости подключаются и к C9, и к C12. При подключении дополнительных конденсаторов, ёмкости КПЕ будут изменяться от 110 до 230 пФ. Можно применить другие КПЕ, но желательно, чтобы максимальная ёмкость переменных конденсаторов не превышала 250 пФ. При большой ёмкости этих КПЕ, настройка получается очень острой! Плата с КПЕ собирается и распаивается до установки в корпус, т.е. получается законченный узел.

Коммутатор антенн, выполнен на переключателе S5. К тюнеру можно подключить 4 антенны: 3 антенны питаемые коаксиальным кабелем (ANT1-ANT3), одну антенну LW (ANT4), которая подключается с помощью керамического ВЧ зажима X6. Антенный коммутатор можно выполнить по схеме [1, стр.77], в этом случае переключатель S5 должен состоять из двух галет.

К зажиму X7 подключается заземление. Перед установкой всех узлов в корпус, необходимо проложить «земляной» провод. Посеребренным проводником, диаметром 1,5 мм, нужно запааять «земли» разъёмов X3...X5, и этот же проводник при-

паять к X7. При установке катушки индуктивности L1 в корпус блока, общий вывод катушки припаивается непосредственно к зажиму X7. Расположение всех узлов в тюнере и монтаж (вариант с симметрирующим трансформатором) показаны на **рис.3**, а на **рис.4** - вид на переднюю панель.

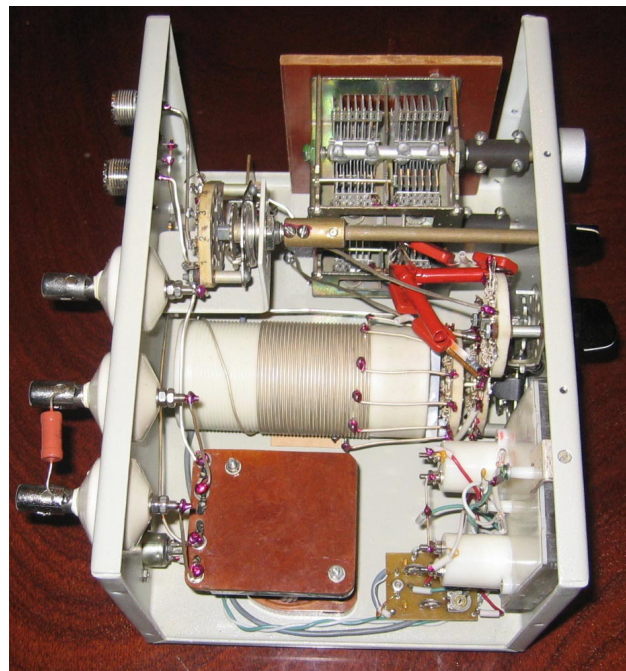


Рис.3



Рис.4

КСВ-метр настраивается до установки в корпус на нагрузку 50 Ом. Методики настройки были неоднократно описаны в литературе.

Детали тюнера. Конденсатор C1 - керамический, на напряжение 200 В; C2 - с воздушным диэлектриком, зазор между пластинами 0,2 мм. Можно использовать керамический подстроечный конденсатор типа КТ4-23. C10 и C11 должны быть на напряжение минимум 750...1000 В, например, К15-У или подобные. Остальные конденсаторы типа КМ, или импортные, на рабочее напряжение не менее 50 В. Переключатели S2, S3, S5 - галетные керамические, типов ПГК-5П2Н, ПГК-11П2Н и ПГК-5П1Н соответственно.

При работе нужно помнить, что правильное согласование передатчика с тюнером будет тогда, когда КСВ будет около единицы! В этом случае, стрелка прибора падающей волны (FWD) покажет мощность, подводимую к тюнеру, а стрелка прибора отражённой волны (REF) должна находиться у нулевой отметки (т.е. отражённой мощности нет). Это говорит о том, что передатчик будет нагружен на нагрузку (в данном случае тюнер) близкую к 50 Ом! И это самое главное, трансвер скажет Вам «спасибо».

Порядок настройки тюнера. Для правильной настройки

БЫТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

потребляемый устройством (около 20 мА). Если напряжение на аккумуляторе ниже 4,1 В (напряжение заряженного Li-Ion аккумулятора для мобильного телефона), то на выходе компаратора появляется напряжение, которое открывает электронные ключи VT5, VT6 и начинается процесс заряда. Через определенное время напряжение на аккумуляторе вырастает и достигнув значения 4,1 В переводит компаратор в другое устойчивое положение, при котором напряжение на его выходе уменьшается до 0 В. Это приводит к закрыванию транзисторов VT5, VT6 и как следствие - к прекращению заряда аккумулятора. В таком положении аккумулятор может находиться в зарядном устройстве долгое время. Это очень существенно, т.к. даже при небольшом перезаряде (0,1 В) Li-Ion аккумулятор очень перегревается и может взорваться.

Если используются никель-кадмиевые или никель-металгидридные аккумуляторы, то будет полезным также и разрядный узел, т.к. известно, что этим типам аккумуляторов присущ эффект «памяти». Он проявляется в том, что заряженный полностью аккумулятор теряет свою электрическую емкость очень быстро, особенно тогда, когда его начали заряжать, предварительно не полностью разрядивши. Поэтому разрядный узел позволяет разрядить аккумулятор полностью до невредной для него границы. Например, в данном случае до 3,3 В (по 1,1 В на элемент). Работает этот узел так. При нажатии на кнопку SA2 срабатывает реле K1, которое своими контактами K1.1 подключает аккумулятор к разрядному устройству. Если напряжение на аккумуляторе больше 3,3 В (оно устанавливается резистором R3), то открывается компаратор, а за ним и транзисторы VT1-VT4, VT7. Транзистор VT3 подключает к аккумулятору AB1 лампочки-нагрузку HL1-HL2, которые его разряжают. VT4 выключает зарядный узел, VT7 блокирует кнопку SA2, поэтому ее можно отпустить. Через некоторое время напряжение на аккумуляторе упадет до 3,3 В и компаратор закроет все перечисленные выше транзисторы, реле переключит контакты K1.1 и аккумулятор подсоединится к зарядному узлу. Начнется процесс заряда аккумулятора. Если необходимо остановить процесс разряда аккумулятора, нажимают кнопку SA1 «Заряд» и схема вернется к процессу заряда.

Конструкция и детали

В схеме можно использовать широкодоступные радиокомпоненты. Желательно чтобы подстроечные резисторы были типа СП5-2, т.е. многооборотные, ведь от точности установки их сопротивления зависит точность порога компараторов. Светодиоды VD1, VD2 красного, VD2 - зеленого цветов свечения. Для питания зарядного устройства используют выпрямитель-адаптор с выходным напряжением 9...12 В и допустимым током не менее 0,5 А. Печатная плата может быть любой конфигурации и зави-

сит от размеров используемых деталей, поэтому не приводится. На транзисторы VT2 и VT3 надеты пластинки-радиаторы размером 10x20 мм. Транзистор VT6 имеет радиатор площадью не менее 25 см². Лампочки HL1 и HL2 выбираются из следующих соображений. Разрядный (зарядный) ток многих аккумуляторов выбирается в пределах 0,1...0,5 от емкости аккумулятора. Например, если на аккумуляторе написано «3,6 В» и «900 mAh», то разрядный (зарядный) ток лежит в пределах 90...450 мА соответственно. Чем меньше ток заряда, тем дольше будет заряжаться аккумулятор, но в данном случае это не имеет существенного значения, т.к. устройство следит за напряжением на аккумуляторе и выключает его, если достигнут установленный предел. Следовательно, для разряда пригодны лампочки на 3,5 В 0,26 А. Лампочки HL3-HL5 определяются по такому же принципу и можно использовать на 12 В 90 мА.

Настройка прибора

После монтажа и проверки правильности сборки схемы готовят подстроечные резисторы R3 и R11. Заблаговременно, до впаивания их в плату, с помощью омметра, вращая их движки, выставляют их сопротивления 230 Ом и 255 Ом соответственно между точками 1 и 2 (см. схему). Такая предварительная настройка резисторов позволяет быстро настроить схему на необходимые пороги срабатывания. Для литий-ионных аккумуляторов порог срабатывания зарядного узла составляет 4,1 В, а для никель-кадмиевых или метал-гидридных он составляет 4,35 В (т.е. по 1,45 В на элемент, а их в батарее 3 шт.).

Для настройки прибора необходим блок питания с плавно изменяемым выходным напряжением в пределах 2...5 В, параллельно которому следует обязательно подсоединить резистор 510 Ом и вольтметр для контроля выходного напряжения. Последовательно с блоком питания необходимо включить амперметр с максимальным током 2 А. Такую «схему» подключают вместо аккумуляторной батареи к клеммам K1 и K2 и затем включают зарядное устройство.

Далее должны засветиться лампы HL3-HL5, что будет свидетельствовать о начале зарядного процесса. Увеличивая выходное напряжение блока питания, необходимо следить за этими лампами. Когда они погаснут, это будет свидетельствовать о работоспособности компаратора. После этого необходимо установить выходное напряжение блока питания равное напряжению окончания заряда данного аккумулятора, например, 4,1 В и вращая движок R11, следить за тем, чтобы лампочки погасли, а амперметр показывал значение равное нулю.

Аналогичным способом настраивается разрядный узел, только напряжение блока питания необходимо установить равным 3,3 В.

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ, СИСТЕМ, ОБОРУДОВАНИЯ И АКСЕССУАРОВ



Филур Электрик
Filur Electric
Радиоэлектронные компоненты

Украина, г. Киев 03037, ул. Максима Кривоноса, 2А
к. 700, 7-этаж
тел.: +(38044) 249-34-06, 248-88-12, 248-89-04
(многоканальный)
факс: +(38044) 249-34-77

<http://www.filur.net>
e-mail: asin@filur.kiev.ua



ИНКОМТЕХ

«ИНКОМТЕХ», ООО
г. Киев, ул. Лермонтовская, 4
(ст. метро «Лукьяновская»)
Тел.: +(38044) 483-3785, 483-9894,
483-3641, 483-9647, 489-0165
Факс: 461-9245, 483-3814
<http://www.incomtech.com.ua>
E-mail: eltech@incomtech.com.ua

Широкий ассортимент электронных и электромеханических компонентов, а также конструктивов.

Прямые поставки от крупнейших мировых производителей. Доступ к продукции более 250 фирм. Любая сенсорика. Оборудование для мелкосерийного производства печатных плат.

Большой склад.

ул. М. Коцюбинского 6,
офис 10, Киев, 01030
email: sales@progtech.keiv.ua
т. (044) 2386060 (многокан.)
ф. (044) 2386061



Официальный дистрибьютор и дилер: INFINEON, ANALOG DEVICES, ZARLINK, EUPEC, STM, TYCO AMP, MICRONAS, INTERSIL, AGILENT, FUJITSU, M/A-COM, NEC, EPSON, CALEX, FILTRAN, PULSE, HALO и др.



МИТСУБИШИ ЭЛЕКТРИК



БОРНС



ХОНЕЙВЕЛ



АНАЛОГ ДИВИС



МУРАТА



КРАЙДОМ



ЕПКОС



ВИШАЙ

ПЛАТАН-УКРАЇНА
ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ

Активні та пасивні компоненти
Вимірювальні прилади
Датчики
Оптоелектроніка
Акустичні компоненти
Паяльне обладнання та інструмент

м. Київ, вул. Чистяківська, 2, оф. 18
(+380 44) 494-37-92 (93, 94) 442-20-88
platan@svitonline.com
www.platan.ru

Тестер персональных компьютеров

Александр Каменский, г.Москва

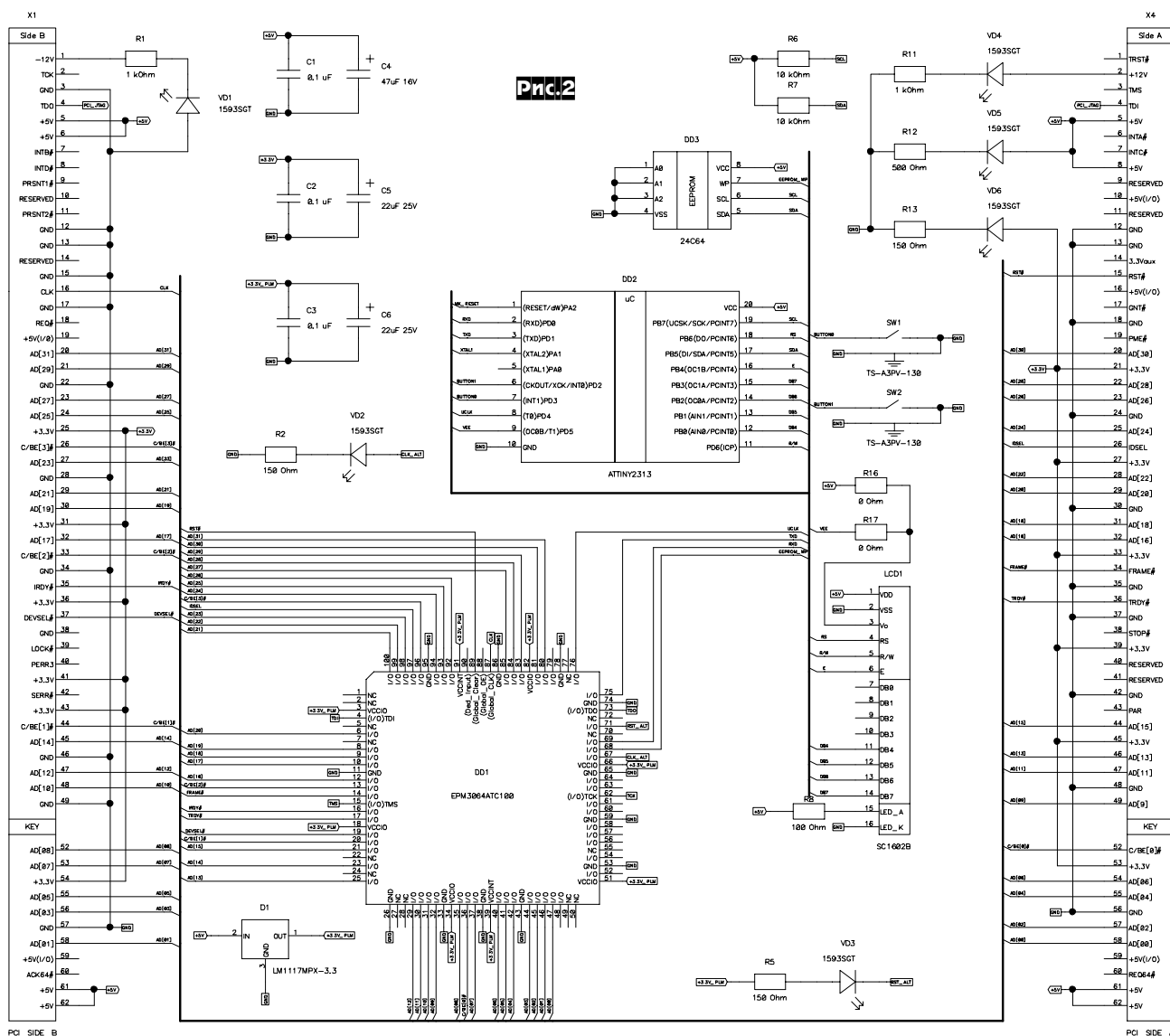
BM9222 представляет собой усовершенствованную версию набора **NM9221** для тестирования и ремонта персональных компьютеров [1]. **POST Card** - это более распространенное название изделия, применяемого в процессе ремонта и отладки компьютеров типа IBM PC и совместимых с ним. Конструктивно **POST Card** - плата расширения компьютера, которая может быть установлена в любой свободный PCI слот. Основное назначение устройства - отображение в удобном для пользователя виде **POST**-кодов, выводимых BIOS'ом при стартовой проверке системы компьютера. Также реализована светодиодная индикация наличия напряжений питания материнской платы и сигналов **CLK** и **RST** интерфейса **PCI**.

Основные технические характеристики

Напряжение питания +5 В
Ток потребления, не более 150 мА
Частота шины **PCI** 33 МГц
Адрес диагностического порта 0080h
Индикация **POST** кодов на **PLED**-ЖКИ (16x2)
Индикация сигналов **PCI** шины **RST**, **CLK**
Индикаторы наличия напряжений питания **PCI** шины +5В; +12 В; -12 В; +3.3 В
Объем памяти для хранения строк расшифровки кодов 32 кБ
Совместимость с матер. платами на чипсетах Intel, VIA, SIS
Типы BIOSов Award, Phoenix, AMI
Язык вывода RU, EN
Размер печатной платы 95 мм x 73 мм



Основным элементом устройства является недорогая и быстродействующая программируемая логическая интегральная схема (**ПЛИС**) фирмы **Altera** **EPM3064ATC100-10**, выпускаемая в корпусе для поверхностного монтажа **TQFP-100**. Параметры линий ввода-вывода микросхемы совместимы со стандартом шины **PCI**, что в свою очередь и позволило реализовать на ней простое **PCI-target** устройство. **EPM3064ATC100-10**, содержащий



64 макроячейки с возможностью использования 1250 вентиляей. ПЛИС изготовлена по технологии EEPROM (ППЗУ с электрическим стиранием информации) и позволяет производить до 100 циклов записи/стирания.

Для отображения POST-кодов в устройстве применен PLED (или ЖК) индикатор, способный выводить две строки по шестнадцатеричным символам в каждой. Если установлен классический ЖК индикатор, то его контрастность может быть изменена пользователем при условии поданного на POST Card напряжения питания с помощью двух клавиш. Если же установлен PLED индикатор, то контрастность не регулируется и установлена аппаратно в максимальное положение. Это обеспечивает практически неограниченный угол обзора дисплея (до 180 градусов в обеих осях). Это очень полезно, так как если производить тестирование компьютера в сборе, пространство для наблюдения текстов расшифровки кодов довольно узкое, и обычный LCD его не охватывает. Тем не менее, в приборе предусмотрена возможность замены индикатора на жидкокристаллический. В роли связующего звена между ПЛИС и ЖКИ выступает микроконтроллер фирмы Atmel ATtiny2313. Его основные функции:

- считывание POST-кода из внутреннего регистра ПЛИС;
- считывание состояния линии RST;
- считывание из внешнего ЭСПЗУ текстовой информации о текущем коде;

• вывод на ЖКИ текущего кода ошибки, сокращенного названия текущей версии BIOS (устанавливается пользователем), текстовой информации в виде бегущей строки, а также служебной информации;

- управление контрастностью (если установлен ЖКИ);
- хранение настроек контрастности и текущей версии BIOS во внутренней энергонезависимой памяти.

Внешнее ЭСПЗУ имеет объем 32 кБайт, устанавливается в DIP-панель и может быть перепрограммировано пользователем. Компания МастерКит обязуется периодически обновлять версию прошивки данной микросхемы с целью уточнения или добавления строк-тестов при появлении новых версий BIOSов. Информацию об обновлениях можно узнать на сайте www.masterkit.ru или, подписавшись на новостную рассылку от МастерКит, получить уведомление об обновлении по электронной почте.

Общий вид устройства представлен на **рис. 1**, а **принципиальная схема** изображена на **рис. 2**. Сигналы с PCI шины компьютера AD0..AD31, C/BE0..C/BE3, CLK, RST, FRAME, IRDY, TRDY, IDSEL, DEVSEL подведены к ПЛИС DD1, на которой реализовано простейшее PCI-target устройство вывода с адресом 0080h. При каждом поступлении POST кода с шины PCI этот POST код сохраняется во внутреннем 8-разрядном регистре ПЛИС.

Через определенные промежутки времени микроконтроллер DD2 считывает значение регистра ПЛИС и состояние сигнала RST, используя линии UCLK, TXD и RXD. На основе полученных данных происходит вывод на ЖКИ LCD1 либо служебных сообщений, либо текстовой информации о коде ошибки.

Микроконтроллер управляет ЖКИ в полубайтном режиме, что уменьшает количество интерфейсных линий с 11 до 7. По цепи VEE на индикатор подается управляющее напряжение, задающее контрастность.

Текстовое описание кодов ошибок храниться в ПЗУ DD3, причем формат хранимых данных позволяет для одного значения POST кода выводить на индикатор несколько описаний (на нескольких языках и для разных типов BIOS). Такая операция производится путем удерживания одной из кнопок и нажатия на другую (не важно какая кнопка нажата первой). Предусмотрены 3 типа BIOSов Award, AMI и Phoenix - каждый из которых представлен на английском и русском языках.

Некоторые старые модели материнских плат не обеспечивают PCI-устройства напряжением +3,3 В, поэтому для питания ПЛИС применен стабилизатор на микросхеме D1.

Светодиоды VD1, VD4-VI6 служат для индикации наличия напряжений питания -12 В; +12 В; +5 В; +3,3 В соответственно, а VD2 и VD3 - сигналов PCI-шины CLK и RST.

Из особенностей работы данной POST Card хочется отметить то, что после включения питания компьютера и до появления первого активного сигнала RST шины PCI на индикатор выводится сообщение приветствия «BM9222 MASTERKIT POSTCARD».

Принцип работы POST Card.

При каждом включении питания компьютера, совместимого с IBM PC, и до начала загрузки операционной системы процес-

сор компьютера выполняет процедуру BIOS под названием «Самотест по включению питания» - POST (Power On Self Test). Эта же процедура выполняется также при нажатии на кнопку RESET или при программной перезагрузке компьютера.

Основной целью процедуры POST является проверка базовых функций и подсистем компьютера (таких как память, процессор, материнская плата, видеоконтроллер, клавиатура, гибкий и жесткий диски и т. д.) перед загрузкой операционной системы. Это в некоторой степени застраховывает пользователя от попытки работать на неисправной системе, что могло бы привести, например, к разрушению пользовательских данных на жестком диске. Перед началом каждого из тестов процедура POST генерирует так называемый POST код, который выводится по определенному адресу в пространстве адресов устройств ввода/вывода компьютера. В случае обнаружения неисправности в тестируемом устройстве процедура проверки останавливается, а предварительно выведенный POST код однозначно определяет, на каком этапе прервался тест. Таким образом, глубина и точность диагностики при помощи POST кодов полностью определяется глубиной и точностью тестов соответствующей процедуры POST BIOS'a компьютера.

Следует отметить, что таблицы POST кодов различны для различных производителей BIOS и, в связи с появлением новых тестируемых устройств и чипсетов, несколько отличаются даже для различных версий одного и того же производителя BIOS. Таблицы POST кодов можно найти на соответствующих сайтах производителей BIOS.

Последовательность действий при ремонте компьютера с использованием POST Card выглядит следующим образом:

1. Выключаем питание неисправного компьютера.
2. Устанавливаем POST Card в любой свободный PCI слот материнской платы.
3. Включаем питание компьютера.
4. При необходимости подстраиваем контрастность изображения путем нажатия на кнопки (дальняя от материнской платы кнопка увеличивает контрастность, ближняя - уменьшает) или изменяем тип отображаемого BIOSа - путем нажатия и удерживания одной из кнопок и нажатия на вторую (после отжатия кнопок сменится тип BIOSа, отображаемый в первой строке индикатора после кода ошибки). Все вышеперечисленные настройки сохраняются при отключении питания и загружаются при следующей подаче напряжения на вторую (после отжатия кнопок сменится тип BIOSа, отображаемый в первой строке индикатора после кода ошибки). Все вышеперечисленные настройки сохраняются при отключении питания и загружаются при следующей подаче напряжения на вторую (после отжатия кнопок сменится тип BIOSа, отображаемый в первой строке индикатора после кода ошибки).
5. Читаем информацию на индикаторе POST Card - это POST код, на котором остановилась загрузка компьютера, и его описание.
6. Осмысливаем вероятные причины.
7. При выключенном питании производим перестановки шлейфов, модулей памяти и других компонентов с целью устранить неисправность.
8. Повторяем пункты 3-7, добиваясь устойчивого прохождения процедуры POST и начала загрузки операционной системы.
9. При помощи программных утилит производим окончательное тестирование аппаратных компонентов, а в случае плавающих ошибок - осуществляем длительный прогон соответствующих программных тестов.

При ремонте компьютера без использования POST Card пункты 3-6 этой последовательности просто опускают и со стороны ремонт компьютера выглядит просто как лихорадочная перестановка памяти, процессора, карт расширения, блока питания, и в довершение всего - материнской платы.

Если в крупных фирмах имеется большой запас исправных комплектующих, то для мелких фирм и частных лиц ремонт компьютера путем установки заведомо исправных компонентов превращается в сложную проблему.

Проведение ремонта компьютера с использованием POST Card. Прежде всего, при включении питания перед началом работы процедуры POST должен произойти сброс системы сигналом RST (RESET), что индицируется на POST Card сменой сообщения приветствия на другие сообщения POST Card. Если смены не происходит в течение 2-4 секунд (время отображения приветствия примерно 0,7 сек) или появилось одно из сообщений «NO CODES» или «RESET» на более чем 1 сек, то в этом случае рекомендуется немедленно выключить компьютер, вынуть все платы и кабели, а также модули памяти из материнской платы. В системном блоке необходимо оставить под-

ключенной к блоку питания только материнскую плату с установленным процессором и платой POST Card. Если при последующем включении компьютера нормально проходит сброс системы и появляются первые POST коды, то, очевидно, проблема заключается во временно извлеченных компонентах компьютера; возможно также, в неправильно подключенных шлейфах. Вставляя последовательно память, видеоадаптер, а затем и другие карты, и наблюдая за POST кодами на индикаторе, обнаруживают неисправный модуль.

Вернемся теперь к случаю, когда не проходит даже начальный сброс системы (на индикаторе POST Card не происходит смена сообщения приветствия другими сообщениями). В этом случае либо неисправен блок питания компьютера, либо сама материнская плата (неисправны цепи формирования сигнала RESET). Точную причину можно установить, подсоединив к материнской плате заведомо исправный блок питания.

Рассмотрим случай, когда сигнал сброса проходит, но никакие POST коды на индикатор не выводятся (удерживается сообщение «NO CODES»); при этом, как было описано ранее, тестируется система, состоящая только из материнской платы, процессора, POST Card и блока питания. Если материнская плата совершенно новая, то причина может быть заключена в неправильно установленных джамперах материнской платы. Если все джамперы и процессор установлены правильно, а материнская плата все же не запускается, следует заменить процессор на заведомо исправный. Если же и это не помогает, то можно сделать вывод о неисправности материнской платы либо ее компонентов (например, причиной неисправности может являться повреждение информации в FLASH BIOS).

Главным достоинством POST Card является то, что она не требует для своей работы монитор. При этом тестирование компьютера при помощи POST Card возможно на ранних этапах процедуры POST, когда еще не доступна звуковая диагностика. Еще одна немаловажная особенность - отображение POST-кодов на всех типах BIOSов, выводящих коды по адресу 0x0080, но не описанных в ПЗУ.

Конструктивные особенности

Двухслойная печатная плата POST Card с металлизацией переходных отверстий (**рис.3** и **рис.4**) изготовлена из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, фольга 18 мкм. Контакты ножевого разъема PCI покрыты износостойким материалом.

Монтажная схема POST Card с обозначением основных элементов приведена на **рис.5** (см. также **рис.1**).

Настройка и программирование

В настройке и программировании POST Card не нуждается, так как МАСТЕР КИТ взял этот этап на себя, т.е. после распаковки данный блок можно сразу использовать. В случае необходимости обновления ЭСПЗУ DD3, содержащего описание кодов ошибок, Вы можете извлечь микросхему и запрограммировать ее, используя набор «Универсальный программатор» NM9215 с подключенной платой адаптера NM9216/4 МАСТЕР КИТ.

Файлы прошивки и печатной платы можно скачать с сайта журнала Радиохобби из раздела, посвященного июньскому номеру за 2006-й г.

Заключение

Чтобы сэкономить время и избавить Вас от рутинной работы по поиску необходимых компонентов и изготовлению печатных плат, МАСТЕР КИТ предлагает набор **BM9222**. Набор состоит из заводской печатной платы и установленных на ней всех необходимых компонентов, а также инструкции по сборке и эксплуатации. Более подробно ознакомиться с ассортиментом нашей продукции можно с помощью CD-каталога «МАСТЕР КИТ-2006», на сайте www.masterkit.ru и в интернет-магазинах www.radiohobby ldc.net/kedrplu.htm (для Украины) и www.dessy.ru (для РФ).

Литература

1. Р.Скрипник. Устройство для ремонта и тестирования компьютеров - POST Card PCI. «Радиолюбитель» N3/2005, с.52-55.

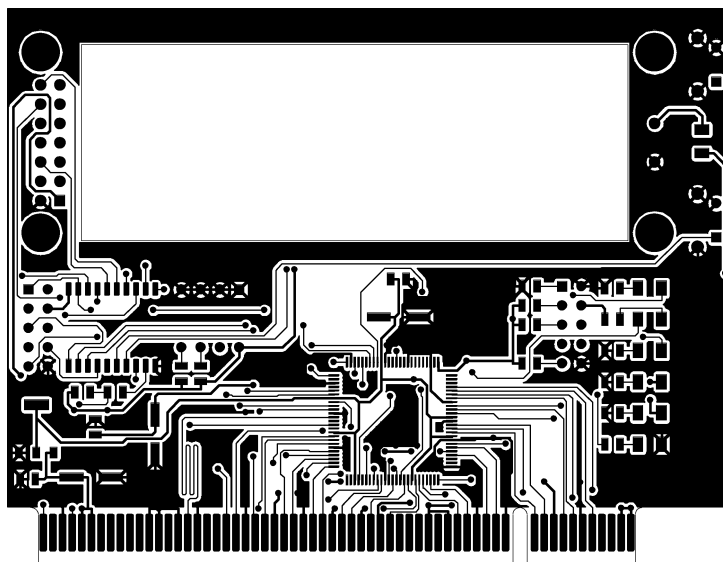


Рис.3

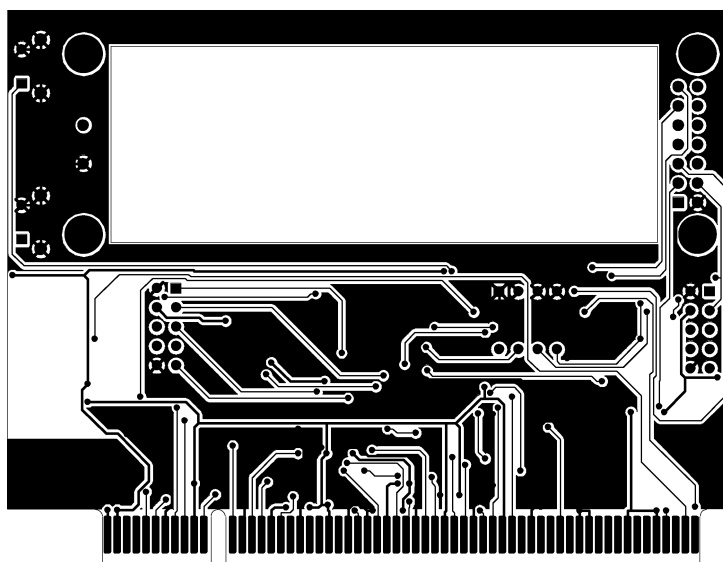


Рис.4

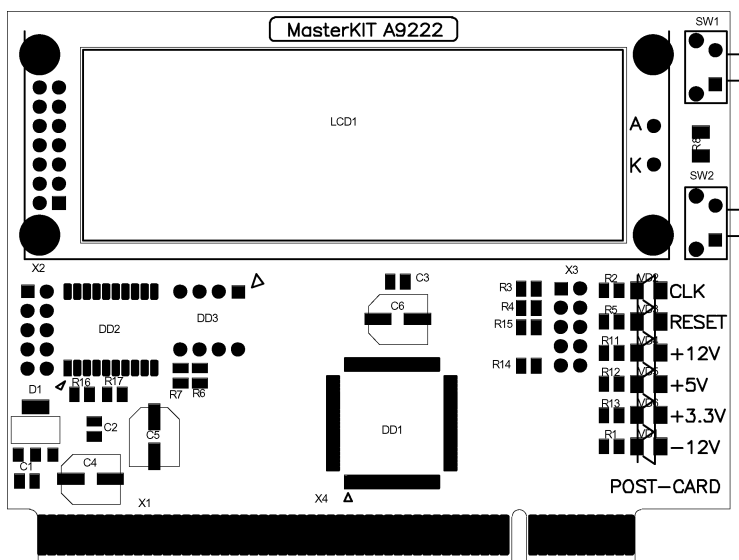


Рис.5



Адреса некоторых магазинов, в которых можно приобрести продукцию МАСТЕР КИТ и журналы "РадиоХобби"

Украина

Киев, см. с. 62 "Кедр-плюс", e-mail: kedrplus@mail.ru.
Киев, 04073, Киев-73, А/Я 84, "МАСТЕР КИТ".
Наборы почтой наложенным платежом по всей территории Украины.
Моб. тел. по Украине: 8-067-7825591, 8-066-7246165. Заказы он-лайн на сайте www.radiohobby.lcd.net/kedrplu.htm

"Имрад", e-mail: imrad@imrad.kiev.ua
03113, ул. Шутова, д. 9. Офис 211. Тел/факс: (044) 495-21-09, 495-21-10, рынок "Радиолюбитель" ("Караваевы дачи", ул. Ушинского, 4), места 53-57, "Радиорынок", ст. м. "Харьковская", место 170.

"Инициатива", e-mail: ic@mgk-yaroslav.com.ua . Тел.: (044) 234-02-50, 235-21-58, факс: (044) 235-04-91, ул. Ярославов Вал, 28, помещение сервисного центра "SAMSUNG"; рынок "Радиолюбитель" (ул. Ушинского, 4), торговые места №43,44.

"НикС", e-mail: chip@nics.kiev.ua , <http://www.nics.kiev.ua>
ул.Флоренции, 1/11, 1 этаж, 24. Тел: (044) 516-47-71, 290-46-51, рынок "Радиолюбитель" (ул. Ушинского, 4), торговые места № 126, 127.

"Радиоман", <http://www.radioman.com.ua>
ул. Урловская, д. 12. Тел. (044) 255-15-80

Одесса. "NAD ПЛЮС", e-mail: nad@paco.net.
ул. Успенская, д. 26 (во дворе) . Тел. (0482) 34-48-84, факс 47-69-94. Радиорынок, место № 10, по воскресным дням с 8.00 до 14.00.

Беларусь

Минск, продажа под заказ, срок до 5 дней.
E-mail: service@imelcom.by
Тел. (375-17) 288-13-13, 285-24-13, моб. 8-029-682-03-37, 8-029-771-50-32.
Почтовая доставка наложенным платежом.

Брест. ОДО "Лебедь"
ул. Гоголя, д. 82. Тел. 21-38-87, 21-37-06.

Могилев, "Электронные компоненты", e-mail: fek@fek.belpak.mogilev.by
ул. Королева, дом 20. Тел. +375 (22) 46-83-76.

Мозырь. УП "Гала".
ул. Я. Коласа, д. 21. Тел. 8-(023-51)-2-64-74.

Казахстан

Алматы, "IC FOR US", e-mail: alexander@diy-ic.net,
пр. Сейфуллина, д.534. Время работы: с 9.00 до 19.00.
Тел. +7 (3272) 61-64-29, 61-03-04, факс 72-87-24.

Россия

Москва

"Посылторг", наборы по почте наложенным платежом, e-mail: post@dessy.ru, <http://www.dessy.ru>
111401, г. Москва, а/я 1. Тел. (495) 304-72-31.

"МитраКон", e-mail: mtk@mitracon.ru, <http://www.mitracon.ru>
3-й Павловский пер, д. 14/18, стр. 1. Тел: (495) 237-10-95, 237-11-29. Факс 959-96-32.
Проезд до ст. м. "Серпуховская", "Павелецкая", далее 10 мин. пешком.

"Чип и Дип", e-mail: sales@chipindustry.ru , <http://www.chipindustry.ru>
ул. Беговая, д. 2. ул. Гиляровского, д. 39; ул. Земляной вал, д. 34. Тел. единой справочной: (495) 780-95-09, опт. 780-95-00, факс 671-31-45.

"КИМ", м. "Сокольники", e-mail: kimkit@mail.ru , <http://www.telemaster.ru/kim> ул. Сокольническая Слободка, д. 10, оф. 9. Тел. (495) 268-69-33, 603-03-28

"Митинский радиорынок". Торговый комплекс. Цокольный этаж. Место 56. Т. моб. 8-903-791-45-78, Виталий

Сеть магазинов "Профи"

- "Савеловский" радиорынок, пав. К-3, новый синий корпус ВКЦ "Савеловский", тел. 980-22-89, e-mail: savelovo@sirius.ru .
- "Митинский" радиорынок, торговый комплекс "Митинский", пав. 174, 1 этаж, тел. 8-501-487-70-04, e-mail: mitino4@lcdmobile.ru .
- "Митинский" радиорынок, торговый комплекс "Митинский", цокольный этаж, тел. 8-501-487-70-06, e-mail: mitino7@lcdmobile.ru .
- "Царицынский" радиорынок, М 1/1, тел. 352-49-01, e-mail: sir@lcdmobile.ru .

Сеть магазинов "Кварц", E-Mail: quartz1@quartz1.ru, <http://www.quartz1.ru>

1. Тонар "Кварц" на Митинском радиорынке, место И-8. Время работы: 10.00 - 18.00.
2. Шоссе Энтузиастов, д.31, стр. 2. Время работы: 10.00 - 19.00, перерыв 14.00 - 15.00. Выходной день: воскресенье.
Тел. 788-88-99 (многоканальный)
3. Ул. Буженинова, д. 16. Время работы: 10.00 - 18.00, перерыв 13.00 - 14.00.

Выходные дни: суббота, воскресенье.
Тел. 963-61-20, факс 963-49-94

"Царицыно", радиорынок, место 126.
Проезд до ст. метро "Царицыно", далее пешком 5 мин. Время работы: 9.00—16.00 без выходных.

С.-Петербург.

"Мега-Электроника", e-mail: info@icshop.ru, www.icshop.ru — магазин электронных компонентов on-line
ул. Большая Пушкарская, д. 41. Тел: (812) 327-32-71, факс: (812) 320-86-13

"Чип и Дип", E-Mail: chipdip@mail.wplus.net , <http://www.chip-dip.ru/>
Ул. Восстания, д. 8а. Проезд до ст. м. "Площадь Восстания". Тел. (812) 719-61-46. Время работы: 10.00-19.30. Суббота: 10.00-18.00. Воскресенье: - выходной.

"Микроника", E-Mail: info@micronika.ru , <http://www.micronika.ru>
Новочеркасский проспект, д. 51. Проезд до ст. м. "Новочеркасская". Время работы: 10.00 - 19.30. Выходной: воскресенье. Тел. (812) 444-42-04

Барнаул. "Поток", e-mail: escor_radio@mail.ru
ул. Титова, д. 18, 2-ой этаж. Тел. (3852) 33-48-96, 36-09-61

Владивосток. "Электромаркет", e-mail: elektro@eastnet.febras.ru, www.elektro.febras.ru
Партизанский проспект, д. 20, к. 314. Тел: (4232) 40-69-03, факс: 26-17-27

Волгоград. "ChipSet", e-mail: chipset@interdacom.ru
ул. Петроградская, д. 3. Тел: (8442) 43-13-30

Екатеринбург. "Мератрон", e-mail: 3271@mail.ur.ru
ул. Малышева, д. 90. Тел: (3432) 56-48-36

Ижевск. "Радио-Ижевск", e-mail: rdo@udmnet.ru , <http://radio.udm.net>
"Офис - отдел оптовых продаж". Ул. С. Ковалевской, д. 16. Тел./факс 43-06-04, 43-72-51.
Магазин "Радио-2". Широкий пер., д. 16. Тел. 22-80-91.
Магазин "Радио-3". 40 лет Победы, д. 52-А.
Магазин "Радио-4". г. Сарапул, ул. Советская, д.1.
Магазин "Радио-5". г. Глазов, ул. Сибирская, д. 20.

Киров. "Алми", e-mail: mail@almi.kirov.ru
ул. Степана Халтурина, д. 2а. Тел. (8332) 62-65-84

Красноярск. "Чип-маркет", e-mail: sergals@mail.ru,
<http://www.chip-market.ru>
ул. Бавилова, д.2а, радиорынок, строение 24. Тел. (3912) 58-58-65

Мурманск. "Радиоклуб", e-mail: rclub137@aspol.ru
ул. Папанина, д. 5. Тел: (8152) 45-62-91

Нижний Новгород. Радиорынок "Герц", E-Mail: vbar3@yandex.ru
микрорайон Кузнечиха, контейнер "ЧП Егоров N 254"
Тел. (8312) 97-29-44 (после 18.00), 8-903-848-84-00 (в любое время)
Вячеслав. Время работы: с 10.00 до 16.00. Выходной: понедельник.

Новокузнецк. "Дельта", e-mail: vic@nvkz.kuzbass.net,
<http://www.delta-n.ru>
ул. Воровского, д. 13. Тел: (3843) 74-59-49

Новосибирск.
- "Радиотехника", e-mail: wolna@online.sinor.ru
ул. Ленина, д. 48. Тел/факс: (3832) 54-10-23
- "Радиодетали", e-mail: wolna@online.sinor.ru
ул. Геодезическая, д. 17. Тел/факс: (3832) 54-10-23

Норильск. "Радиомаркет", e-mail: alex.minus@norcom.ru
ул. Мира, д. 1. Тел/факс: (3919) 48-12-04

Ставрополь.

- "Радиотовары", e-mail: stavtvt@mail.ru
ул. Доваторцев, д. 4а. Тел: (8652) 35-68-24
- "Телезапчасти", e-mail: koketka@koketka.stavropol.net
пер. Чернышевского, д. 3. Тел: (8652) 24-13-12, факс (8652) 24-23-15

Тольятти.

- "Радиодетали", e-mail: alexasa1@infopac.ru
ул. Революционная, д. 52. Тел: (8482) 37-49-18
- "Электронные компоненты", e-mail: impulse@infopac.ru
ул. Дзержинского, д. 70. Тел: (8482) 32-91-19

Томск. ООО "Элко", м-н "Радиодетали", e-mail: elco@tomsk.ru ,
<http://elco.tomsk.ru>
пер. 1905 года, д. 18, оф. 205. Тел. (3822) 51-45-25

Тюмень. "Саша", e-mail: vissa@sibtel.ru
ул. Тульская, д. 11. Тел/факс: (3452) 32-20-04

Уфа. "Электроника", e-mail: bes@diaspro.com
пр. Октября, д. 108. Тел: (3472) 33-10-29, 33-11-39

Хабаровск. "ТВ Сервис", e-mail: tvservice@pop.redcom.ru
ул. Шеронова, д. 75, оф. 13. Тел: (4212) 30-43-89

Микроконтроллерное управление звуком - 2

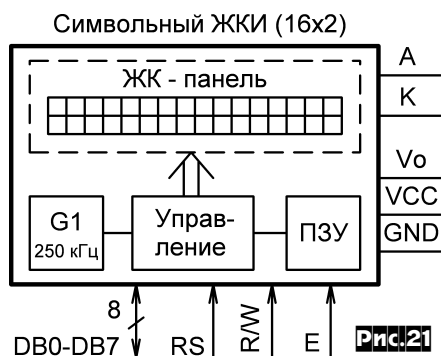
(Продолжение. Начало см. «РХ» №1/2006, с.44-47 и №2, с.48-51)

Сергей Рюмик, г. Чернигов

Тем, кто успешно откомпилировал первую тестовую программу для аудиоусилителя («РХ» №2/2006), предстоит освоить программирование ЖКИ. Это не так сложно, как кажется. Полигоном для отработки станет вторая тестовая программа.

Постановка задачи. Организовать вывод на экран ЖКИ HG1 регулируемых аудиопараметров и столбиковой диаграммы уровня. Для управления использовать три кнопки SB1-SB3 без фотоприемника.

Внутреннее устройство ЖКИ показано на **рис.21**: DB0-DB7 - шина данных; RS - передача команды («0») или данных («1»); R/W - режим записи («0») или чтения («1»); E - управляющий



строб с фронтом «1-0»; Vo - напряжение фокусировки, VCC - питание 4,5-5,5 В; GND - общий; A, K - подсветка экрана. В схеме усилителя задействованы 4 из 8 выводов шины данных. Это, так называемый, 4-битовый режим, при котором эконо-

мятся линии портов МК. Обратная сторона медали - лишние микросекунды задержки перед индикацией, что на глаз, правда, не заметно.

ЖКИ для программиста удобно представить в виде набора регистров. К одним регистрам можно только обращаться (послать команду), к другим - обращаться и заносить информацию (послать команду, затем данные). В **табл.6** приведен сокращенный перечень команд, минимально достаточный для начинающих. Из ограничений - жесткая привязка адресов к зна-

Верхняя строка ЖКИ															
0x80	0x81	0x82	0x83	0x84	0x85	0x86	0x87	0x88	0x89	0x8A	0x8B	0x8C	0x8D	0x8E	0x8F
0xC0	0xC1	0xC2	0xC3	0xC4	0xC5	0xC6	0xC7	0xC8	0xC9	0xCA	0xCB	0xCC	0xCD	0xCE	0xCF
Нижняя строка ЖКИ															

Рис.22

коместам ЖКИ (**рис.22**) и работа только на запись (вывод R/W индикатора HG1 соединен с GND).

Каждый ЖКИ содержит внутренний знакогенератор, т.е. в его ПЗУ уже имеются образы цифр, букв, символов согласно

Таблица 6

Команда ЖКИ (режим 4-бит)	Команда	Данные	Выполняемые действия
Очистка дисплея	0x01	-	Пустой экран, очистка памяти, курсор в левой верхней позиции
Возврат курсора в начало	0x02	-	Курсор в левой верхней позиции, память не очищается
Направление сдвига курсора влево (вправо)	0x04 (0x06)	-	После вывода символа курсор автоматически сдвигается на одно знакоместо влево (вправо)
Выключение дисплея	0x08	-	Полное отсутствие изображения на экране ЖКИ
Выключение курсора	0x0C	-	Разрешается отображение, но курсор не виден
Прямоугольная (линейная) форма курсора	0x0D (0x0E)	-	Разрешается отображение, курсор - мигающий прямоугольник (мигающая черта)
Комплексная форма курсора	0x0F	-	Разрешается отображение, курсор - мигающий прямоугольник с чертой
Интерфейс 4-бит, 1 (2) строки	0x20 (0x28)	-	Связь с одно- (двух-) строчным ЖКИ через 4 линии шины данных DB4-DB7
Доступ к ОЗУ знакогенератора	0x40-0x7F	0x00-0xFF	Можно сформировать до 8 своих собственных символов
Установка позиции курсора	0x80-0xCF	0x00-0xFF	Курсор в позиции от 0x80 (левый верх) до 0xCF (правый низ), вывод символа

	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D
1	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
3	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
4	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
5	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
6	&	&	&	&	&	&	&	&	&	&	&	&	&	&
7	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'
8	(	(	(	(	(	(	(	(	(	(	(	(	(	(
9	)	)	)	)	)	)	)	)	)	)	)	)	)	)
A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Пример - 0xE2="Щ", 0x39="9"

Рис.23

рис.23. Чтобы вывести какой-либо символ на экран, достаточно указать его шестнадцатеричный номер при перечислении данных в команде «Установка позиции курсора».

Пример. Для индикации буквы «Щ» в третьем слева месте нижней строки экрана надо послать команду 0xC2 (установить курсор по **рис.22**), а затем послать данные 0xE2 по **рис.23**.

Листинги программ для второго теста будут необычными по строению. Впервые «шапка» программы выделяется в отдельный текстовый файл «rh5.h» (**листинг 2**). Расширение «.h» в языке Си означает заголовочный файл и, как правило, относится к системным библиотекам, например, «avr/io.h». В нашем случае самодельный файл «rh5.h» содержит всю вспомогательную информацию, прямо не относящуюся к логике работы программы.

Это копирайты (**строка 1**), условные имена линий портов (**строки 2-6**), константы (**строка 7**), массивы (**строки 8-22**), общие функции (**строки 23-26**).

Зачем это делается? Во-первых, для сокращения основного листинга, чтобы визуально легче было охватить взглядом все его строки. Во-вторых, для организации общего доступа к одинаковым компонентам из разных Си-файлов. В-третьих, для разбиения программы на отдельные, легко переносимые модули. К примеру, МК ATmega128 содержит 56 линий портов. Если их описание выделить в отдельный модуль, то основная программа станет «легче» на 56 строк, а полученный файл «.h» можно будет вставить в другой проект, экономя время при наборе текста.

Трудночитаемые символы в **строках 9-14** иногда в шутку называ-

ЛИСТИНГ 2

```
//=Заголовочный файл "rh5.h", журнал РадиоХобби-2006, №3 =1
#define PLUS PB2 //Условное имя для кнопки SB1 "+" =2
#define MINUS PB6 //Условное имя для кнопки SB2 "-" =3
#define VYBOR PB7 //Условное имя для кнопки SB3 "ВЫБОР" =4
#define RS PC4 //Условное имя для вывода RS ЖКИ =5
#define EN PC5 //Условное имя для вывода E ЖКИ =6
#define F_CPU 1000000UL //Тактовая частота 1 МГц =7
static unsigned char *s[] = { //Массив надписей ЖКИ =8
    "УројеоісІд dB", //Надпись: "Громкость" dB" =9
    "ОсёеSее dB", //Надпись: "Усиление" dB" =10
    "Тејр Н« dB", //Надпись: "Тембр НЧ" dB" =11
    "Тејр В« dB", //Надпись: "Тембр ВЧ" dB" =12
    "а«Sс Ер. dB", //Надпись: "Баланс Фр. dB" =13
    "а«Sс ТГ» dB" }; //Надпись: "Баланс Тыл dB" =14
static signed char x[6][16] = { //Массив цифр, dB =15
    { -78,-65,-55,-45,-40,-35,-30,-25,-20,-17,-14,-11,-8,\
      -5,-2,0 }, //Продолжение строки 16 (Громкость) =17
    { 0,0,0,0,6,6,6,6,12,12,12,12,18,18,18 }, //Усиление =18
    { -14,-12,-10,-8,-6,-4,-2,0,0,2,4,6,8,10,12,14 }, //НЧ =19
    { -14,-12,-10,-8,-6,-4,-2,0,0,2,4,6,8,10,12,14 }, //ВЧ =20
    { -37,-25,-15,-10,-7,-5,-2,0,0,2,5,7,10,15,25,37 }, //Фронт
    { -37,-25,-15,-10,-7,-5,-2,0,0,2,5,7,10,15,25,37 } }; //Тыл
void lcd_init(void); //Инициализация ЖКИ "lcd.c" =23
void lcd_com(unsigned char p); //Команда ЖКИ "lcd.c" =24
void lcd_dat(unsigned char p); //Данные ЖКИ "lcd.c" =25
void lcd_puts(unsigned char *data); //Стинг ЖКИ "lcd.c" =26
```

ЛИСТИНГ 3

```
//Набор функций для ЖКИ, журнал РадиоХобби, 2006 г., №3 =1
//Интерфейс 4-бита (DB4-DB7), управление (RS,EN), PORTC =2
#include <rh5.h> //Распиновка выводов АТmega8 =3
#include <avr/io.h> //Библиотека ввода-вывода =4
#define TIME 10 //2...20 задержка времени для 1 МГц =5
//-----Функция задержки времени-----=6
void ipause(unsigned int p) //p" - длительность паузы =7
{ unsigned int b; //b" - счетчик времени =8
  for (b=p; b > 0; b--); //Цикл задержки времени =9
} //Окончание функции "ipause" =10
//-----Общая часть функций lcd_com, lcd_dat-----=11
void lcd(unsigned char p) //p" - байт данных или команд =12
{ PORTC &= 0xF0; PORTC |= (p >> 4); //Старший байт =13
  ipause(TIME); //Длительность лог.1 сигнала EN =14
  PORTC &= ~_BV(EN); //EN=0, запись информации в ЖКИ =15
  ipause(TIME); //Длительность лог.0 сигнала EN =16
  PORTC |= _BV(EN); //Сигнал EN=1 =17
  PORTC &= 0xF0; PORTC |= (p << 0xF); //Младший байт =18
  ipause(TIME); //Длительность лог.1 сигнала EN =19
  PORTC &= ~_BV(EN); //EN=0, запись информации в ЖКИ =20
  ipause(5*TIME); //Пауза для выполнения команды =21
} //Окончание функции "lcd" =22
//-----Функция записи команды в ЖКИ-----=23
void lcd_com(unsigned char p) //p" - байт команды =24
{ PORTC &= ~_BV(RS); PORTC |= _BV(EN); //RS=0, EN=1 =25
  lcd(p); //Вызов общей части функций lcd_com, lcd_dat =26
} //Окончание функции "lcd_com" =27
//-----Функция записи данных в ЖКИ-----=28
void lcd_dat(unsigned char p) //p" - байт данных =29
{ PORTC |= _BV(RS) | _BV(EN); //RS=1, EN=1 =30
  lcd(p); //Вызов общей части функций lcd_com, lcd_dat =31
} //Окончание функции "lcd_dat" =32
//-----Функция инициализации ЖКИ-----=33
void lcd_init(void) //Режим 4-бит, мигающий курсор =34
{ lcd_com(0x33); ipause(500*TIME); //Подготовка =35
  lcd_com(0x32); lcd_com(0x28); //4-бит, две строки =36
  lcd_com(0x08); //Полное выключение дисплея =37
  lcd_com(0x01); ipause(1000*TIME); //Очистка дисплея =38
  lcd_com(0x06); //Направление сдвига курсора - вправо =39
  lcd_com(0x0D); //Включение дисплея, мигающий курсор =40
} //Окончание функции "lcd_init" =41
//-----Функция вывода текстового стринга-----=42
void lcd_puts(unsigned char *data) //data"=стринг =43
{ while(*data) lcd_dat(*(data++)); //Смена символов =44
} //Окончание функции "lcd_puts" =45
```

ЛИСТИНГ 5

```
K1 VSS PB2 ; Кнопка SB1 подключена к GND (клавиша "1" в VMLab)
K2 VSS PB6 ; Кнопка SB2 подключена к GND (клавиша "2" в VMLab)
K3 VSS PB7 ; Кнопка SB3 подключена к GND (клавиша "3" в VMLab)
; ЖКИ 16x2 RS R/W E Интерфейс 4-бит Не подключено
;
X1 LCD(16 2 250K) PC4 VSS PC5 PC3 PC2 PC1 PC0 nc3 nc2 nc1 nc0
.PLOT v(PC4) v(PC5) v(PB2) ; Графики на экране осциллографа
```

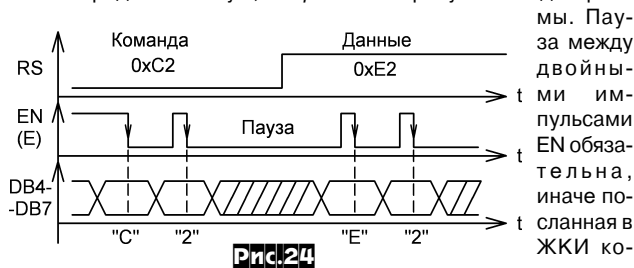
ют «турецкой грамотой» или «крязюзябликами». Это результат обработки файла «rh5.h» авторской утилитой «ruslcd2.exe». Она автоматически переводит русскоязычные буквы в код, понятный ЖКИ, поскольку последний не совпадает с кодировкой кириллицы в компьютере.

Порядок действий. Набрать в текстовом редакторе PN2 листинг 2, однако в строках 9-14 все надписи печатать понятными русскими предложениями. Сохранить файл как «rh5.h» и скопировать в ту же папку программу «ruslcd2.exe» (имеется на сайте журнала РХ). В командной строке набрать «ruslcd2 rh5.h», после чего все комментарии в листинге 2 останутся по-русски, а надписи массива *s[], выводимые на ЖКИ, преобразуются «по-турецки». Теперь «rh5.h» готов для окончательной компиляции, а в текущей папке появится bak-файл «rh5.txt» с копией старого текста на случай отката назад.

Листинг 3 посвящен блоку **внешних функций обслуживания ЖКИ**. По семантике эти функции ничем не отличаются от рассмотренных ранее в «РХ» 5/2005 для шины I²C. Название файла «lcd.c» происходит от английского «Liquid Crystal Display» - жидкокристаллический индикатор. В дальнейшем можно изменить название файла или добавить в него собственные функции.

Строка 2. Перечисление используемых выводов ЖКИ и указание порта «С», к которому они подключаются по схеме. Это необходимо при переносе функций в программу другого МК. Например, если ЖКИ работает с портом «В», то по всему листингу надо заменить PORTC на PORTB. Если выводы DB4-DB7 подключаются не к линиям PC0-PC3 МК, а к PC4-PC7, то надо изменить строки 13, 18 соответственно «PORTC &= 0xF0; PORTC |= (p << 0xF0);» и «PORTC &= 0x0F; PORTC |= (p << 4);».

Строка 5. Подбор константы TIME может потребоваться при нестандартном ЖКИ. С ее помощью формируются в строках 14, 16, 19, 21 временные диаграммы по рис.24. При этом строка 25 определяет левую, а строка 30 - правую часть диаграммы.



Пауза между двойными импульсами EN обязательна, иначе посланная в ЖКИ команда не успеет выполняться. Для справки, типовое время исполнения команд составляет 40 мкс. Исключение - команды 0x01, 0x02, для которых требуется 1640 мкс. Время указано ориентировочное, поскольку оно определяется внутренним RC-генератором ЖКИ частотой 250 кГц и архитектурой, зависящей от изготовителя.

Строки 33-41. Функция инициализации составлена по алгоритму, близкому к приведенному в фирменном Datasheet на HD44780: <http://www.routerboard.com/PDF/hd44780u.pdf>, 389 КБ. Порядок чередования команд при инициализации чем-то напоминает «переписку с бубном вокруг центра», однако все работает! Возможны и другие варианты построения, главное - не экономить на задержках времени, ибо трудно предугадать заранее, какие отличия от фирменного алгоритма привнесут от себя тайваньско-китайские разработчики ЖКИ (**табл. 7**).

Строки 42-45 облегчают вывод произвольного текста на ЖКИ. Под «стрингом» понимается одно слово или короткое предложение, состоящее не более, чем из 16 символов (иначе выйдет за экран ЖКИ).

Основная программа второго теста приведена в листинге 4, файл «rh5.c».

Строка 6 повторяет строку 3 листинга 2, в связи с чем обобщенным Си-файлам «rh5.c» и «lcd.c» становятся доступными все константы, функции, массивы, названия из заголовка «rh5.h». В частности, теперь перед функциями «lcd_xxxx» не надо ставить слово «extern» - внешний.

Строки 8-15, 34-56 повторяют логику тестирования кнопок из листинга 2 «РХ» 4/2005, это пройденный материал. Исключение - строки 39-41, где настраиваются режимы ЖКИ, а

Таблица 7

Фирма	ЖКИ	Страна	Интернет-адрес
Ampire Co. Ltd	AC162	Тайвань	http://www.ampire.com.tw/
Anshan Yes	YMS162	Китай	http://www.yes-lcd.com/
AV-Display	ABC016002	Китай	http://www.av-display.com.cn/
Bolymin	BC1602	Тайвань	http://www.bolymin.com.tw/
Data Vision	DV16200	Тайвань	http://www.datavision.com.tw/
Fordata Electronic Co.	FDCC1602	Китай	http://www.fordata.cn/
Intech LCD Group	ITM-1602	Китай	http://www.intechlcd.com/
Microtips Technology	MTC-16204	Тайвань	http://www.microtips.com.tw/
Powertip	PC-1602	Тайвань	http://www.powertip.com.tw/
Sunlike Display	SC-1602	Тайвань	http://www.lcd-modules.com.tw/
Tianma Microelectronics	TM162	Китай	http://www.tianma.com/
Winstar Display Co.	WH1602	Тайвань	http://www.winstar.com.tw/
Wintek	WD-C1602	Тайвань	http://www.wintek.com.tw/



Рис.25

затем выводятся начальные надписи согласно **рис.25**. Позицию курсора не надо каждый раз сдвигать, достаточно указать его начальное положение. Далее извлекаются символы из строки, и курсор автоматически смещается вправо (строка 39 листинг 3).

Строки 16-33 являются главными при выводе данных на ЖКИ. Здесь используются два массива: двумерный числовой `x[6][16]` и одномерный текстовый `*s[]` из листинга 2.

В числовом массиве записаны 6 наборов по 16 параметров, эквивалентных значениям громкости, тембра и т.д., в децибелах. Поскольку имеются положительные и отрицательные числа, то массив имеет размерность «signed char» (-127...+127). Важная деталь. Порядок чередования чисел в массивах «Громкость», «Тыл», «Фронт» нелинейный, что связано с особенностями слухового аппарата человека. Например, в некоторых фирменных аудиоусилителях изменение громкости от 0 до -34 дБ идет дискретно с шагом 2 дБ, затем сразу -37, -42, -50, выключено. Изменяя числа в строках 16-22 листинга 2 можно придать характеристике управления любую желаемую форму. При этом знак «\» в строке 16 означает перенос на следующую строку, что удобно для сужения листинга по ширине.

В текстовом массиве `*s[]` записаны 6 строк по 16 символов (пустое место тоже считается). Знак «*» означает указатель. Если нет желания и времени глубоко вникать в это понятие, то надо просто запомнить шаблон вывода текстовых переменных. Но на будущее почитать теорию в книгах <http://www.softholm.com/books/books.html>.

Строка 21. Знак «~» перед массивом «x» инвертирует его значение. Если добавить к результату единицу, то получится типовая операция: «Удаление знака минус перед числом». Дополнительная константа 0x30 позволяет вывести на экран ЖКИ изображение цифр 0-9 согласно адресации **рис.23**.

Строка 29. Столбиковая диаграмма «растет» по горизонтали вправо. Чем больше значение аудиопараметра, тем больше на экране темных прямоугольников (код 0xFF на **рис.23**). Легко провести аналогию со светодиодной шкалой, только светодиодов было 8, а прямоугольников - 16.

Особенности компиляции и настройки. Вторая тестовая программа состоит из 4 файлов: «makefile», «lcd.c», «rh5.c», «rh5.h», которые должны находиться в одной папке, например, C:\RHobby\Rh5\ . Два последних файла надо предварительно обработать утилитой «ruslcd2.exe». В make-файле следует откорректировать строку 63: «SRC = \$(TARGET).c lcd.c», а также строку 51: «F_CPU = 1000000». Заголовочный файл «rh5.h» в make-файле указывать не надо, он уже прописан в листингах директивой «#include». В конце апреля 2006 г. вышла новая версия пакета программ WinAVR-20060421 (23 МБ). Компиляция программы «rh5.c» что на старой версии, что на новой, дает одинаковый по длине код.

После прошивки МК и подачи питания, первым делом регулируется резистор R8 до получения максимально контрастной картинки, как на **рис.25**. Кстати, в крайних положениях его движка изображение будет или полностью отсутствовать, или полностью закрашено, что нормально.

После появления начальной картинки программа ждет нажатия одной из кнопок SB1-SB3, после чего появляется рабочее поле, состоящее из надписи аудиопараметра, числа в децибелах (вверху) и управляемой столбиковой диаграммы (внизу).

Желающие могут протестировать прошивку в симуляторе VMLab (файл «rh5.prj», **листинг 5**), при этом надписи ЖКИ в

листинг 4

```
//=Тест ЖКИ и кнопок=, журнал РадиоХобби, 2006 год, №3 =1
//Makefile: Name=rh5, MCU=atmega8, Level=2, Debug=VMLab =2
//Фьюзы: SUT0=CKSEL3=CKSEL2=CKSEL1="0" (внутрен. 1 МГц) =3
#include <avr/io.h> //Библиотека ввода-вывода =4
#include <util/delay.h> //Библиотека задержек времени =5
#include <rh5.h> //Самодельный заголовочный файл =6
unsigned char a, p=1, v=0; //Глобальные переменные =7
//-----Функция проверки нажатия кнопки----- =8
unsigned char key (unsigned char kn) // "kn" - кнопка =9
{ if (bit_is_clear(PINB, kn)) //Если кнопка нажата, то =10
{ _delay_ms(30); //Пауза 30 мс для "антидребезга" =11
if (bit_is_clear(PINB, kn)) return (0); //Возврат =12
} //Окончание функции "if" =13
return (1); //Возврат "1" при отсутствии нажатия =14
} //Окончание функции "key" =15
//-----Функция вывода надписей на ЖКИ----- =16
void ind (unsigned char p, unsigned char v) // =17
{ for(lcd_com(0x80), a=0; a<16; a++) lcd_dat(s[v][a]);
lcd_com(0x8B); //Курсор на место знака <+> или <-> =19
if ((x[v][p]) < 0) //Если число дБ отрицательное =20
{ lcd_dat('~'); lcd_dat(((~x[v][p])+1)/10 + 0x30); // =21
lcd_dat(((~x[v][p])+1)%10 + 0x30); //Единицы дБ =22
} //Окончание вывода отрицательного числа дБ =23
else //Если число дБ положительное =24
{ lcd_dat('+'); lcd_dat((x[v][p])/10 + 0x30); // =25
lcd_dat((x[v][p])%10 + 0x30); //Единицы дБ =26
} //Окончание вывода положительного числа дБ =27
for(lcd_com(0xC0), a=0; a<16; a++) //Курсор вниз =28
{ if (a < (p+1)) lcd_dat(0xFF); //Темный прямоугольн.=29
else lcd_dat(0x20); //Пустое незакрашенное место =30
} //Окончание вывода столбиковой диаграммы =31
_delay_ms(220); //Пауза на 220 мс (скорость столбика)=32
} //Окончание функции "ind" =33
//=====ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА===== =34
int main(void) //Начало основной программы =35
{ PORTB=0xFF; DDRB=0; //Порт В - все входы с резистор. =36
PORTC=DDRC=0xFF; //Порт С - все выходы с лог.1 =37
PORTD=0xFF; DDRD=0xFF; //PD2=вход, остальные выходы =38
lcd_init(); //Инициализация ЖКИ (4-битовый режим) =39
lcd_com(0x81); lcd_puts("Аудиоус."); //Аудиоус.=40
lcd_com(0xC2); lcd_puts("=РадиоХобби="); //РадиоХобби=41
while (1) //Бесконечный цикл между строками 42-56 =42
{ if ((key(PLUS)) == 0) //Проверка нажатия кнопки "+" =43
{ if (++p > 16) p=1; //Если максимум, то останов =44
ind (p-1, v); //Индикация нового значения шкалы =45
} //Окончание функции "if" в строке 43 =46
if ((key(MINUS)) == 0) //Проверка нажатия кноп. "-" =47
{ if (--p < 1) p=16; //Если минимум, то останов =48
ind (p-1, v); //Индикация нового значения шкалы =49
} //Окончание функции "if" в строке 47 =50
if ((key(VYBOR)) == 0) //Проверка нажатия кн. ВЫБОР =51
{ if (++v > 5) v=0; //Если максимум, то в начало =52
ind (p-1, v); //Надпись следующего параметра =53
} //Окончание функции "if" в строке 51 =54
} //Окончание функции "while" в строке 42 =55
} //WinAVR-20060125 (20060421), длина кода 1140 байтов =56
```

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

листингах 2, 4 должны быть выполнены «по-русски». На буквы «яяяя», которые появляются в меню «View-Control Panel» (рис.26), не обращайте внимание, это «артефакты» модели ЖКИ. На самом деле будет видна горизонтальная полоска из четырех черных прямоугольников.

(Окончание следует)

Примечание редакции. Файлы листингов 2-5 вместе с HEX-кодами прошивки МК и файлом утилиты ruslcd2.exe до-

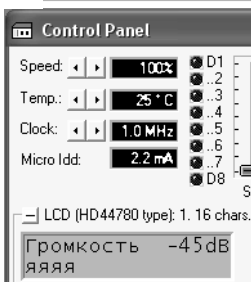


Рис.26

ступны на сайте PX. Кто не имеет доступа в Интернет, могут заказать в редакции CD-R с обновленными версиями программ, упоминаемых по тексту статьи (одновременно с выходом этого номера журнала содержание диска также обновлено - добавлены файлы листингов 2-5, а также упомянутая WinAVR-20060421 и утилита ruslcd2.exe), а также со всеми статьями и листингами первого цикла (Микроконтроллерное управление звуком. - «РадиоХобби», 2005, №№ 2-6) - общий объем около 500 МБ. Стоимость CD-R - 12 грн., пересылка по Украине бандеролью с наложенным (оплата при получении на почте) платежом - 8 грн. В заявке указывайте «Прошу выслать диск к статьям цикла Микроконтроллерное управление звуком, версия N3/2006». Жители России и других стран могут приобрести этот диск в интернет-магазине РадиоХобби по адресу <http://www.radiohobby ldc.net/bestbuy.html>

Быстродействующий УМЗЧ со сверхнизкими искажениями

(Окончание. Начало см. «РХ» №2/2006, с.55-60)

Сергей Рубальский, г.Киев

II. Пути повышения линейности ВК.

Основные способы повышения линейности ВК:

- параллельное соединение мощных транзисторов в плечах ВК;
- введение местной ООС в ВК;
- использование комплементарных МОП транзисторов (в ВК ОК+ОЭ);
- динамическая стабилизация тока покоя ВК;
- стабилизация режима отсечки ВК.

Последние два способа в рамках данной статьи не рассматриваются.

Параллельное соединение мощных транзисторов в плечах ВК УМЗЧ. Многие разработчики УМЗЧ используют в выходных каскадах параллельное включение мощных транзисторов, стремясь обеспечить необходимую для работы область безопасных режимов. Встречаются примеры использования десятка и более включенных параллельно транзисторов в выходном каскаде, одной из таких разработок является усилитель С.Агеева [5]. Такое решение никоим образом не связано с областью безопасных режимов (далее ОБР) транзисторов ВК. При этом утверждается, что звук становится лучше и прозрачнее. Можно предположить правоту данного утверждения, исходя из того, что при увеличении числа транзисторов в плече ВК пропорционально уменьшается динамическая рассеиваемая мощность на кристалле транзистора, которая в свою очередь является причиной рождения многочисленных искажений. В тоже время, пропорционально возрастают суммарные емкости переходов эквивалентного выходного транзистора, что может понизить полюс ВК и отрицательно сказаться на устойчивости УМЗЧ.

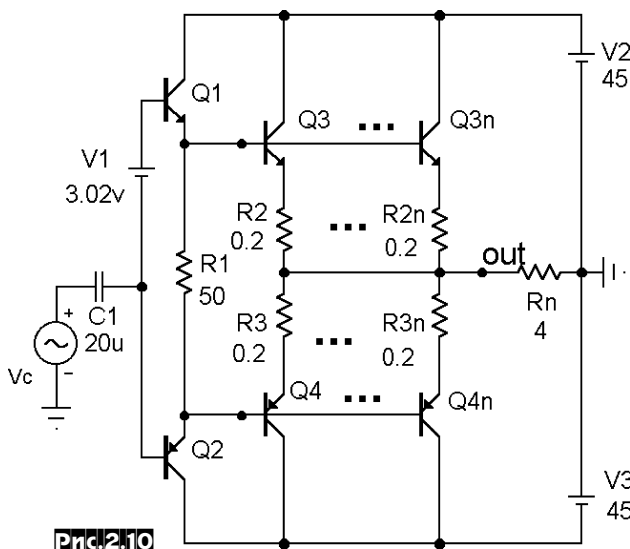


Рис.2.10

Рассмотрим влияние на линейность ВК параллельного соединения транзисторов в плечах для двух схемных решений - стандартная двойка эмиттерных повторителей и ВК ОК+ОЭ.

ВК - стандартная двойка эмиттерных повторителей.

Принципиальная схема ВК представлена на рис.2.10. Семейство графиков гармонических искажений ВК для различного числа параллельно включенных транзистора в плече представлено на рис.2.11. При увеличении количества параллельно включенных транзисторов K_T ВК заметно увеличивается: для одного транзистора в плече $K_T=0,048\%$, для десяти транзисторов $K_T=0,1\%$.

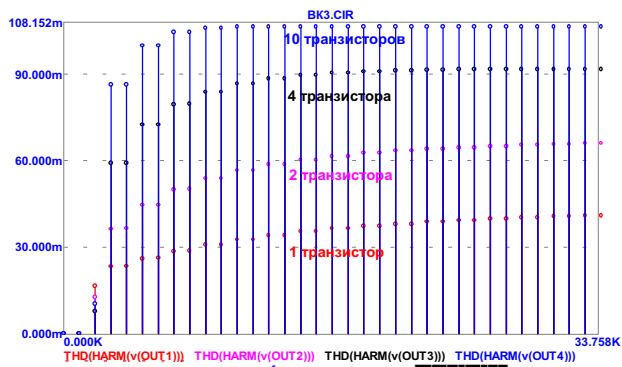


Рис.2.11

Выходное сопротивление ВК измерялось по схеме, представленной на рис.2.12. На выход ВК через сопротивление

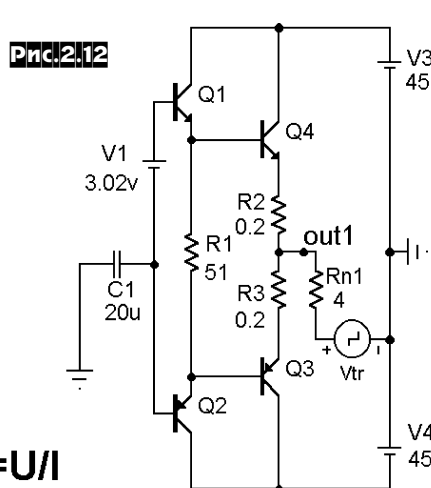


Рис.2.12

$$R=U/I$$

$$R_{\text{вых}}=\text{del}(V(\text{OUT1}))/\text{del}(I(R_{n1}))$$

нагрузки подавалось напряжение треугольной формы амплитудой 10 В, частотой 1 кГц. Отношение приращения напряжения на выходе ВК (падение напряжения на выходном сопротивлении ВК) к приращению тока через нагрузочный резистор (ток через выходное сопротивление ВК) дает график зависимости $R_{вых}$ ВК от режима работы ВК.

На **рис.2.13** представлено семейство характеристик выходного сопротивления ВК. Анализ полученных результатов показывает, что при увеличении числа транзисторов в плече ВК стандартной двойки эмиттерных повторителей гармонические искажения возрастают, но $R_{вых}$ снижается и его линейность улучшается. При десяти транзисторах в плече нелинейность $R_{вых}$ практически исчезает.

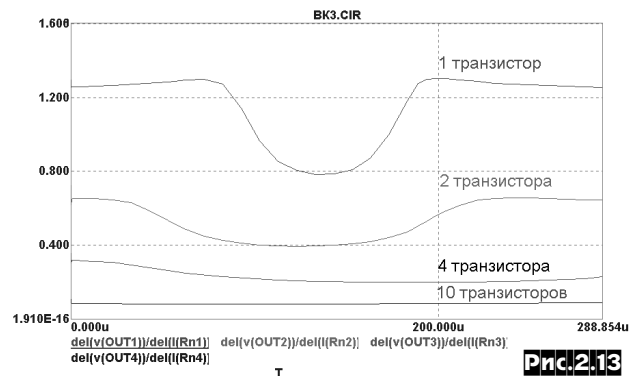


Рис.2.13

ВК ОЭ+ОК. Принципиальные схемы ВК ОЭ+ОК с 1, 2, 3 транзисторами в плечах изображены на **рис.2.14**. Графики коэффициента гармоник ВК для различного числа транзисторов в плече изображены на **рис.2.15**. При двух транзисторах в плече достигается минимальные нелинейные искажения $K_g = 0,003\%$.

Выходное сопротивление ВК ОК+ОЭ.

Измерения $R_{вых}$ ВК проводилось по схеме, аналогичной описанной выше. Семейство графиков выходного сопротивления для 1, 2, 3 транзисторов в плече изображе-

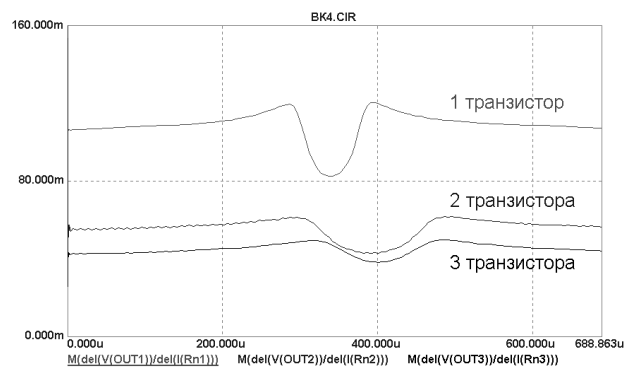


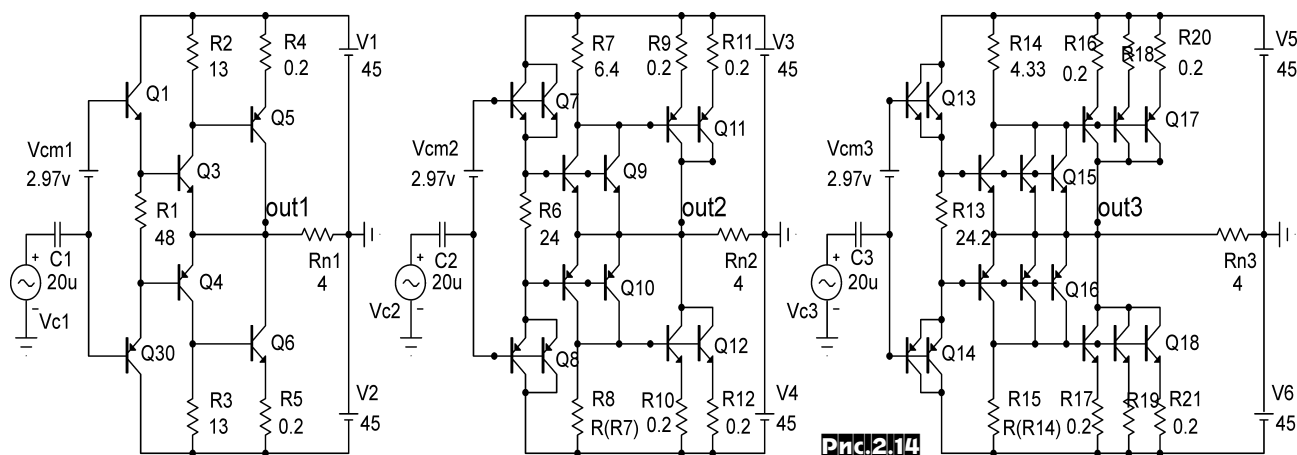
Рис.2.16

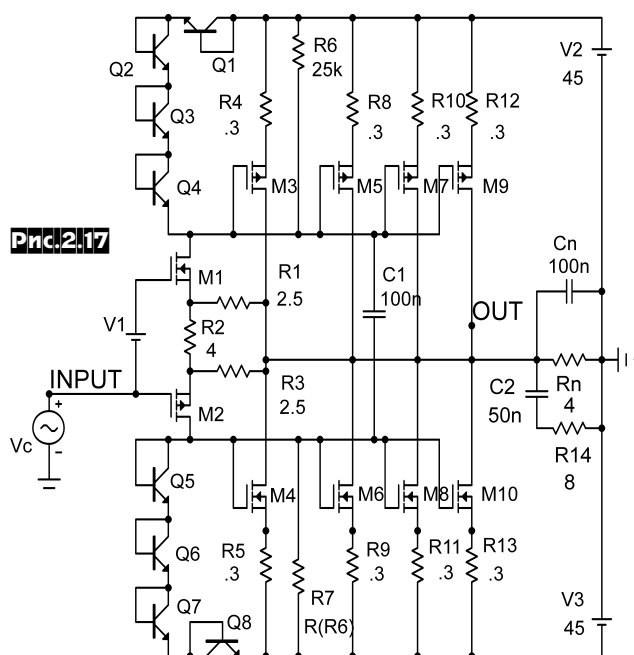
ны на **рис.2.16**.

Анализ представленных графиков показал, что минимальный $K_g = 0,003\%$ и высокая линейность $R_{вых}$ ВК ОК+ОЭ достигается при применении в плече двух включенных параллельно транзисторов. Величина $R_{вых} = 60$ миллиом ВК ОК+ОЭ настолько мала, что ее можно сравнить с $R_{вых}$ УМЗЧ, охваченного общей ООС, в котором применен стандартный ВК - двойка эмиттерных повторителей.

Выводы:

1. Наиболее доступным способом повышения линейности ВК является параллельное соединение транзисторов в плече.
2. Все основные параметры линейности ВК ОК+ОЭ превосшли наиболее широко применяемый стандартный ВК - двойку эмиттерных повторителей:
 - нелинейные искажения уменьшены в 15 раз;
 - быстродействие увеличено в 7 раз;
 - более чем на порядок снижено выходное сопротивление - 60 миллиом против 0,8 Ом при двух параллельных транзисторах в плече, линейность $R_{вых}$ улучшена многократно;
 - многократно уменьшены интермодуляционные искажения: $IMD_{разн}$ в 30 раз, $IMD_{SMPT1:1}$ в 7 раз;
 - коэффициент передачи близок к единице, 0,99 против 0,76;





торной МОП пары (IRF640, IRF9640). Как известно, МОП транзисторы в отличие от биполярных позволяют устранить эффект деградации Кп ВК при увеличении токов нагрузки;

- применение четырех мощных прямосмещенных многоэмиттерных транзисторов вместо резистивной нагрузки первых МОП транзисторов плеч (M1, M2). Такое решение позволяет жестко стабилизировать усиление первого МОП транзистора плеча ВК и максимально линеаризовать зависимость напряжения стока от напряжения затвор-исток (в диапазоне тока стока 0-500 мА). При этом исключается зависимость петлевого усиления местной петли ООС от изменения крутизны МОП транзисторов в диапазоне токов нагрузки, значительно уменьшаются все виды искажений (относительно компенсации искажений биполярного каскада с общим эмиттером подробнее в [7]). Четыре прямосмещенных многоэмиттерных транзистора определяют оптимальное смещение для МОП пар, включенных по схеме с общим стоком и обеспечивают плавность регулировки тока покоя ВК. Петлевое усиление местной петли ООС ВК определяется отношением количества прямосмещенных транзисторов к номиналу эквивалентного резистора в цепи истока первого МОП транзистора.

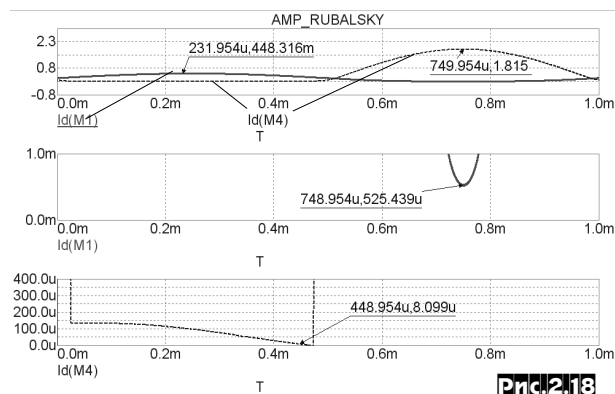
- использование четырех параллельно соединенных МОП транзисторов в плече, включенных с общим стоком (дальнейшее наращивание количества транзисторов в плече не оказывает существенного влияния на параметры линейности ВК в диапазоне нагрузок от 8 до 1 Ом). Как известно, температурный коэффициент тока стока при заданных условиях имеет отрицательное значение, что способствует выравниванию токов при параллельном соединении МОП транзисторов [8];

- введение дополнительной местной ООС для достижения необходимой устойчивости ВК. Предлагается использовать П-образный симметричный несбалансированный аттенюатор (R1, R2, R3). Да! Именно аттенюатор, т.к. применение такой схемы гарантирует согласование импеданса верхнего и нижнего плеча дополнительно линеаризуя ВК и выполняет функцию требуемого ослабления сигнала, являясь элементом местной ООС ВК.

Предложенные усовершенствования привели к схемному решению ВК на основе МОП транзисторов, обладающего высокими параметрами линейности, быстродействия и имеющего ряд отличительных особенностей от существующих конструкций:

1. Схемное решение позволяет отказаться от резисторов в цепях затворов при параллельном соединении МОП транзисторов, что устраняет создание эквивалентного низкочастотного полюса с вытекающими последствиями.

2. Исключается эффект деградации передаточной харак-



теристики ВК при использовании максимальной (для ОБР транзисторов) нагрузки.

3. Разработанный ВК автоматически удерживает ток отсечки верхнего и нижнего плеча от перехода через ноль при закрытии транзисторов, что исключает условия возникновения переходных искажений. На **рис. 2.18** представлены графики токов стока МОП транзисторов ВК M1 и M4 (при усилении синусоиды). На втором и третьем графике - эти же токи в микромасштабе при закрытых транзисторах, свидетельствующие об отсутствии перехода через ноль в «нерабочей» половине синусоиды.

4. Высокая линейность и быстродействие позволяют использовать ВК вне цепи общей ООС УМЗЧ.

Основные параметры разработанного ВК на МОП транзисторах в разделе не приводятся, дабы не перегружать читателя большим объемом информации. Линейность ВК можно оценить, анализируя результирующую таблицу характеристик усилителя (**таблица 4**), где ВК в составе УМЗЧ представлен в двух вариантах - внутри и вне петли общей ООС.

Часть III.

I. Линейный быстродействующий УМЗЧ.

1. Принципиальная схема УМЗЧ представлена на **рис. 3.1**. Компоненты:

1. Транзисторы Q1, 4, 6, 7, 8, 13, 15 - MJE370 ($h_{21э}=150-200$); Q2, 3, 5, 9, 10, 12, 14 - MJE520 ($h_{21э}=150-200$); Q16-23 - 2SC3280 (2SA1302) либо другие многоэмиттерные транзисторы средней или большой мощности; M1, 4, 6, 8, 10 - IRF640; M2, 3, 5, 7, 9 - IRF9640.

2. Диоды D1-10, 15, 16, 21, 23 - 1N4148 (КД 521); D11-14 - 1N4007GP; D17, 18, 22, 24 - BZX84C13 (Д814В,Г).

Для остальных компонентов специальные требования не предъявляются.

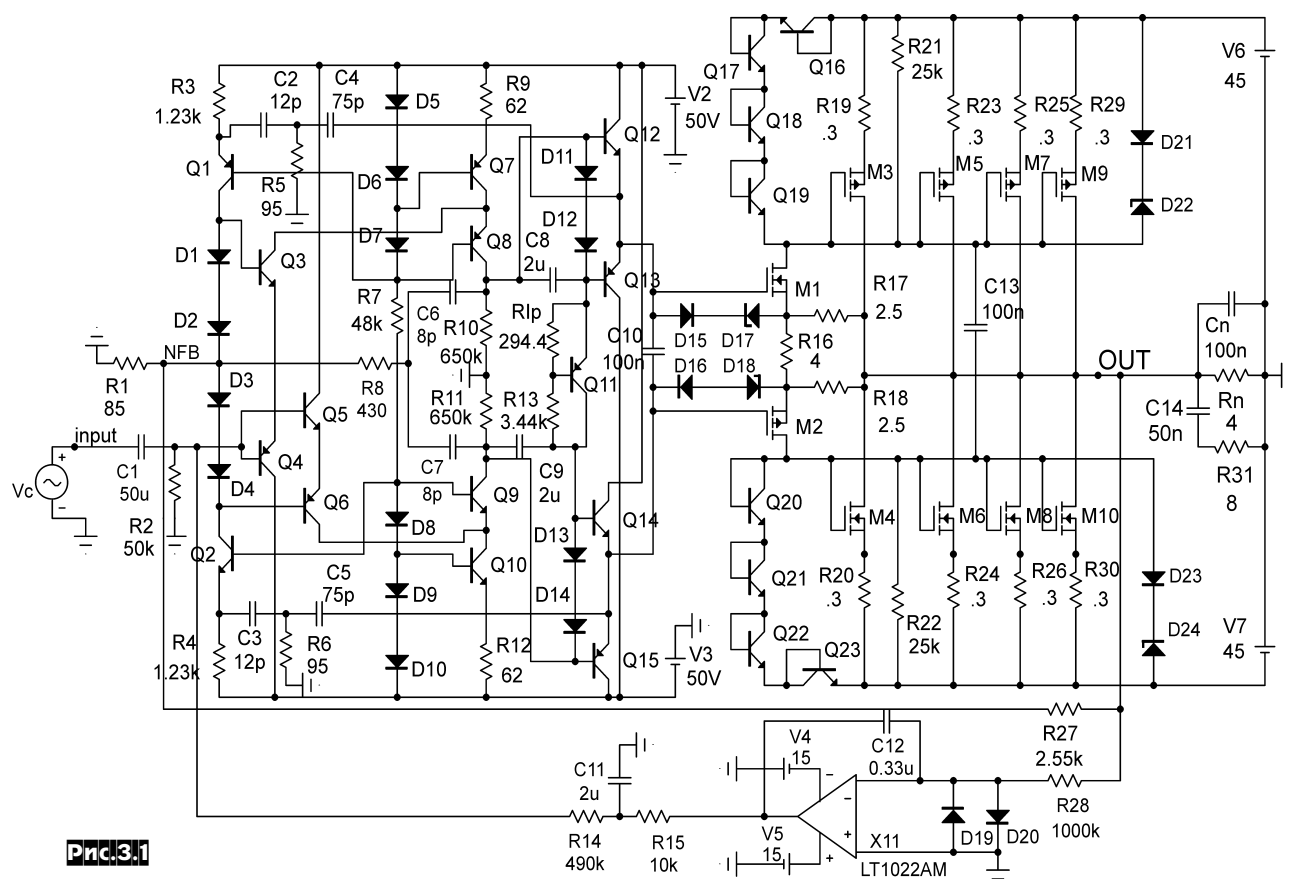
Схемотехника УМЗЧ:

- в состав УМЗЧ входят разработанные автором УН и ВК;
- использованы встречно-параллельные буферы между УН и ВК на транзисторах Q12, 13 и Q14, 15. Схемное решение применено в [6]. Такой усиленный буфер позволяет произвести максимальную отсечку емкости затвора первого транзистора ВК от УН и отказаться от резисторов в цепях затворов первых МОП транзисторов;

- применена комбинация двухполюсной и однополюсной коррекции. Распределенное подключение элементов коррекции к выходам встречно-параллельных буферов и УН к генераторам тока входного каскада позволяет максимально быстро перезаряжать емкости коррекции и частично разгрузить УН и входные цепи от емкостной нагрузки частотозависимой коррекции. Такое решение позволяет достичь максимально возможного быстродействия УМЗЧ и регулируемой линейности переходной характеристики;

- в схеме УМЗЧ применена простейшая защита МОП транзисторов ВК в виде стабилитронов, шунтирующих переходы затвор-исток от выбросов напряжения более 12 В.

Несколько слов о коррекции. Почему не однополюсная или двухполюсная, а их комбинация? Применительно к разработанному УМЗЧ однополюсная коррекция позволяет достичь максимально плоской вершины усиленного импульса, в широких пределах регулируемой устойчивости к импедансу нагруз-



ки. Однако при достижении приемлемой устойчивости скорость изменения выходного напряжения составляет не более 0,6 от максимально возможного значения.

Двухполюсная коррекция имеет ряд преимуществ перед однополюсной - при максимальном быстродействии обеспечивает устойчивую работу и сверхнизкие интермодуляционные искажения. Но тут проявляется основной недостаток - при коррекции по минимуму интермодуляционных искажений переходная характеристика значительно ухудшается: на вершине импульса появляется фронтальный выброс в диапазоне 12% - 25% в зависимости от амплитуды импульса, что не совместимо с понятием качественного звукоусиления. При настройке коррекции по минимуму искажений вершины импульса на порядок возрастают интермодуляционные искажения, правда при этом можно достичь «непревзойденной» устойчивости УМЗЧ при высоких скоростных характеристиках, что может быть полезным при планировании работы усилителя на нагрузку с высоким импедансом.

Ориентируясь на плюсы однополюсной и двухполюсной коррекции, автором предпринята попытка исключить и неприятные минусы - ограничение быстродействия и «кривизну» проходной характеристики, что и привело к выбору комбинации двух видов коррекций.

При налаживании УМЗЧ появляется возможность выбора между сверхнизкими интермодуляционными искажениями, максимальной устойчивостью и «идеальной» переходной характеристикой, либо поиска «золотой середины», удовлетворяющей конкретного пользователя.

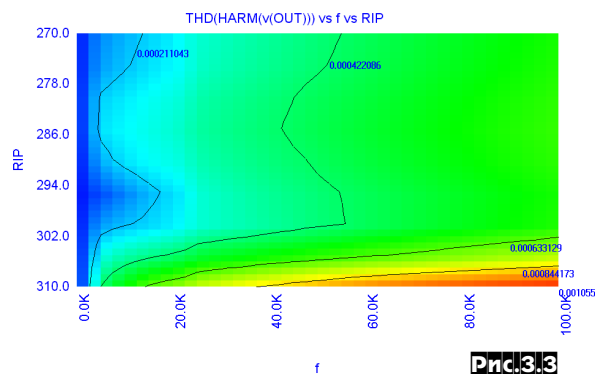
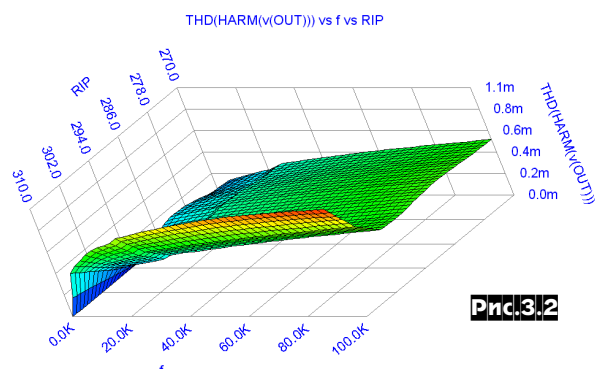
II. Характеристики УМЗЧ.

Все динамические параметры УМЗЧ определялись при нагрузке $R_n=4\text{ Ом}$, $C_n=100\text{ нФ}$ при $R_{\text{вых}}=120\text{ Вт}$.

1. Оптимальный ток покоя УМЗЧ.

Оптимальный ток покоя ВК УМЗЧ в режиме АВ определяется по минимальному K_g (по зависимости семейства характеристик K_g спектра частот выходного напряжения от тока покоя ВК см. **рис. 3.2**, **рис. 3.3**). В режиме 3D моделирования третья переменная на графике K_g - сопротивление резистора R_{ip} , задающего ток покоя ВК.

Оптимальный ток покоя для каждой пары транзисторов ВК с общим стоком получился равным 66 мА, суммарный опти-



мальный ток покоя ВК равен 450 мА. Суммарная мощность, потребляемая УМЗЧ от блока питания в статическом режиме при напряжении питания $\pm 45\text{ В}$ составляет 40 Вт.

2. Коэффициент гармоник УМЗЧ для пяти частот F_c - 1, 10, 20, 50, 100 кГц. Спектрограмма и K_g выходного напряже-

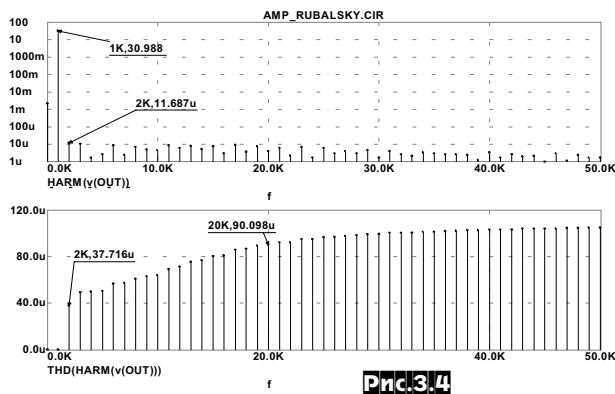


Рис.3.4

ния УМЗЧ для частоты 1 кГц изображены на рис.3.4. На верхнем графике показан спектр гармоник выходного напряжения, гармоники имеют очень низкий уровень - $K_2=0,000038\%$, $K_3=0,00003\%$. На нижнем графике представлен коэффициент гармоник выходного напряжения по накоплению, т.е. величина K_g каждой последующей гармоники рассчитывается в сумме с K_g предыдущих гармоник.

Коэффициент гармоник для исследуемого ряда частот:
 $K_g=0,00009\%$ ($F_c=1$ кГц),
 $K_g=0,001\%$ ($F_c=10$ кГц),
 $K_g=0,005\%$ ($F_c=20$ кГц),
 $K_g=0,01\%$ ($F_c=50$ кГц),
 $K_g=0,064\%$ ($F_c=100$ кГц).

Общий K_g фиксировался с учетом двадцати гармоник.

K_g для частот до 100 кГц представлен по причине того, что многие исследователи фиксируют восприятие человеком обертонов, гармоник усиленного сигнала вплоть до 60-80 кГц.

Коэффициент гармоник практически не изменяется при изменении глубины комбинированной коррекции УМЗЧ, и в основном зависит от правильно выбранного оптимального тока покоя ВК.

3. **Диаграмма Бode** УМЗЧ представлена на рис.3.5 для трех вариантов:

V(OUT) - УМЗЧ без ООС и коррекции (на графике сплошная линия);

V(OUT1) - УМЗЧ без ООС с цепями коррекции (прерывистая штрих линия);

V(OUT2) - УМЗЧ с ООС и с цепями коррекции (линия из точек).

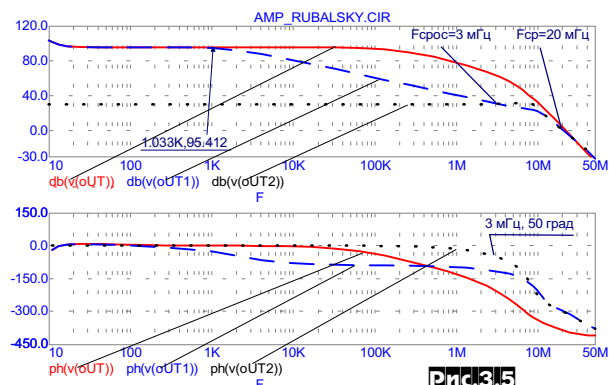


Рис.3.5

С помощью диаграммы Бode по представленным графикам можно рассчитать частоту среза или частоту единичного усиления ($F_{ср}=20$ МГц), частоту среза в петле ООС или полюсу пропускания ($F_{ср.ос}=3$ МГц), петлевое усиление в диапазоне частот (разница между разомкнутым усилением и усилением с замкнутой ООС), площадь усиления, полюса, устойчивость и другие параметры УМЗЧ.

4. **Интермодуляционные искажения** УМЗЧ определены двумя методами - разностным и SMPTE1:1.

Разностный метод. Спектрограмма выходного напряжения частот 19 кГц и 20 кГц изображена на рис.3.6.

Для фиксации относительной модуляции двух частот уста-

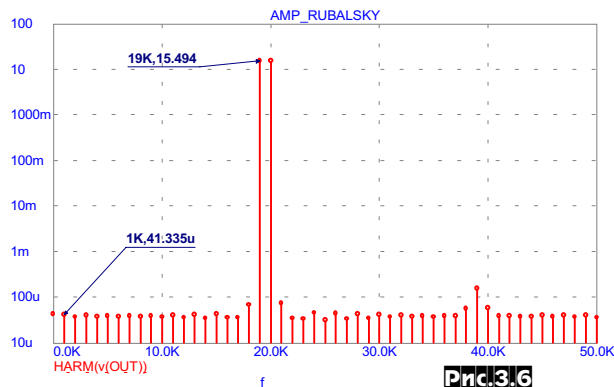


Рис.3.6

навливаем в Transient Analysis Limits значения time range = 1 мс, time step = 0.1 мкс.

Интермодуляционные искажения $IMD_{разн}=2,6e^{-4}\%$.

Значение $IMD_{разн}$ во многом зависит от глубины коррекции УМЗЧ и изменяется в пределах от $5e^{-5}\%$ до $0,0006\%$.

Глубина коррекции УМЗЧ, в свою очередь, определяет пределы зоны устойчивости.

Метод SMPTE1:1. Спектрограмма выходного напряжения частот 50 Гц и 7 кГц изображена на рис.3.7.

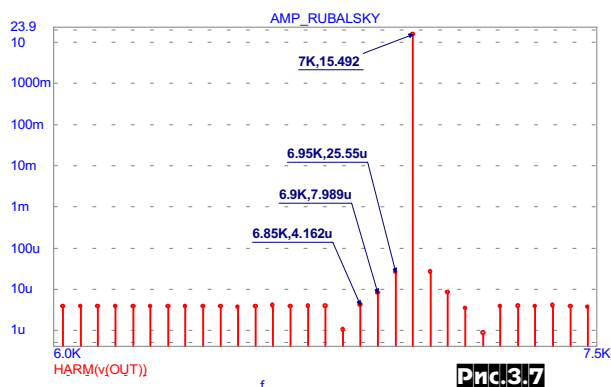


Рис.3.7

Для фиксации относительной модуляции двух частот устанавливаем в Transient Analysis Limits значения time range = 20 мс, time step = 1 мкс.

Интермодуляционные искажения $IMD_{SMPTE1:1}=4,7e^{-4}\%$.

По уровню боковых составляющих, кратных 50 Гц и отстоящих от несущей частоты 7 кГц, можно оценить тепловые и переходные искажения, которым в первую очередь подвержены УН и ВК. Полученный уровень интермодуляционных искажений разработанного УМЗЧ можно отнести к разряду сверхнизких.

5. **Устойчивость** УМЗЧ.

Частота единичного усиления УМЗЧ на диаграмме Бode при изменении импеданса нагрузки коррелирует в широких пределах. На чисто активной нагрузке получаем максимальное значение частоты среза $F_{ср}$ при введении реактивной нагрузки $F_{ср}$ уменьшается в несколько раз (при $C_n=0$, $F_{ср}=45$ МГц, при $C_n=1$ мкФ, $F_{ср}=9$ МГц). Зависимость $F_{ср}$ проявляется и от параметров частотозависимой коррекции УМЗЧ.

Частота среза петли ОС ($F_{ср.ос}$) - это точка пересечения графиков АЧХ УМЗЧ с ООС без нее и характеризует полосу пропускания усилителя. $F_{ср.ос}$ также подвержена воздействию импеданса нагрузки и введенным частотным коррекциям.

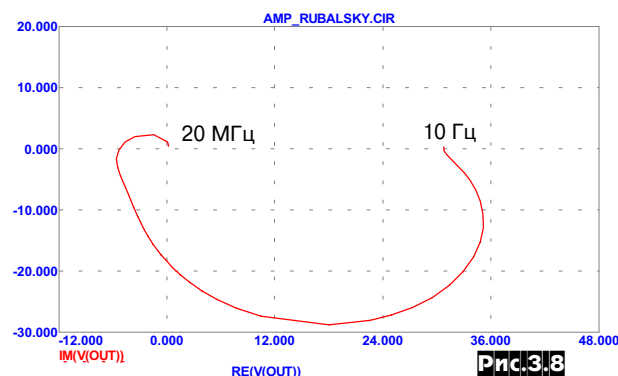
На практике при постоянно изменяющемся импедансе нагрузки УМЗЧ, в виде реакции громкоговорителя на усиленный сложный спектр сигнала, в значительных пределах постоянно изменяются величины $F_{ср}$, $F_{ср.ос}$, а так же запаздывание фазы усиленного сигнала. Естественно, такие изменения не могут не оказывать заметного влияния на качество усиленного сигнала УМЗЧ с общей ООС и вызывают постоянные споры оппонентов о пользе или вреде ООС.

В результате достаточно сложно по диаграмме Бode корректно определить реальные запасы устойчивости в условиях постоянно изменяющегося импеданса нагрузки.

Примером могут служить схемы УМЗЧ, имеющих на активной нагрузке достаточный запас устойчивости (по диаграмме Боде) и прекрасные характеристики Кг, IMD, быстродействия и прочее. Но часто такие усилители не способны без RL цепи отсечки реактивности работать даже на небольшие реактивные нагрузки - происходит возбуждение, несмотря на, казалось бы, нормальные первоначальные запасы устойчивости.

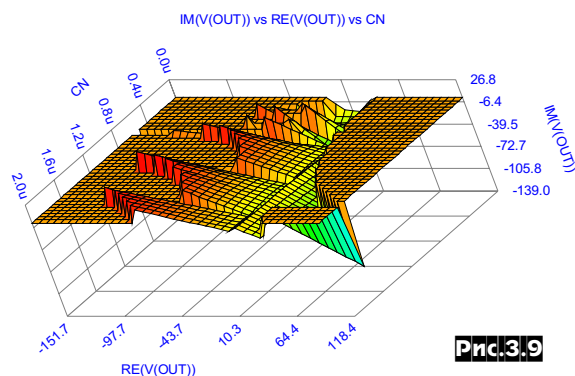
Принято считать УМЗЧ «абсолютно» устойчивым, если он не возбуждается при испытаниях на номинальную резистивную и емкостную нагрузку вплоть до $C_n=2$ мкФ. Николай Сухов в своем УМЗЧВВ параллельно резистивной нагрузке включил небольшую емкость 0,1 мкФ (файл в формате MC7 на сайте <http://radiohobby.go.to>), продемонстрировав тем самым определенный запас устойчивости усилителя.

Используя инструмент 3D моделирования MC7, можно выявить зоны потенциальной неустойчивости УМЗЧ. На **рис.3.8** изображен график - петля Найквиста, представляю-



щая собой зависимость действительной $Re(V(OUT))$ и мнимой $Im(V(OUT))$ составляющих комплексного коэффициента передачи УМЗЧ в диапазоне частот от 10 Гц до 20 МГц.

На **рис.3.9** изображена **поверхность Найквиста** (семейство характеристик Найквиста в трехмерном пространстве), полученная как зависимость трех величин - действительной и

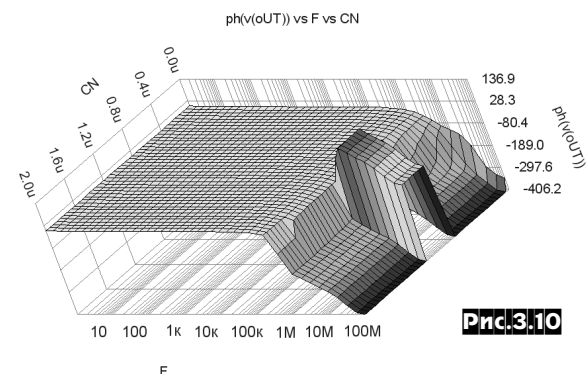


мнимой частей коэффициента передачи от емкости нагрузки в широком диапазоне частот. При вариациях емкости нагрузки наблюдается реакция УМЗЧ - на поверхности возникают впадины и горбы. Плоскость - зона устойчивой работы УМЗЧ, провалы и горбы - зоны потенциальной неустойчивости.

При монотонном «скатывании» с плоскости возбуждения не происходит; усилитель может возбуждаться только при резком изменении знака приращения мнимой части $Im(V(OUT))$ с увеличением C_n . Максимальный спад в зоне неустойчивости достигается при $C_n = 0,8$ мкФ - это и есть предельная емкостная нагрузка УМЗЧ для установленных цепей коррекции. При помощи поверхности Найквиста можно подробно изучать зарождение и исчезновение зон неустойчивости и причины их возникновения. Но в сложной рельефной картине порой бывает непросто уловить границы зон неустойчивости, где действительно может произойти возбуждение. По этой причине необходимо совместно с поверхностью Найквиста исследовать график поверхности фазы коэффициента передачи, который кон-

кретизирует область возбуждения резким изменением знака фазового сдвига.

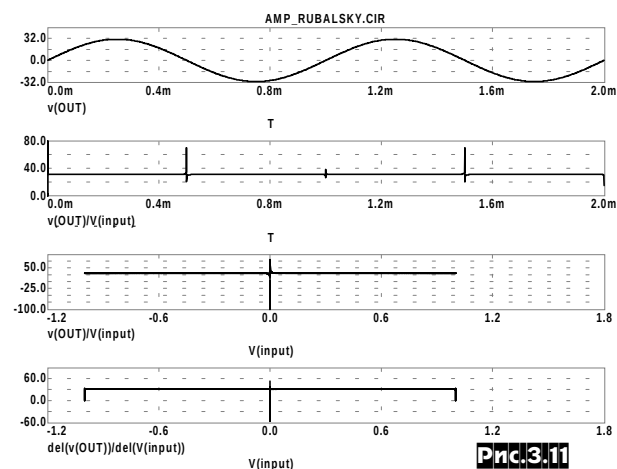
На **рис.3.10** отображена поверхность фазы УМЗЧ в широком диапазоне частот и емкостей нагрузки. Переворот фазы в диапазоне C_n от 0,8 мкФ до 1,2 мкФ свидетельствует о потенциальной неустойчивости УМЗЧ на мегагерцовых частотах.



Зону устойчивости можно регулировать в больших пределах (максимальная C_n от 0,1 до 15 мкФ) цепями комбинированной коррекции в рамках баланса между параметрами «устойчивость - интермодуляционные искажения», при этом скорость изменения выходного напряжения колеблется в пределах 400 - 600 В/мкс. При настройке усилителя часто приходится выбирать золотую середину в треугольнике, на вершинах которого расположены максимальная устойчивость, минимальные Кг, IMD и максимальное быстродействие.

6. Передаточные характеристики УМЗЧ.

На **рис.3.11** изображены графики трех видов передаточных характеристик. На первом (сверху) графике изображено синусоидальное выходное напряжение УМЗЧ,



он необходим для привязки второго графика к нулевым или амплитудным значениям выходного напряжения.

На втором графике изображена стандартная передаточная характеристика (мгновенный коэффициент усиления в функции времени), полученная путем отношения выходного напряжения к входному. На графике можем наблюдать искажения передаточной характеристики в виде всплесков коэффициента передачи при прохождении выходного напряжения через нулевые значения. По амплитуде всплесков можно оценить переходные искажения. Так, например, переход выходного напряжения через нуль из положительной в отрицательную область вызывает всплески в три раза больше, чем при прохождении из отрицательной в положительную.

Третий график дает возможность оценить нелинейность передаточной характеристики в зависимости от мгновенного значения входного напряжения. Такая форма представления передаточной характеристики позволяет более детально исследовать нелинейность, возникающую из-за переходных ис-

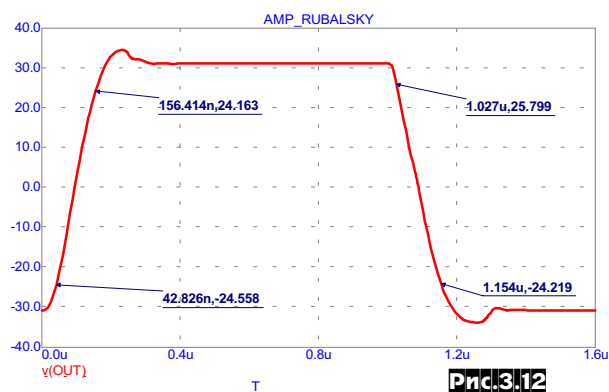
кажений в окрестности «нуля».

Четвертый график - разновидность динамической передаточной характеристики, определяется как зависимость отношения приращений выходного и входного напряжений от входного напряжения УМЗЧ. Такая характеристика позволяет оценить поведение мгновенного коэффициента передачи как в области нулевого, так и максимального значений входного напряжения (и поэтому является самой удобной и информативной).

Передаточные характеристики не менее информативны, чем Кг, IMD и скорость изменения выходного напряжения УМЗЧ. По амплитуде и площади выбросов на передаточной характеристике можно оценить качество работы УМЗЧ, проводить сравнение качественных характеристик, с учетом того, что ООС УМЗЧ слабо исправляет лавинообразные изменения крутизны передаточной характеристики, а часто усугубляет данный вид искажений.

7. Скорость изменения выходного напряжения УМЗЧ.

Импульсная характеристика представлена на **рис. 3.12** и оценивалась при подаче на вход УМЗЧ импульса длительностью 1 мкс, амплитудой ± 1 В. Сигнал на вход УМЗЧ подавался в обход разделительного конденсатора С1.



При комбинированной коррекции импульс на выходе УМЗЧ имеет неравномерность вершины до 3%, фронт и спад импульса приближаются к прямой наклонной линии (без существенных загибов), говоря о высокой линейности проходной характеристики. Фиксация значений времени производилась по стандартной методике - по уровню 0,1 и 0,9 от амплитуды импульса. Скорость нарастания составила 440 В/мкс, скорость спада 420 В/мкс, таким образом $V_u \text{ вых} = 420$ В/мкс.

Скорость изменения выходного напряжения УМЗЧ информативный и важный параметр по нескольким причинам:

- при большом быстродействии создается меньше динамических искажений, в том числе динамических интермодуляционных;
- чем выше быстродействие УМЗЧ, охваченного общей ООС, тем легче выдержать условие динамической линейности, гарантирующей неразрывность ОС в системах с саморегулированием;
- при большем быстродействии создаются условия для лучшей исправляющей способности УМЗЧ.

Приведу известную формулу динамической линейности:

$$V_{\text{Увых}} > 2\pi F_{\text{срОС}} U_{\text{вых макс}}$$

Все необходимые величины параметров для расчета мы уже имеем. Подставив в формулу значения, определим, насколько УМЗЧ соответствует условию динамической линейности:

$$2 \cdot 3,14 \cdot 3 \text{ МГц} \cdot 37 \text{ В} = 697 \text{ В/мкс.}$$

Расчет показывает, что в диапазоне частот от 1,8 МГц до 3 МГц при фактической скорости изменения выходного напряжения 420 В/мкс и выходном напряжении амплитудой 37 В разработанный УМЗЧ не соответствует условию динамической линейности.

Хотя полоса пропускания УМЗЧ во много раз превышает необходимую полосу для качественного воспроизведения музыкальных сигналов, справедливости ради необходимо при-

нять дополнительные меры для выполнения условия динамической линейности. Итак, разработанный УМЗЧ имеет $V_u \text{ вых} = 420$ В/мкс. Определим максимальную частоту полосы пропускания, при которой удовлетворяются заданные условия. Подставив в формулу значение $V_u \text{ вых} = 420$ В/мкс, получим верхнюю частоту полосы пропускания УМЗЧ, равную 1,8 МГц. Т.е., ограничив полосу пропускания до 1,8 МГц, мы добьемся выполнения условия динамической линейности.

Данную задачу можно решить несколькими способами:

- введением пассивного или активного фильтра на вход УМЗЧ, в простейшем случае введением внешней интегрирующей RC цепи. Такая цепь обычно играет роль отсеки радио и ВЧ сигналов, проникающих на вход УМЗЧ, но интегрирующая цепь является и ограничителем скорости изменения выходного напряжения;

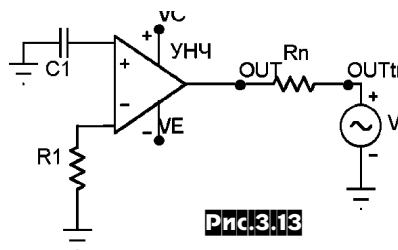
- увеличением коэффициента передачи УМЗЧ до уровня (в нашем случае получилось 35 дБ), при котором $F_{\text{срОС}}$ достигнет значения 1,8 МГц. При этом снизится петлевое усиление на 5 дБ, что приведет к незначительному увеличению коэффициента гармоник, но одновременно возрастет устойчивость УМЗЧ к реактивной нагрузке;

- введением местной частотной коррекции во входной каскад, данная мера может привести к повышению искажений на верхних частотах усиливаемого диапазона, так же есть опасность возникновения заметных динамических интермодуляционных искажений.

Несмотря на противоречивость предлагаемых мер, введение любой предложенной доработки обеспечит выполнение условия динамической линейности и работу УМЗЧ в рабочих диапазонах частот и амплитуд выходного напряжения без разрыва ООС.

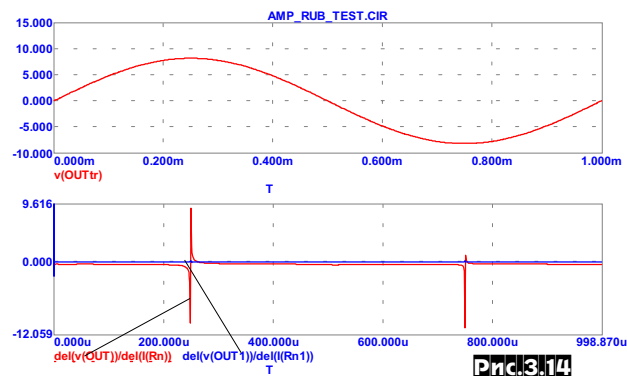
8. Линейность выходного сопротивления УМЗЧ.

Измерение $R_{\text{вых}}$ УМЗЧ проводилось по схеме, представленной на **рис. 3.13**. В качестве V1 применялся генератор синусоидального или пилообразного напряжения. Исследования выходного сопротивления УМЗЧ проводились в срав-



нении с тестовым линейным УМЗЧ, у которого в качестве ВК использована стандартная двойка эмиттерных повторителей, усилители не охвачены общей ООС.

На **рис. 3.14** представлены два графика, первый - действующее на выход УМЗЧ синусоидальное напряжение. График необходим для привязки нелинейности $R_{\text{вых}}$ к периоду синусоиды. Второй график - выходное сопротивление разработанного и тестового УМЗЧ.



Расчет выходного сопротивления УМЗЧ проводился по известной формуле $R_{\text{вых}} = \text{del}(V(\text{OUT}))/\text{del}(I(Rn))$, где $V(\text{OUT})$ - напряжение на выходном сопротивлении УМЗЧ, $I(Rn)$ - ток, протекающий через выходное сопротивление УМЗЧ. Нелинейность $R_{\text{вых}}$ проявляется при прохождении сигнала через максимумы:

- тестового линейного УМЗЧ достигает 20 Ом;

- разработанного УМЗЧ не превышает 0,2 Ом.

На **рис.3.15** представлен график $R_{вых}$ тестового линейного УМЗЧ в полосе частот 1-20 кГц. Нелинейность выходного сопротивления достигает 120 Ом.

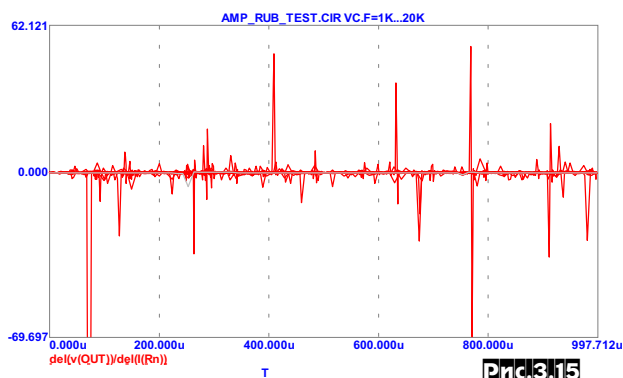


Рис.3.15

На **рис.3.16** представлен график $R_{вых}$ разработанного УМЗЧ в полосе частот 1-20 кГц. Нелинейность выходного сопротивления не превышает 2 Ом.

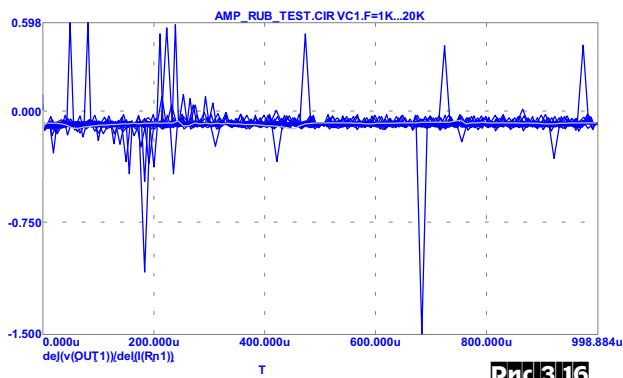


Рис.3.16

На **рис.3.17** представлен график $R_{вых}$ тестового и разработанного УМЗЧ при воздействии на выходы УМЗЧ пилообразного напряжения.

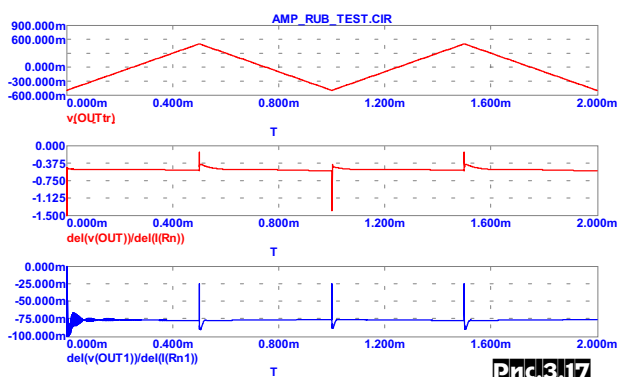


Рис.3.17

Нелинейность $R_{вых}$ при прохождении пила через максимумы:

- тестового линейного УМЗЧ достигает 1,3 Ом;
- разработанного УМЗЧ не превышает 65 миллиом.

Выводы:

- нелинейность выходного сопротивления УМЗЧ в большей степени проявляется при прохождении сигнала через максимумы и увеличивается пропорционально частоте выходного напряжения;
- нелинейность выходного сопротивления частично компенсируется ООС;
- выигрыш по линейности $R_{вых}$ разработанного УМЗЧ в сравнении с линейным тестовым УМЗЧ, у которого в качестве ВК используется стандартная двойка эмиттерных повторите-

лей, как с общей ООС, так и без нее составляет при прохождении сигнала через максимумы синусоиды более 100 (!) раз, при прохождении через максимумы пила - более 20 раз.

9. Сигнал ошибки на входном сумматоре УМЗЧ.

Разность между входным напряжением и напряжением ООС соответствует ошибке, которая накопилась в тракте усиления. По напряжению ошибки можно определить, в каком каскаде возникают искажения и к какому виду они относятся. Пример переходных искажений изображен на **рис.3.18** для синусоидального и **рис.3.19** для импульсного сигналов.

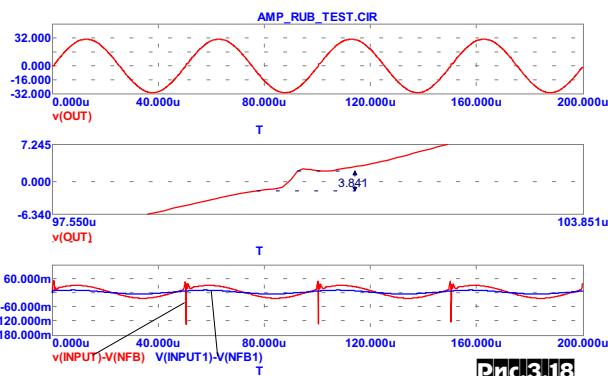


Рис.3.18

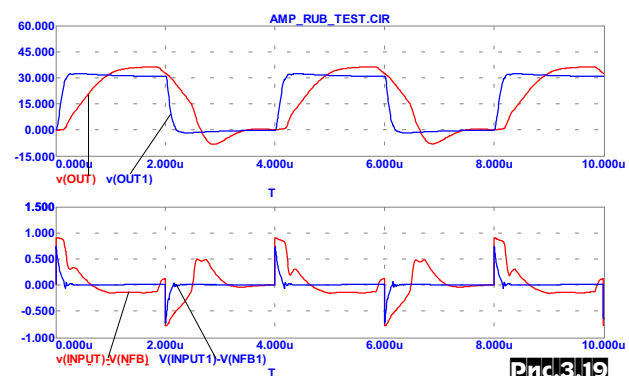


Рис.3.19

Для синусоидального сигнала при $U_{вх}=1$ В и $F_c=20$ кГц четко фиксируется сигнал ошибки тестового линейного УМЗЧ, соответствующий переключательным искажениям. С ростом частоты ошибка увеличивается. Первый график - $U_{вых}$ двух усилителей разработанного и тестового. Второй график - фрагмент $U_{вых}$, амплитуда выброса при прохождении сигнала через ноль составляет 3,8 В и соответствует переходным искажениям. В разработанном УМЗЧ данные искажения отсутствуют. Третий график - сигналы ошибки. Выбросы в моменты прохождения $U_{вых}$ через ноль соответствуют переходным искажениям ВК и слабо компенсируются общей ООС. Подобные искажения фиксируются на графиках передаточной характеристики и линейности $R_{вых}$ УМЗЧ. Разработанный УМЗЧ имеет низкий, «гладкий» сигнал ошибки вследствие высокой линейности и быстродействия всех каскадов усиления.

При подаче на вход УМЗЧ импульсного сигнала формы приведенного выходного и входного напряжений отличаются на напряжение ошибки **рис.3.19**.

Графики $U_{вых}$ и сигнала ошибки представлены для двух УМЗЧ - тестового линейного и разработанного. Скоростные характеристики линейного тестового УМЗЧ в 30 раз меньше, чем у разработанного УМЗЧ. Тест подтверждает утверждение о том, что исправляющая способность во многом определяется быстродействием УМЗЧ.

10. Шумы УМЗЧ.

В среде MC7 можно произвести расчеты уровня внутренних шумов УМЗЧ, учитываются тепловые, дробовые и низкочастотные фликкер-шумы. График спектральной плотности напряжения шума изображен на **рис.3.20**. Спектральная плотность напряжения шума в полосе частот составляет 58 нВ/√Гц, измерения проводились в режиме АС анализа в точке выхода УМЗЧ $V(OUT)$ относительно источника входного напряжения V_s . Значительное увеличение шума в низкочастотной области

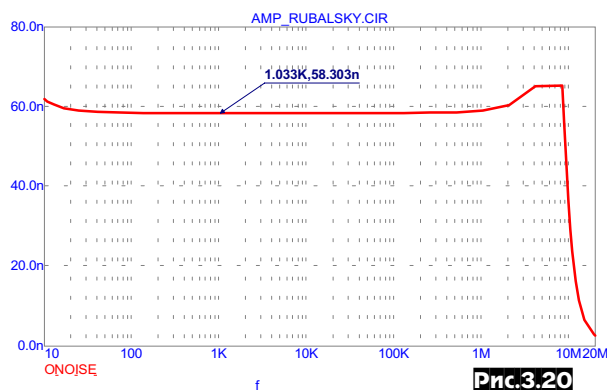


Рис.3.20

может наблюдаться при заниженной емкости или плохом качестве разделительного конденсатора. Незначительное увеличение уровня шума наблюдается на полюсах УМЗЧ. При усилении реальных сигналов общий шум в коротких паузах возрастает до 600-700 нВ, в простейшем случае этот эффект можно наблюдать на спектрограммах при определении Кг и IMD.

11. Выходная мощность УМЗЧ.

График выходной мощности представлен на рис.3.21.

Выходная мощность УМЗЧ определяется по формуле: $R_{\text{вых}} = 0,5 \cdot U^2_{\text{вых}} / R_n$, при этом значение мощности определяется по вершинам синусоиды (нижний график). Если входной сигнал отличается от синусоиды, тогда удобнее фиксировать мощность, используя среднеквадратичные значения выходного напряжения: $R_{\text{вых}} = \text{RMS}(\text{RMS}(V(\text{OUT}))) \cdot \text{RMS}(V(\text{OUT}))) / R_n$. В этом случае график выходной мощности отображается наклонной линией.

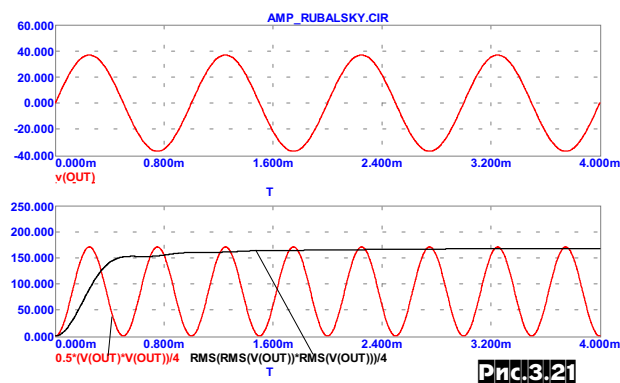


Рис.3.21

12. Рассеиваемая на транзисторах ВК мощность.

Графики рассеиваемой мощности представлены на рис.3.22. Оценка пиковой и средней мощности рассеивания на транзисторах ВК позволяют правильно рассчитать и проверить режимы ОБР для различных форм сигнала усиленного диапазона частот и мощностей. Рассеиваемая мощность на транзисторах (верхнее плечо) при выходной мощности УМЗЧ $R_{\text{вых}} = 95$ Вт. Это самый неблагоприятный вариант, рассеиваемая мощность на транзисторах максимальна:

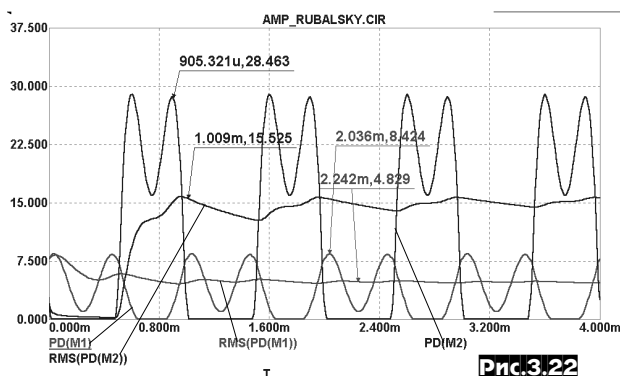


Рис.3.22

- пиковая - $PD(M2) = 28,6$ Вт, $PD(M1) = 8,57$ Вт;
- средняя - $PD(M2) = 16,4$ Вт, $PD(M1) = 5,8$ Вт.

При максимальной мощности УМЗЧ $R_{\text{вых}} = 180$ Вт, рассеиваемая мощность на транзисторах снижается.

- пиковая не изменилась - $PD(M2) = 28,4$ Вт, $PD(M1) = 8,57$ Вт;
- средняя уменьшилась - $PD(M2) = 14,4$ Вт, $PD(M1) = 4,7$ Вт.

Данные графики информативны при определении причин возникновения сквозных токов ВК на повышенных частотах и в зонах перегрузки УМЗЧ.

13. Коэффициент полезного действия УМЗЧ.

Семейства графиков характеристик КПД и выходной мощности представлены на рис.3.23.

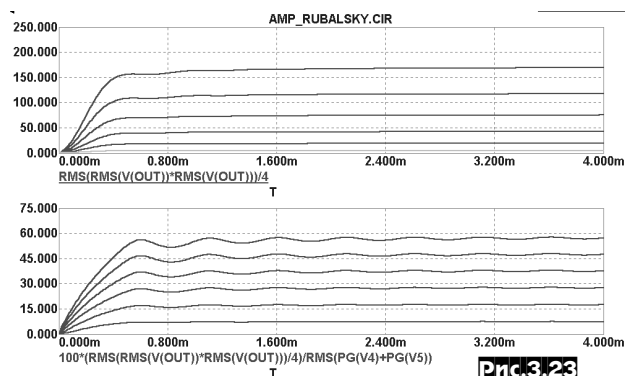


Рис.3.23

На верхнем графике изображено семейство характеристик выходных мощностей, на нижнем - семейство характеристик КПД УМЗЧ, рассчитанных по известным формулам $KPD_{\text{УМЗЧ}} = R_{\text{вых}} / P_{\text{потр}}$, где мощность потребления УМЗЧ равна сумме мощностей потребляемых от источников питания $P_{\text{потр}} = \text{RMS}(PG(V(4))) + PG(V(5)))$, выходная мощность УМЗЧ $R_{\text{вых}} = \text{RMS}(\text{RMS}(V(\text{OUT}))) \cdot \text{RMS}(V(\text{OUT}))) / R_n$. Для удобства отображения и привязки к значениям мощности в формулу расчета введены среднеквадратичные значения величин. При значениях $R_{\text{вых}}$ до 5 Вт КПД УМЗЧ минимален и не превышает 5%. Максимальный КПД в 60% достигается при максимальной выходной мощности $R_{\text{вых}} = 180$ Вт.

14. Нагрузочная способность УМЗЧ.

Разработанный УМЗЧ достаточно стабильно держит основные параметры линейности при изменении нагрузки в широких пределах. Данные по Кг и IMD для ряда нагрузок УМЗЧ приведены в таблице 3.

Таблица 3

R _n (Ом)	0,5	1	2	4	6	8
R _{вых} (Вт)	960	480	240	120	90	60
К _г (%)	0,00084	0,00045	0,00022	0,00009	0,00009	0,000095
IMD _{РАЗН} (%)	0,00013	0,00022	0,00025	0,00026	0,00026	0,00026
IMD _{СМРТЕ} (%)	0,0023	0,0011	0,00069	0,00047	0,00034	0,00043

Анализ полученных данных показывает, что даже при защитической для многих конструкций нагрузке $R_n = 0,5$ Ом (при $R_{\text{вых}} = 960$ Вт) УМЗЧ остается сверхлинейным и способен обеспечить кратковременное качественное усиление сигнала (ОБР транзисторов ВК за пределами допустимых значений). Однако при увеличении нагрузки на спектрограммах наблюдается пропорциональный рост частотных «хвостов». Площади «хвостов» в заданных частотных диапазонах также могут быть использованы как критерии оценки нагрузочной способности и отнесены к параметрам качества УМЗЧ. Таким образом, в графиках и комментариях представлен минимальный набор характеристик и параметров, необходимых для начальной оценки качества УМЗЧ.

Сводные значения параметров УМЗЧ (при $R_n = 4$ Ом, $C_n = 0,1$ мкФ, $R_{\text{вых}} = 120$ Вт) представлены в таблице 4.

Таблица 4

Параметр	Разработанный УМЗЧ		
	без общей ООС	ВК не охвачен общей ООС*	с общей ООС
АЧХ (-3 дБ)	5 Гц-110 кГц	5 Гц-3 МГц	5 Гц-3 МГц
ФЧХ (-90°)	400 кГц	5 МГц	5 МГц
Ku	95 дБ	30 дБ	30 дБ
Kг (1 кГц)	0,08%	0,044%	9e-5%
Kг (10 кГц)	0,88%	0,047%	0,001%
Kг (20 кГц)	2,2%	0,049%	0,005%
Kг (50 кГц)	6,7%	0,063%	0,01%
Kг (100 кГц)	13%	0,13%	0,064%
IMD _{разн}	0,1%	0,033%	2,6e-4%
IMD _{SMPTE1:1}	0,33%	0,06%	4,7e-4%
Vu вых (Сн отключен)	140 В/мкс	420 В/мкс	420 В/мкс
Рвых ном./макс.	120 Вт/180 Вт	120 Вт/180 Вт	120 Вт/180 Вт
Rвых	0,1 Ом	0,1 Ом	5e-4 Ом
Устойчивость к Сн	на Сн не реагирует	на Сн не реагирует	0,7 мкФ
Частота единичного усиления (при Сн=0,1 мкФ)	20 МГц	20 МГц	20 МГц
Спектральная плотность шума Uвых.	110 мкВ/√Гц	58 нВ/√Гц	58 нВ/√Гц
КПД (Рвых=180 Вт)	60%	60%	60%

* - результаты получены при исключенном из петли общей ООС ВК. При этом R27 из схемы УМЗЧ удаляется. ООС организована подключением двух резисторов по 5,1 кОм к выходам встречно-параллельных буферов, средняя точка этих резисторов подключается к R1 = 85 Ом. После введенных изменений необходимо установить оптимальный ток покоя ВК по минимуму Kг.

III. Особенности налаживания.

1. Нагрузка плеч УН R10, R11 выбирается в диапазоне 400-700 кОм по минимальному Kг.

2. Карты напряжений, токов, рассеиваемых мощностей на элементах схемы УМЗЧ в статическом и динамическом режимах можно получить при помощи схемного файла УМЗЧ, представленного в формате MC7, который находится на сайте журнала Радиолюбитель в разделе, посвященном июньскому номеру за 2006-й год.

3. Гармонические и интермодуляционные искажения УМЗЧ зависят от оптимального тока покоя ВК (60-80 мА) и значений элементов комбинированной коррекции.

4. Ток покоя через встречно-параллельный буфер устанавливается равным 3,5-3,7 мА.

Заключение.

1. На основе анализа стандартных широко применяемых в современных УМЗЧ каскадов при помощи MC7 автору удалось создать новые схемотехнические решения усилителя напряжения и выходного каскада. Новые УН и ВК позволили разработать УМЗЧ, быстродействие и линейность которого высока как с общей ООС, так и без нее. Появилась возможность использования разработанного ВК вне петли ООС, достигая при этом результирующей высокой линейности УМЗЧ.

2. Автор в статье намеренно не обращался к эмоциональному или психоакустическому восприятию усиленного звука и влиянию параметров усилителя на эмоциональное состояние слушателя, т.к. описание этой темы при помощи MC7 затруднительно, а субъективизм восприятия звука часто отвлечен от языка цифр и параметров, описывающих реальные процессы усиления.

3. Современный радиоинженер, пользуясь инструментарием схемотехнического моделирования - программой MC7 (либо ей подобной), может не только оценить параметры интересующей схемы, внести необходимые доработки и проверить их состоятельность, но и заняться творчеством - созданием собственных схемотехнических решений.

4. Полученные в MC7 сверхнизкие искажения быстродействующего УМЗЧ могут иметь на практике в «живой» конструкции несколько иные значения, что зависит от множества факторов - качества применяемых комплектующих, сборки, блока питания и др. Оперирование полученными порядками цифр гармонических, интермодуляционных искажений, быстродействия ставит новую практическую задачу метрологического обеспечения таких измерений.

5. Результаты тестов УМЗЧ в MC7 имеют определенную достоверность. Наряду с разработанным УМЗЧ были протестированы широко известные усилители Н.Сухова [4], С.Агеева [5], Л.Зуева [9]. Заявленные авторами характеристики усилителей, как правило, совпадали или были близки к полученным в MC7 результатам.

Литература

1. Разевиг В.Д. Схемотехническое моделирование с помощью Micro-Cap7. - М.: Горячая линия-Телеком, 2003.
2. Lin, H.C. Transistor Audio Amplifier, Electronics, September 1956, p. 173.
3. Mark Alexander, «A Current Feedback Audio Power Amplifier», 88th Convention of Audio Eng. Soc., reprint #2902, March 1990.
4. Сухов Н.Е. УМЗЧ высокой верности. - Радио, 1989, №6, стр.55-57.
5. Агеев С. Сверхлинейный УМЗЧ с глубокой ООС. - Радио, 1999, №10, с. 15-17.
6. Дайджест Радиолюбитель 2003 №4 с. 11 - Мощный ОУ PA33 фирмы Арех.
7. Дайджест Радиолюбитель 2003 №4 с. 17 - Чекеев С., Компенсация нелинейности усилителя напряжения, рис. 14-16.
8. Дьяконов В.П. Энциклопедия устройств на полевых транзисторах. - М: СОЛОН-Р, 2002, стр.96.
9. Зувев Л. УМЗЧ с параллельной ООС. - Радио, 2005, №2, стр. 14.

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ, СИСТЕМ, ОБОРУДОВАНИЯ И АКСЕССУАРОВ



IMRAD
Електронні компоненти

Електронні компоненти
провідних світових виробників
зі складу в Києві та на замовлення

Інформаційна та технічна підтримка

- 03113, Україна, м. Київ
вул. Шугова 9 офіс 211
- Тел. (044) 495-21-09, 490-91-59
факс: (044) 495-21-10
E-mail: imrad@imrad.kiev.ua
www.imrad.com.ua



РОПЛА
ЕЛЕКТРОНІКА

HAHN
VARTA
PILKOR
MENTOR
JAMICON
DATEL INC.
HITACHI AIC
MURRPLASTIK
KOUHI TECHNOLOGY

Україна, 03035, м.Київ, вул. Солом'янська, 1, оф.209
(044) 248-8048, 248-8117, www.ropla-eu.com, info@ropla.kiev.ua

«ЦАП-а с громкостью» - год спустя

Дмитрий Харций, г.Запорожье

«Эта музыка будет вечной,
Если я заменю батарейки...»
(© А. Бутусов)

Приведенный эпиграф вовсе не о том, что цифровая музыка будет вечной (хотя теперь уже трудно в этом усомниться), а о том, что вечно может ... длиться процесс совершенствования одной отдельно взятой конструкции. В общем, «лучшее - враг хорошего» ☺.

Описанный в [1] предварительный усилитель практически был готов еще летом 2004 года, но некоторые существовавшие аппаратные проблемы на тот момент ещё требовали доработки. В итоге (лишь только после того, как усилитель заработал без проблем), была окончательно подготовлена к печати статья. Таким образом, на момент начала цикла публикаций [1] «железяка» уже проработала полгода. Пару месяцев у меня ушло на то, чтобы придать сему творению более-менее пристойный вид, иначе семья требовала немедленно убрать это «страшилище» из дома ☹! Правда, и до сих пор призы «за супер-дизайн» ему не светят, но парочка приведенных аргументов - «У каждого свои игрушки!» плюс «А во мне весу больше!» - на сегодняшний день позволяют «железяке» стоять и работать дома ☺.

Но, покончим с «беллетристикой». Прошедший год не прошел даром - аппарат совершенствовался дальше. Причем, как и у любого программно-аппаратного комплекса, каковым, по сути, является любое устройство, управляемое процессором, у модернизации есть два пути: аппаратные улучшения и программные.

Аппаратные перемены.

Еще в [1] указывалось на проблемы кварцевого резонатора, подключенного к соответствующим выводам AD1895. Конечно, можно было еще долго ходить на радиорынок и «угадывать» - такой ли в этот раз купил кварц или не такой. Потом снова разгадывать - а с какой же «обвеской» он будет надежно запускаться, и т. д. и т. п. А смысл? Особенно, с учетом того, что выпускается широкий ассортимент уже готовых кварцевых генераторов. Мечта лентяя - подай питание, сними готовый сигнал - и всё! В итоге была сделана маленькая платка, на которой установлено буквально несколько деталей. Взглянем на схему (рис. 1) - генератор Q1 (например, GEYER KXO-210), его «персональный» стабилизатор питания IC1 (мы же по-прежнему «бескомпромиссны»!), один резистор R1 (у генератора питание 5 В, а у AD1895, на которую мы будем подавать его выходной сигнал - 3,3 В) и несколько конденсаторов (все - блокировка по питанию). Не думаю, что приведенная схема нуждается хоть в каких-то пояснениях. Какова схема, такова и плата (рис. 2; её зеркальное отображение для «лазерно-утюжной» технологии изготовления изображено на рис. 3). Расположение деталей показано на рис. 4. Конденсаторы C1, C2 и C5 - SMD (для поверхностного монтажа). Они, как и микросхема IC1, установлены на этой платке со стороны печатных провод-

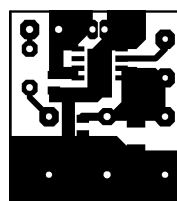
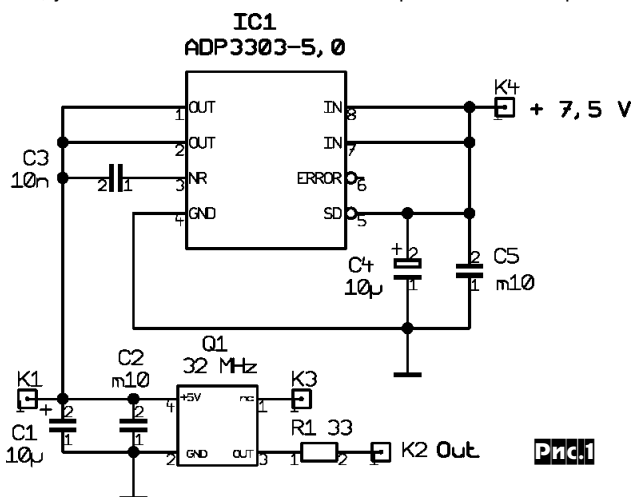


Рис.2

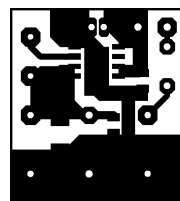


Рис.3

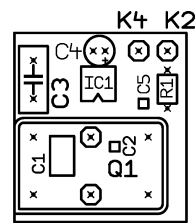


Рис.4

отверстий, предназначенных для установки кварца Q2. Таким образом обеспечивается подача «земли» на модуль генератора. Питание (+7,5 В с соответствующей цепи основной платы) подается проводником на вывод K4 доп. модуля. Выход генератора с доп. модуля (контакт K2) проводником подается на вывод 2 (MCLK_IN) микросхемы IC9 (AD1895) основного блока. На основной плате при этом не устанавливаются кварц Q2, резистор R16 и конденсаторы C21 и C22. Следует учесть, что «земляные» выводы конденсаторов C21 и C22 основной платы служат проводниками, соединяющими «земляные» проводники верхней и нижней сторон (в случае отсутствия сквозной металлизации отверстий). И, если их не устанавливать, то НЕОБХОДИМО впаять провололочные перемычки с верхней стороны платы на нижнюю в отверстиях, обозначенных крестиком на рис. 3 в [1].

Изменения в управляющей программе.

Начнем с «милых безделушек». На одном из форумов возник небольшой спор о надежности SPDIF как интерфейса передачи данных. Желание «самому всё знать», и, главное, имеющиеся аппаратные возможности использованной микросхемы цифрового приемника CS8416 побудили сделать вполне очевидную вещь - посчитать эти самые ошибки интерфейса непосредственно в процессе работы аппарата. Вполне логичный вопрос «Кому это нужно?» был задвинут в самые дальние углы подсознания, и после вечера колдования в Ассемблере аппарат уже считал эти ошибки как миленький!

Небольшое техническое отступление на тему - «А что же мы считаем?». Начать придется с такого слова, как «прерывания». Прерывание - это сигнал от ИМС CS8416 [2] процессору управления, что с ней что-то произошло. Получив такой сигнал, процессор должен прочесть регистр флагов прерываний CS8416 (адрес - 0D hex), в котором указана причина возникновения прерывания. Одной из таких причин может выступать ошибка цифрового приемника (бит 2). Увидев флаг «ошибки приемника», процессор вычитывает другой регистр ИМС CS8416 (адрес - 0C hex). Это регистр флагов ошибок приемника. В нем устанавливается семь различных флагов, каждый из которых обозначает свою собственную определенную ошибку в работе приемника. Факт появления интересующих нас ошибок непрерывно подсчитывается. В процессе нормальной работы (когда приемник синхронизирован на входящий сигнал, данные распознаны и подаются на выход для последующих устройств) из всех семи ошибок нас реально интересуют лишь три. Подробней об этой «троице»:

Бит V (Validity) - флаг выставляется, если данные в SPDIF-потоке, поступающем на приемник, невалидны (недействительны). Это даже не ошибка интерфейса. На самом деле, бит Validity передается в составе SPDIF-потока источником сигнала. Означает он - «вот Вам данные, но они не правильные». В случае, допустим, проигрывателя компакт-дисков чаще всего это значит, что проигрыватель ... переходит с трека на трек, когда Вы нажимаете кнопку REW или FF, но прерывать выходной поток ему ж нельзя! Вот и предупреждает нас...

BIP - ошибка бифазного кодирования входящего сигнала. Флаг означает, что приемник не понял, что же это такое ему на вход приехало. Точнее - временные характеристики входящего сигнала были искажены настолько, что схема синхрони-

зации приемника не смогла его распознать. Это как раз и есть тот самый «зловещий» джиттер!

P - ошибка четности (**Parity**) в поступающих данных. Флаг выставляется, когда принятый блок данных не прошел контроль четности, и является ошибочным. Является как раз следствием ошибки ВР (см. выше).

Количество именно этих трёх приведенных выше ошибок и подсчитывает теперь программа. Ошибки валидности считаются отдельно, а ошибки бифазного кодирования и ошибки четности - вместе (показания на дисплее - алгебраическая сумма обоих типов ошибок). На каждый из счетчиков отведено по два байта ОЗУ (максималь-

Error V 0011 (h)
Error P 0001 (h)

Рис.5 Внешний вид показаний счетчиков

ное значение - 65535 или FFFF hex). Вывод на дисплей (**рис.5**) - шестнадцатеричный, о чём честно предупреждает символ (h). Подсчет осуществляется на протяжении всего диска. По его окончании или при извлечении диска из проигрывателя счетчики сбрасываются. И еще один нюанс - РЕЖИМ ОТБРАЖЕНИЯ результата подсчета ошибок по умолчанию ВЫКЛЮЧЕН, факт его включения в память (ЭНЗУ) процессора НЕ СОХРАНЯЕТСЯ и при выключении аппарата СБРАСЫВАЕТСЯ. В отличие от САМОГО ПРОЦЕССА подсчета ошибок, который длится ВСЁ ВРЕМЯ!!! То есть, если отображение ошибок включить, допустим, во время прослушивания последнего трека, то счетчики покажут, сколько ошибок произошло на протяжении ВСЕГО диска.

Errors counter
OFF ON

Вывод показаний
счетчиков выключен

Errors counter
OFF ON

Рис.6 Вывод показаний счетчиков включен

пок управления курсором выбрать значение «On» (**рис.6**).

Всё, после этого нажать кнопку **MENU** еще раз, или же через 10 секунд аппарат сам выйдет из режима установки. На дисплее будут отображены текущие значения счетчиков ошибок, обновляющиеся по мере их поступления...

Вторая новинка в управляющей программе - возможность выбора пользователем кратности цифрового фильтра ЦАП AD1853. В предыдущей версии прошивки, выложенной на сайте журнала «Радиохобби» в прошлом году, кратность передискретизации ЦАП-а была жестко прописана в программе и всегда равнялась 2X. Теперь же есть возможность самостоятельно выбрать ее любой из ряда 2X, 4X и 8X, после чего процессор запоминает установленное пользователем значение в ЭНЗУ и использует уже его в дальнейшей работе. Зачем это нужно? В [1] была описана возможность аппаратного «обхода» ИМС ASRC AD1895 для тех, у кого такой микросхемы нет, или же нет желания ее устанавливать. В этом случае на вход ЦАП-а будут поступать сигналы от ИМС цифрового приемника CS8416 с частотой дискретизации, равной частоте дискретизации источника (например, 44,1 кГц для проигрывателя компакт-дисков). Но, согласно [3], при таких (низких) частотах дискретизации ИМС AD1853 должна работать с кратностью фильтра 8X и не может работать с кратностью 2X. В итоге усилитель при отсутствующей AD1895 и старой прошивке не работал. С другой стороны, жестко прописать в программу

кратность 8X тоже нельзя - при установленной ИМС ASRC на вход ЦАП-а данные подаются с Fs, равной 192 кГц. А на такой (высокой) частоте наоборот - ИМС AD1853 может работать с кратностью 2X и не может - с 8X ☹. Решением (в угоду универсализму прошивки) стала ... запись старшего байта «слова конфигурации» ЦАП-а в ЭНЗУ процессора. И так, что для этого нужно делать? В [1] в разделе «**ВАЖНО - Сервисные режимы !!!**» была описана процедура как вхождения в режим, так и изменения конфигурационных битов AD1853. На всякий случай напомним. Чтобы попасть в этот режим, нужно одновременно нажать кнопки **UP**, **MENU** и **DOWN**. После этого кнопки **LEFT** и **RIGHT** перемещают курсор по ряду битов, кнопка **UP** меняет значение выделенного бита («ноль» или «единица»), а кнопка **DOWN** отправляет слово конфигурации в AD1853. Всё, собственно, как было, так и осталось. За одним исключением - старший байт (левые восемь битов) теперь сохраняются для дальнейшего использования в работе. На **рис.7** показаны все

0000100000100001
DAC Init

Кратность 2X

0000010000100001
DAC Init

Кратность 4X

0000000000100001
DAC Init

Кратность 8X

Рис.7

три варианта установки кратности цифрового фильтра. Вам нужно лишь привести значение битов, выделенных на рисунке серым цветом, в соответствие с выбранной кратностью ЦФ.

ДОЛЖЕН СРАЗУ ПРЕДУПРЕДИТЬ: по умолчанию (если Вы ничего не меняли) включен режим 8X. Поэтому при эксплуатации предварительного усилителя в случае установленной AD1895 обязательно нужно установить 2X (иначе просто звука не будет ☹). Можно попробовать режим 4X. Режим 8X при работе с ASRC не поддерживается. Если же не устанавливать AD1895, то используется режим 8X (тот, который «по умолчанию», и ничего менять не нужно). Можно попробовать режим 4X. Режим 2X не поддерживается.

Необходимо также еще учесть следующее:

- Во-первых, сохраняется изменение только старшего байта (левых восьми битов) конфигурационного слова.
- Во-вторых, изменение первых четырех (слева) битов слова (номера 15-12 согласно [4]) не влияет на работу ЦАП-а. Это тестовые биты - для нас с Вами они бесполезны.
- В-третьих, изменение двух битов справа от выделенных на рисунке серым цветом (номера 9 и 8 согласно [4]) в данном случае также не влияет на работу ЦАП-а. Они задают разрядность поступающих на ЦАП данных ТОЛЬКО для случая их правостороннего выравнивания. У нас же - левостороннее.

Таблица 1

Код команды пульта	Кнопка по стандарту RC-5	Кнопка на панели предварительного усилителя
01 (hex)	1	-
02 (hex)	2	-
03 (hex)	3	-
04 (hex)	4	-
05 (hex)	5	-
06 (hex)	6	-
07 (hex)	7	-
08 (hex)	8	-
0C (hex)	Standby	POWER
0D (hex)	Mute	-
10 (hex)	Volume +	UP
11 (hex)	Volume -	DOWN
20 (hex)	Program +	RIGHT
21 (hex)	Program -	LEFT
25 (hex)	OK	MENU*
3B (hex)	MENU	MENU*

И **третья новинка** управляющей программы - обработка команд пульта. Программой воспринимаются команды только тех пультов, которые работают в системе RC-5. При разработке этой части программы большую помощь в понимании принципов декодирования команд системы RC-5 оказали труды [5] и [6]. Результатом работы подпрограммы декодирования являются значения принятых адреса устройства (**device ID**) и кода команды (**command ID**), сохраненные в соответствующих регистрах ОЗУ процессора. После того, как команда декодирована, первым делом процессор сравнивает полученный адрес устройства со значением, хранящимся в его ЭНЗУ. И только в случае, если они совпадут, выполняется поступившая команда. К адресу мы еще вернемся позже. А пока - немного о командах. В [5] приведен список кодов, соответствующих основным командам, как определено стандартом RC-5. В [6] приведен более подробный список. В итоге была составлена **таблица 1**, в которой указано - какие значения кодов команд соответствуют каким кнопкам пульта, а также - и каким кнопкам на лицевой панели предварительного усилителя.

***ПРИМЕЧАНИЕ: Как видно из приведенной таблицы, усилитель абсолютно одинаково реагирует на нажатие на пульте кнопок «OK» и «MENU». Сделал я так потому, что у разных пультов в центре «креста» может стоять любая из этих кнопок.**

И еще: приведенное в таблице количество кнопок пульта больше числа таковых на панели аппарата. Думаю, на сегодняшний день это мало удивительный факт - аппаратуры, у которой «на лицевой панели пусто, а на пульте густо» - полным полно. Назначение кнопок пульта, не продублированных на лицевой панели: с «1» по «8» включают соответствующий вход, а «Mute» приглушает звук. Думаю, что назначение этих кнопок было прекрасно понятно и само по себе - просто по их названию. Про «Mute» - немного подробнее. Первое нажатие выключает звук. На дисплее при этом индицируется «Sound Muted» («Звук выключен»). Чтобы после этого включить звук, нужно повторно нажать кнопку «Mute» или же подрегулировать громкость (в плюс или в минус - без разницы). При выключении усилителя режим «Mute» сбрасывается.

Теперь вернемся к адресу. Он, по сути, является идентификатором устройства, которому предназначена команда, посылаемая пультом. Нужно это на случай, если у Вас в доме несколько различных аппаратов, пульты которых работают в системе команд RC-5. Вы же не хотите, чтобы на один пульт реагировали сразу все устройства? Согласно стандарту, поле адреса в системе RC-5 равно 5 бит, что позволяет адресовать до 32 различных устройств. Адреса некоторых из них, определенные стандартом, приведены в [5]. Вы наверняка уже неоднократно слышали об обучаемых пультах. Здесь же всё в точности до наоборот - усилитель «обучается» воспринимать конкретный пульт ДУ. Данная прошивка предоставляет пользователю возможность настроиться на любой адрес устройства, генерируемый имеющимся у Вас пультом. Затем адрес, выбранный Вами, будет записан в ЭНЗУ процессора. По умолчанию прописан адрес 00 (hex) - «стандартный» адрес телевизора. Настройка на другой адрес выполнена максимально просто. Нужно выполнить следующее:

1. Во-первых, одновременно нажать кнопки **UP, MENU и DOWN** на лицевой панели усилителя, чтобы попасть в сервисный режим изменения битов конфигурации AD1853.

2. После этого еще раз нажать кнопку **MENU**, чтобы попасть в установку параметра «Remote setup» (рис. 8).

**Remote setup
t1a00c21**

Рис.8

3. Теперь берем в руки пульт, «стреляем» им в ИК-приемник усилителя и смотрим на дисплей. ЧТО ПРИ ЭТОМ ПРОИСХОДИТ: Во-первых, не забывайте, что и в этом режиме также работает десятисекундный таймер возврата из установки в основной режим (если ничего не происходит). Во-вторых, в этом режиме **нажатия кнопок на пульте не управляют усилителем**, а лишь декодируются и индицируются (рис. 8) во второй строке дисплея. В ней отображается три пункта: первым идет символ «t» и следующее за ним значение бита **toggle**, которое меняется (0 или 1) при каждом нажатии кнопки пульта, и не меняется, если кноп-

ку удерживать нажатой. Следующий пункт: две цифры стоящие после символа «a» - это и есть адрес устройства (**device ID**), передаваемый пультом. Последний пункт: символ «c» и две цифры стоящие следом - это код команды (**command ID**). Если же команда принята неверно, или же пульт не стандарта RC-5, вместо этой цифробуквенной «абракадабры» выводится сообщение «Error» (Ошибка).

4. Итак, Ваши дальнейшие действия. «Постреляв» пультом в усилитель и увидев несколько раз подряд один и тот же адрес, нажимаете на лицевой панели усилителя любую из кнопок **UP, DOWN, LEFT или RIGHT**. Всё! Адрес, показанный на дисплее, будет сохранен процессором как тот, на который он будет реагировать в дальнейшем. На этом настройка усилителя под выбранный пульт завершена.

ПРИМЕЧАНИЯ: 1) «Стреляя» пультом в приемник усилителя во время настройки, Вам также желательно сверить выводимые на дисплей коды команд с приведенной выше таблицей, чтобы убедиться, какие именно кнопки выбранного Вами пульта будут обрабатываться. **2)** Если всё время при нажатии кнопок на выбранном Вами пульте на дисплее высвечивается «Error» (Ошибка), то это значит, что пульт использует систему команд, отличную от RC-5. Такой пульт не подойдет для управления данным усилителем. Например, при написании и проверке подпрограммы обработки сигналов пульта, проверка моего домашнего «арсенала» показала, что из семи пультов лишь один работает в стандарте RC-5 ☺. Это был пульт модели **105-230M** от телевизора фирмы **LG**. Я не зря точно указываю модель. Если у Вас дома нет аппаратуры, пульт которой работает в системе RC-5 с адресом устройства «0», можете смело покупать указанную модель и - «с ходу в бой!» Тем более что не потребуются никакой дополнительной настройки: этот пульт выдает команды с адресом 00 (hex), а усилитель (напомню еще раз) по умолчанию воспринимает именно такой адрес. Цена 105-230M весьма демократична - в прошлом году такой пульт продавался по цене 25 гривен в нескольких торговых точках запорожского радиорынка.

Но лично мне пришлось искать вариант пульта, у которого был бы либо другой (отличный от «0»-го) device ID, или же возможность его как-то изменить (как-никак, а телевизор LG, от которого у меня был пульт 105-230M, стоит дома в той же комнате, где и усилитель). «Первый блин вышел комом» - вскрытие купленного на базаре пульта показало, что в нем бескорпусная микросхема скрывалась под каплей компаунда. Как ей поменять адрес - было абсолютно не известно. Пришлось проконсультироваться с продавцами. Оказалось, такие «капли» стоят в подавляющем большинстве пультов. После того, как я объяснил продавцам, чего хочу, они мне посоветовали купить пульт **RC-6** (в данном случае это модель, а не стандарт). О причинах такого выбора, а также его переделке см. ниже.

Пульт RC-6 (как мне сказали на рынке - «московский»), показанный на рис. 9, выполнен на микросхеме SC3010S - китайском аналоге **SAA3010** (см. datasheet [8]), также имеет фиксированный device ID, равный «0» (телевизор). Но device ID данного пульта может быть изменен. Возьмись с этим имеет смысл только тогда, если в доме есть телевизор с пультом, работающим в системе RC-5. При этом также потребуется настройка усилителя на новый device ID (как описано выше).

Несколько слов о переделке пульта RC-6. Задача переделки единственная - получить device ID,



Рис.9

отличный от «нуля». Заглянем-ка еще раз в datasheet [8]. При этом учтем, что этот пульт работает в **Single system mode** - на вывод **SSM (конт. 2)** подан высокий уровень. В этом режиме device ID, генерируемый пультом, определяется переключкой между одним из выводов **Z0...Z3 (конт. 3-6)** и одним из выводов **DR0...DR7 (конт. 9-13, и 15-17)** согласно таблицы «Table 2» на стр.10 в [8].

В пульте **RC-6** для получения «нулевого» device ID есть переключка (дорожка на плате) между выводами **Z0 (конт. 3)** и **DR0 (конт. 17)**. Можно, конечно, переделать его и на device ID, равный «16», как этого требует стандарт RC-5 для пультов, управляющих предварительными усилителями. Но моему усилителю все равно, какой при настройке запомнить device ID, а пульт **RC-6** самой «малой кровью» переделывается на device ID, равный «8» (тюнер спутникового ТВ). Что нужно сделать? Нагрев паяльником вывод 3 (Z0) ИМС, аккуратно поднимаем его иголкой (обычной, швейной). Подняв ножку над контактной площадкой, загибаем её до упора вверх. После этого аккуратно ставим «соплю» припоя между контактной площадкой вывода 3 и контактной площадкой вывода 4 (Z1). Теперь у нас соединены между собой выводы Z1 (конт. 4) и DR0 (конт. 17), что дает нам device ID, равный «8». Вот и вся переделка... Но, если же у Вас все-таки есть жела-

ние выставить device ID, равный именно «16» (предварительный усилитель), то, подняв ножку 3 микросхемы, нужно припаять небольшую переключку между выводами Z2 (конт. 5) и DR0 (конт. 17)...

Вот, собственно, пока и все перемены. Новую прошивку контроллера можно скачать с сайта жрнала Радиолюбитель из раздела, посвященного ионному номеру за 2006-й год.

Но, про «батарейки» еще помните? © Так что, думаю, эта статья - не последняя точка в истории под названием «ЦАП-а с громкостью» (ох уж этот Торрес!). Есть у меня страничка в интернете [7], посвященная модернизациям моих «железяк». При желании поглядывайте туда иногда ...

Ссылки

1. Харций Д. Цифровой предварительный усилитель «с претензией» на ... «Радиолюбитель», №1/2005, с. 53-56, №2/2005, с.42-45, №3/2005, с.56-59, №4/2005, с.49-54.
2. http://www.cirrus.com/en/pubs/proDatasheet/CS8416_PP6.pdf
3. http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/401172167AD1853_a.pdf
4. http://www.pology.zp.ua/har/Files/Other/Ctrl_AD1853_rus.pdf
5. <http://www.spetspribor.com/support/articles/rc5/rc5.html>
6. <http://www.xs4all.nl/~sbp/knowledge/ir/ir.htm>
7. http://www.pology.zp.ua/har/rcvr_firmware.html#VOL_DAC
8. http://www.pology.zp.ua/har/Files/PDF/SAA3010_CNV_2.pdf

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ, СИСТЕМ, ОБОРУДОВАНИЯ И АКСЕССУАРОВ

Науково-проектне комерційне підприємство «ТЕХЕКСПО», ТЗОВ

Україна, 79057, м. Львів, вул. Антоновича, 112
тел./факс (032)295-21-65
тел. (032)295-39-48
E-mail: techexpo@lviv.gu.net
Фірма займається поставкою електронних компонентів, паяльного обладнання та аксесуарів, обладнання та аксесуарів для STM.

ПП «Ольвія 2000»

03150, м. Київ, вул. Щорса 15/3, оф 3
тел./ф. 529-6241, 34-90
тел. 529-2901, 27-03, 461-4783
E-mail: andrey@olv.com.ua
www.olv.com.ua
Основной вид деятельности: кабельно-проводниковая продукция и аксессуары. Второе направление: корпуса для радиоизделий, поставки из Польши, помощь в изготовлении корпусов на заказ и изготовление прессформ.

«МАСТЭК ЭЛЕКТРОНИКС»

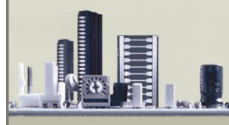
Адрес: 03110 Украина, г. Киев, ул. Соломенская, 3, оф. 601
Тел./факс: 490-51-96, 490-51-06 (многоканальный)
E-mail: info@mastek.com.ua
WWW.MASTEK.COM.UA
Вид деятельности: продажа электронных компонентов.
Авторизованный дистрибьютор продукции PHILIPS Semiconductors, STMicroelectronics, VISHAY в Украине.

ООО «ФИРМА ТКД»

03124, Киев, бул. И.Лепсе, 8
Телефон/факс (044)408-70-45, 497-72-89, 454-11-31
E-mail: tkd@iptelecom.net.ua
www.tkd.com.ua
Представительства: г.Харьков, т/ф (057)7-171-182, 7-164-876,
e-mail: tkd@ukr.net
Вид деятельности: поставки широкого спектра высококачественных электронных компонентов, силовых полупроводников и других комплектующих изделий ведущих производителей стран СНГ для приборостроения, телекоммуникаций, электроэнергетики и бытовой электроники.

VD MAIS

Электронные компоненты и системы



Микросхемы • Датчики • Опто-электроника • Источники питания
• Резонаторы и генераторы
• Дискретные полупроводники
• Пассивные компоненты • СВЧ-компоненты • Системы беспроводной связи

Дистрибьютор

AGILENT TECHNOLOGIES, ANALOG DEVICES, ASTEC, COTCO, DDC, GEYER, FILTRAN, IDT, KINGBRIGHT, MURATA, RECOM, RABBIT, ROHM, SUNTECH, TEMEX COMPONENTS, TYCO ELECTRONICS, WAVECOM, WHITE ELECTRONIC

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилинская, 29
тел.: (044) 492-8852 287-1389, факс: (044) 287-3668
e-mail: info@vdmais.kiev.ua, www.vdmais.kiev.ua

Пропустили интересную статью?

Если вы живете на территории Украины, мы доставим вам недостающий номер журнала индивидуальной ценной бандеролью с наложенным платежом (без предоплаты) - просто пришлите в адрес редакции «Радиолюбитель» а/я 56, Киев-190, 03190 заявку, в которой аккуратно укажите интересующие вас номера журнала и год выхода, а также ваш полный почтовый адрес обязательно с почтовым индексом и ваши имя, отчество без сокращений. Будьте внимательны и аккуратны, заявки с неполными или неразборчивыми адресами к исполнению не принимаются! Стоимость одного номера журнала 5 грн, плюс почтовые расходы на доставку ценной бандеролью. При заказе 6 или более номеров вы можете также заказать бесплатный бонус - CD «Радиолюбитель за 5 лет» со всеми номерами жур-

нала с самого первого (№1/1998) по декабрьский за 2002 год или аудiotестовый CD «Аудиолюбитель» с 77 испытательными сигналами для объективных измерений и субъективной оценки качества разнообразной аудиотехники.

Все наши читатели, имеющие доступ в интернет, включая жителей дальнего зарубежья, теперь могут оперативно узнать наличие в редакционных запасах того или иного номера настоящего «бумажного» Радиолюбителя (который читать и читать удобнее, чем в электронном виде) и заказать его в режиме он-лайн в интернет-магазине Радиолюбитель <http://www.radiohobby.ldc.net/bestbuy.html>. Это немного дешевле и значительно быстрее, чем при заказе обычной почтой. Здесь же вы можете заказать любую статью или любые страницы из любого номера Радиолюбителя в электронном виде (в формате djvu или pdf) и получить ее на ваш email в течение суток после заказа.

Уважаемые читатели, идя навстречу вашим пожеланиям, редакция нашего журнала и предприятия «МастерКит», «Кедр-плюс», «Десси» рассылают **наборы для радиолюбителей «МастерКит» по Украине**. В обозначениях первые две буквы NM, NS, NK, NF соответствуют наборам для собственной сборки, включающим все детали, печатную плату и инструкцию, BM - блок с уже припаянными на плату элементами, МК - готовое устройство в корпусе. Более подробные данные по наборам «МастерКит» можно получить в публикациях нашего журнала (в рубрике «МастерКит»), а также на сайтах www.masterkit.ru, www.dessy.ru

Вы имеете возможность заказать наборы, выбрав их из приводимого ниже перечня (**внимание, перечень сокращенный!** Полный перечень наборов можно получить на сайте журнала «РадиоХобби» <http://radiohobby.qrz.ru>) и указать в заявке код, название набора и ваш полный обратный адрес с почтовым индексом и Ф.И.О. **без сокращений (будьте внимательны, заявки с неполным адресом к исполнению не принимаются)**. Цена*, указанная в перечне, не включает в себя почтовые расходы (внимание, недавно Укрпочта ввела новые повышенные тарифы), которые **необходимо учитывать дополнительно**: при общей сумме заказа до 49 грн. почтовые расходы составляют 9 грн, от 50 до 99 грн. - 12 грн., от 100 до 149 грн. - 17 грн., от 150 до 199 грн. - 22 грн., от 200 до 499 грн. - 30 грн., от 500 до 699 грн. - 35 грн., от 700 до 999 грн. - 43 грн., от 1000 грн. до 1500 грн. - 50 грн.

Для получения набора направьте заявку по адресу 04073, Киев-73, а/я 84, на email: kedrplus@mail.ru, в он-лайн режиме с сайта www.radiohobby.ldc.net/kedrplu.htm или по телефонам 8-067-7825591, 8-066-7246165. Заказ высылается ценной бандеролью наложенным платежом (оплата при получении на почте) в течение 2...4 недель со дня получения вашей заявки. Цены действительны до выхода в свет следующего номера журнала.

Внимание, новинка! Теперь вы можете оформить заявку на наборы МастерКит и много других полезных для радиолюбителей устройств в украинском (гривневом) разделе интернет-магазина <http://www.dessy.ru>, а также в интернет-магазине РадиоХобби <http://www.radiohobby.ldc.net/bestbuy.html>

Код	Название	Цена*, грн.			
Книга	Собери сам 65 электронных устройств из наборов МАСТЕР КИТ (304с.)	33,28	NF190	Электронная рулетка на 36-ти светодиодах	99,08
Книга	Каталог Мастеркит 2005г	25,00	NF191	Электронная игра «Кости»	40,71
	Каталог Мастеркит 2006г, выпуск 1 на CD	13,00	NF192	3-х канальная цветомузыкальная приставка 2400 Вт/220В	66,16
AK059 (L001)	Высокочастотный пьезоизлучатель (полоса частот 2500-45000 Гц)	35,10	NF193	Электронная игра «КТО БЫСТРЕЕ»	24,08
AK076 (P5123)	Миниатюрный пьезоизлучатель, полоса частот 2500-45000 Гц	26,64	NF222	13 канальный мини-орган	24,08
AK095 (K002)	Инфракрасный отражатель с ИК-барьерами, ИК-пржекторами	25,36	NF223	25-ти тональный мини-орган	50,50
AK109 (A002A04)	Датчик для охранных систем на окна и двери (43х10х11)	32,00	NF224	Сигнализатор освещенности	24,08
AK110 (A003)	Датчик для охранных систем на окна и двери (торцевой)	30,00	NF225	Сигнализатор поворота	24,08
AK157	Ультразвуковой пьезоизлучатель с диал. воспр. частот 6000-45000 Гц	67,00	NF226	Сигнализатор заднего хода	30,92
BM005	Сумеречный переключатель	63,56	NF227	Адаптер для записи телефонных разговоров	37,08
BM037	Регулируемый стабилизатор напряжения 1,2...30 В/ 4 А	62,76	NF228	Приставка-усилитель к телефону	47,67
BM057	Усилитель НЧ 22Вт с радиатором (TDA2005, мост)	55,05	NF229	Дополнительный телефонный звонок	31,83
BM083	Инфракрасный барьер 50 м	85,33	NF230	Усилитель телефонного звонка (10 Вт)	35,95
BM146	Исполнительный элемент	45,05	NF231	Проводное переговорное устройство	40,13
BM2032	Усилитель НЧ 4х40 Вт (TDA7386, авто)	106,89	NF232	Индикатор занятости телефонной линии	24,08
BM2033	Усилитель НЧ 100 Вт (TDA7294)	68,21	NF233	Сумеречный переключатель	34,67
BM2034	Усилитель НЧ 70 Вт (TDA1562, авто)	106,89	NF234	Управляемый светом переключатель	40,23
BM2042	Усилитель НЧ 140 Вт (TDA7293, Hi-Fi)	91,11	NF235	Сумеречный переключатель 12В	33,49
BM2051	2-х канальный микрофонный усилитель	32,31	NF236	Сумеречный переключатель 220В	47,67
BM2061	Электронный ревербератор (эфект эхо/объемный звук)	104,75	NF238	Таймер 2 сек...3 час /300 Вт	48,74
BM2111	Стерефонический темброблок (LM 1036)	104,00	NF240	Акустическое реле с задержкой выключения	40,23
BM2115	Активный фильтр НЧ для сабвуфера	46,55	NF241	Акустическое реле	40,23
BM2118	Предварительный усилитель с балансными входами (двухканальный)	44,14	NF244	Двухканальный инфракрасный пульт ДУ 12 В (7,5 метров)	130,65
BM2902	Усилитель видеосигнала (BC548B)	31,67	NF245	Регулятор мощности 500Вт/220В	26,11
BM4012	Датчик уровня воды	23,86	NF246	Регулятор мощности 1000Вт/220В	33,87
BM4022	Термореле 0...150 С	49,76	NF247	Регулятор мощности 2500Вт/220В	116,42
BM4511	Регулятор яркости ламп накаливания 12В/50А	53,98	NF249	Отпореде 220В/10А	43,65
BM8031	Прибор для проверки строчных трансформаторов	100,47	NF250	Устройство управления насосом	39,86
BM8032	Прибор для проверки ESR электролитических конденсаторов	119,09	NF251	Циклический таймер 1...180 минут/ секунд 220В/ 200Вт	67,09
BM8037	Цифровой термометр (до 16 датчиков)	109,68	NF252	Бегущие огни на 16-ти светодиодах	57,41
BM8041	Микропроцессорный металлоискатель (AT90S2313-10PI, NE555, 78L05)	159,00	NF255	Автомобильная сигнализация	47,94
BM8042	Импульсный микропроцессорный металлоискатель (AT90S2313-10PI)	220,26	NF257	Охранное устройство с магнитным датчиком	52,16
BM8043	Селективный металлоискатель КОШЕЙ	1500,00	NF259	Усилитель НЧ 2 Вт (TBA820M)	31,83
BM9221	Устройство для ремонта и тестирования компьютеров - POST Card PCI	163,44	NF260	Стереусилитель НЧ 2х2 Вт (TBA820M)	47,08
BM9222	Устройство для ремонта и тестирования компьютеров - POST Card PCI	257,00	NF262	Усилитель НЧ 2х8 Вт (TDA2005)	57,62
MK035	Ультразвуковое устройство для отпугивания грызунов, площадь воздействия до 30 кв.м (напряжение питания 220В, диапазон регулировки частот 18...28 кГц)	74,15	NF265	Предварительный усилитель с эквалайзером (моно)	46,97
MK056	3-полосный фильтр для акустических систем (4-ты раздела 800, 5000Гц)	46,33	NF269	Микрофонный усилитель	35,95
MK063	Универсальный усилитель НЧ 3,5Вт (полоса частот 40...20000 Гц, готовый залитый компаундом блок, пр-ва Германия)	53,98	NF270	Микрофонный усилитель	20,33
MK064	Бегущие огни 220В/3х700Вт	86,19	NF271	Устройство защиты монофонической акустической системы	29,59
MK067	Модуль регулятора переменного напряжения 1200Вт/220В	85,28	NF272	Устройство защиты стереофонической акустической системы	52,64
MK071	Регулятор мощности 2200Вт/220В	82,34	NF273	Объемный псевдостереоэффект	47,78
MK072	Усилитель НЧ 18Вт, (готовый залитый компаундом блок, пр-ва Германия)	74,15	NF276	Источник питания 6/9/12 В (до 0,5 А)	32,10
MK074	Регулируемый модуль питания 1,2В...30В/2А	70,78	NF279	Электрешок	20,87
MK075	Универсальный ультразвуковой отпугиватель грызунов (напряжения питания 9...14В, площадь действия до 30кв.м)	101,15	NF280	Индикатор уровня воды	34,88
MK077	Имитатор лая собаки (напряжение питания 9...12В)	74,10	NF282	Сигнализатор уровня воды	35,47
MK079	Усилитель НЧ 32Вт (вых. Мощность 32Вт)	78,11	KIT NF283	Сигнализатор открытой двери холодильника	26,54
MK080	Электронный отпугиватель подземных грызунов (рабоч. площ. 1000 кв.м.)	80,46	NF400	Сигнализатор разряда батареи (9-12 В)	36,92
MK084	Усилитель НЧ 12Вт, (готовый залитый компаундом блок, пр-ва Германия)	55,69	NF401	Ультразвуковой репеллент	26,00
MK107	Ультразвуковой генератор (Отпуг. грызунов) площ. воздейст. до 30 кв.м.	62,70	NF402	Металлоискатель	44,73
MK113	Таймер 2 сек...10 минут (Ток потребления: реле вкл. -80мА, реле выкл. -20мА)	69,87	NF405	Электронный массажер	44,73
MK152	Блок защиты электроприборов от молнии, токопроводящая способность до 400А (22х18х10)	42,85	NF406	Усилитель НЧ 100 Вт	173,12
MK153	Индикатор микроволновых излучений (Улит. 9В) для определения СВЧ излучения, вредного для здоровья.	36,49	NK005	Сумеречный переключатель (КР544УД1, печ. плата 61х36мм)	53,66
MK284	Детектор инфракрасного излучения (тесты передатчиков и пультов инфракрасного излучения), напряжение питания 9В	53,07	NK005/вкorpусе	Сумеречный переключатель NK005 в корпусе	74,85
MK287	Имитатор видеокамеры наружного наблюдения	48,90	NK008	Регулятор мощности 2200Вт/220В (печатная плата 62х43мм)	54,30
MK301	Лазерный излучатель (Улит. 3В, мощность 3,5мВт)	138,34	NK010	Регулируемый источник питания 0...12В	38,36
MK302	Преобразователь напряжения 24В в 12В	79,23	NK013	Электронный предохранитель (диапазон регулировки тока срабатывания 0,1-3А)	47,78
MK304	4-канальный LPT-коммутатор для управления ЭД пост. тока (в комплекте)	114,44	NK014	Усилитель НЧ 12 Вт (TDA2003, автомобильный)	54,20
MK305	Программируемое устройство управления двигателем постоянного тока, напряжение питания 4...18 В	129,04	NK016	Полицейская сирена 15Вт	31,83
MK308	Программируемое устройство управления шаговым двигателем постоянного тока, напряжение питания 4...18 В	130,37	NK017	Переносной электронный балласт для люминесцентной лампы 10...15Вт (авто, 12В)	81,48
MK317	Модуль 4-канального ДУ 433 МГц, напряжение питания 12В	133,48	NK017/1	Переносной электронный балласт для люминесцентной лампы 10...15Вт (авто, 12В)	108,77
MK318	Модуль защиты аккумуляторной батареей 12 В, максимальная допустимая нагрузка 8А	67,78	NK022	Стерефонический темброблок для УНЧ (напряжение питания 9-18 В)	107,54
MK319	Модуль защиты от накипи, частота электромагн. поля меньше 2000Гц	48,95	NK024	Проблесковый маячок на двух светодиодах	24,88
MK320	Проблесковый маячок 5...12 В/1 А/1...2,5 Гц	42,91	NK028	Ультразвуковой свисток для собак (диапазон частот 8-25 кГц)	59,12
MK321	Модуль предусилителя 10 Гц...100 кГц, напряжение питания 9...24 В	53,23	NK030	Стереос усилитель НЧ 2х8 Вт (A205K)	91,11
MK322	Усилитель НЧ 40 Вт, (готовый залитый компаундом блок, пр-ва Германия)	99,51	NK032	Голос робота (4007)	58,74
MK324	Программируемый модуль 4-х канального ДУ 433 МГц, Un=12В	154,03	NK037	Регулируемый источник питания 1,2...30 В/5А	63,24
MK324 передатчик	Дополнительный пульт для МК324	98,76	NK038	Сенсорный дверной звонок (выходная мощность 2,0 Вт)	28,30
MK324 приемник	Дополнительный приемник для МК324	72,92	NK040	Стерефонический усилитель НЧ 2х2,5Вт (A211)	60,67
MK325	Лазерное шоу, напряжение питания 9В	88,36	NK043	Электронный гонг (3 тона) (SAB0600)	62,60
MK326	Декодер VIDEO-CD (ELe-680-M1-VCD MPEG Card)	229,52	NK045	Электронный фильтр (максимальная нагрузка 750 Вт)	46,97
MK327	Телеграфный манипулятор «Альманах-ПРО»	368,51	NK046	Усилитель НЧ 1Вт (LM386)	32,15
MK329	Телеграфный манипулятор «ЗЕРО» (115х80х45)	326,72	NK051	Большой проблесковый маячок на светодиоде (частота световых импульсов 60-120 раз/мин.)	25,31
MK331	Модуль радиопередающего реле 433 МГц (220В/2,5А), Un=12В	204,85	NK052	Электронный репеллент (Отпугиватель насекомых - паразитов)	23,54
MK332	Сенсорный регулятор мощности 1000Вт/220В	129,04	NK057	Усилитель НЧ 22 Вт (TDA2005, мост)	42,43
MK333	Программируемый 1-кан. модуль радиоупр. реле 433 МГц (220 В/7 А)	243,85	NK058	Имитатор звука паровоза (вых. мощность 1Вт)	5,78
MK334	Программируемый одноканальный модуль ДУ 433 МГц	179,23	NK082	Термо-фотореле -40...+150°С, (основа - триггер Шмидта, датчик - терморезистор или фотодиод)	51,68
MK335	Радио-выключатель 433 МГц	146,06	NK083	Инфракрасный барьер 50м (передатчик NE555, приемник TSOP1736CB1)	86,40
MK337	Модуль 4-канального дистанционного управления по ИК каналу	133,80	NK086	Фотоприемник (размер печатной платы B194 - 45х15, рекомендуется использовать с набором NK146)	29,43
MK338	Программируемый модуль 4-канального дист. управл. по ИК каналу	154,83	NK089	Управляемое фотореле (комутруемый ток при 28В - 10А, основа - триггер Шмидта, датчик - терморезистор)	43,55
MK350	Отпугиватель грызунов «ТОРНАДО», площадь действия 30кв.м (напряжение питания 220В, потребляемая мощность 7ВА)	160,55	NK092	Инфракрасный прожектор. (32 светодиода, потребляемый ток 300мА, напряжение питания - 12...14В)	70,62
MK351	Электронный отпугиватель грызунов для автомобиля	239,95	NK096	УКВ радиоприемник. (TDA7000)	79,18
NF183	Проблесковый маячок 220 В/700 Вт	29,96	NK102	Таймер 0...10 минут, размер корпуса 48х43х22	63,61
NF184	Двухканальный проблесковый маячок 2х700 Вт/220 В	40,93	NK105	Радиоприемник ДВ-СВ-КВ (U413) (выходная мощность до 1Вт)	64,79
KIT NF185	Бегущие огни на 10-ти светодиодах	40,93	NK106	Универсальная охранная система, 58х45 (к системе можно подключать последовательно друг к другу до 20 датчиков. Напряжение питания 12В)	86,35
KIT NF186	Бегущие огни по кругу на 10-ти светодиодах	40,93	NK108	Термореле 0...150°С (основа - триггер Шмидта, датчик - терморезистор)	52,48
KIT NF187	Бегущие огни по кругу на 10-ти светодиодах	40,93	NK112	Цифровой электронный замок (Кемпо063)	91,86
KIT NF188	Двухрядные бегущие огни на 12-ти светодиодах	40,93	NK114	Миниатюрная охранная система для защиты чемоданов, шкапулок, шкафа. Напряжение питания 9В, размер печатной платы 25х24мм	32,26
	Бегущие огни на 16-ти светодиодах	49,43	NK116	УКВ приемник 1Вт (TDA7000, U2822В)	112,72
			NK121	Инфракрасный барьер 18м (коммут. ток реле фотоприемника 10А)	80,41
			NK127	Передатчик 27МГц	64,63
			NK131	Преобразователь напряжения 6...12 В в 12...30 В/1...1,5 А	96,94
			NK134	Электронный стетоскоп (MC34119P)	69,76

NK136	Регулятор постоянного напряжения 12...24 В/10...30 А	97,00	NM5022	Кояк-сирена 15 Вт	31,78
NK137	Микрофонный усилитель (Ku=100, с рег. уровня)	48,74	NM5023	«Космическая» сирена 15 Вт	31,78
NK138	Антенный усилитель 30...850МГц (Ku = 20 дБ)	63,83	NM5024	Сирена ФБР 15 Вт	31,78
NK139	Конвертер 100...200МГц	107,96	NM5031	Сирена воздушной тревоги 1Вт	36,81
NK140	Усилитель НЧ 200 Вт (TDA2030+ по паре KT818 и KT819 в каждом плече моста)	135,94	NM5033	Корабельная сирена 5Вт	36,81
NK141	Стереодекoder (U4323)	48,26	NM5034	Корабельная сирена «ТУМАН» 5Вт»	30,73
NK143	Юный электротехник (электродвигатель, лампа накаливания, компас, катушка индуктивности, клемники, гвоздь оцинкованный, провода монтажные (25, 50 см), светодиод со встроенным резистором)	48,95	NM5035	Звуковой сигнализатор уровня воды, макс. выходная мощность 2,0 Вт	27,61
NK146	Исполнительный элемент 12В для обеспечения управления силовыми электроприборами от слаботочных выходов различных датчиков	30,12	NM5036	Генератор Морзе, макс. выходная мощность 2,0 Вт	29,26
NK146 в корпусе		49,22	NM5037	Метроном, вых. мощн. 2,0 Вт, ритм с частотой ударов 20...300 в минуту	29,26
NK147	Антенный усилитель 50...1000МГц (со 2 по 65 ТВ канал)	62,86	NM5039	Музыкальный оповещатель (BT66T-19L - мелодия «К Элизе», BT66T-68L - мелодия «Мой маленький мир»)	58,48
NK148	Буквенно-цифр. индикатор на светодиодах (12В, потребл. 100...300 мА)	55,32	NM5041	Метроном	163,71
NK149	Блок управления буквенно-цифровым индикатором (CD4017)(Четыре переключаемых канала, напряжение питания 12...15В, ток до 5А на канал)	67,20	NM5101	Синтезатор звуковых эффектов (AT90S2313)	104,27
NK150	Программируемый 8-канальный исполнительный блок (513D)	164,41	NM5201	Блок индикации «светящийся столб» (UAA180)	43,12
NK289	Преобразователь постоянного напряжения 12В в 220В/50Гц	64,47	NM5202	Блок индикации - вольтметр (UAA180)	44,94
NK291	Сигнализатор задымленности	63,61	NM5301	Блок индикации «бегающая точка» (UAA180)	43,44
NK292	Ионизатор воздуха	66,39	NM5302	Блок индикации - вольтметр (UAA180)	43,44
NK293	Металлоискатель (глубина поиска до 60 мм)	50,34	NM5401	Автомобильный тахометр с индикатором «бегающая точка» (CD4013)	54,73
NK294	6-канальная светомузыкальная приставка 220В/500 Вт	118,29	NM5402	Автомобильный тахометр с индикатором «светящийся столб» (CD4013)	52,86
NK295	«Бегающие огни» 220В 10х100 Вт (NE555, CD4017)	100,69	NM5403	У-во управления стоп-сигналами автомобиля (NE555)	57,14
NK296	«Бегающие огни» 220В 3х500 Вт (рекомендуемый корпус BOX-G081)	128,51	NM5421	Электронный блок зажигания для ВАЗ, ЗАЗ, «Москвич» с контакт. датч.	83,67
NK297	Стробоскоп (регулировка частоты вспышек в пределах 1...10 Гц)	70,67	NM5422	Электронный блок зажигания с корректором детонации «Пульсар-М»	119,47
NK298	Электршок (выходное напряжение 1000 В)	120,96	NM5423	Электронный блок зажигания для ГАЗ, УАЗ с индукционными датч	120,21
NK299	Устройство защиты от накипи (B315)	35,96	NM5426	Автоматическое зарядное устройство «APГО-1» (батарея 12В, 75А/ч)	225,72
NK300	Лазерный световой эффект (513D)	132,68	NM5427	Зарядное устройство «Супер Импульс»	290,56
NK303	Устройство управления шаговым двигателем 42SPM-24D (B221)	80,36	NM6011	Контроллер электромеханического замка (AT90S2313-10PI)	134,98
NK314	Детектор лжи (напряжение питания 9 В)	36,38	NM6013	Автоматич. включатель освещения на базе датчика движения (LM324)	114,33
NK315	Отпугиватель кротов на солнечной батарее, площадью действия 500-1000 м²	78,48	NM7010	Робот «Жук»	242,78
NK316	Ультразвуковой отпугиватель грызунов с рабочей частотой 16...28 кГц, площадью действия 20 м²	52,70	NM8021	Индикатор уровня заряда аккумуля. бат. DC-12 В (рабочий д-н 2,5...18В)	25,95
NK340	Компьютерный программируемый лазерный эффект	154,99	NM8022	Зарядное устройство NiCd/NiMh аккумуляторов (MAX713)	113,90
NM1011	Стабилизированный источник питания (LM7805) 5 В/1 А	40,50	NM8031	Тестер для проверки строчных трансформаторов (LM393, MC14015BCP)	88,01
NM1012	Стабилизированный источник питания (LM7806) 6 В/1 А	34,51	NM8032	Прибор для проверки ESR электролитических конденсаторов	97,26
NM1013	Стабилизированный источник питания (LM7809) 9 В/1 А	37,40	NM8033	Устройство проверки ИК пульсов ДУ (NE555)	69,34
NM1014	Стабилизированный источник питания (LM7812) 12 В/1 А	36,91	NM8034	Тестер компьютерного сетевого кабеля «витая пара» (CD4017, NE555)	153,71
NM1015	Стабилизированный источник питания (LM7815) 15 В/1 А	42,59	NM8036	4-х канальный микропроцессорный таймер, термостат, часы	240,75
NM1016	Стабилизированный источник питания (LM7818) 18 В/1 А	45,58	NM8041	Металлоискатель на микроконтроллере (AT90S2313-10PI, NE555, 78L05)	142,90
NM1017	Стабилизированный источник питания (LM7824) 24 В/1 А	43,12	NM8042	Микропроцессорный металлоискатель (импульсный) (AT90S2313-10PI)	199,45
NM1021	Регулируемый источник питания (LM317) 1,2...20 В/1 А	52,64	NM8051	Частотомер - универсальная цифровая шкала (базовый блок) (AT90S2313, 74HC164)	143,33
NM1022	Регулируемый источник питания (LM317) 1,2...30 В/1 А	55,37	NM8051/1	Частотомер (приставка - делитель 100 кГц...1 ГГц) (TSA5511)	58,21
NM1023/1	Сетевой нестабильиз. однополярный источник питания 220 В/27 В (3 А)	164,03	NM8051/3	Частотомер (приставка для измерения резонансной частоты динамика к NM8051)	57,78
NM1023/2	Сетевой нестабильиз. однополярный источник питания 220 В/35 В (3 А)	185,00	NM8052	Логический пробник (K1401УД1)	42,64
NM1023/3	Сетевой нестабильиз. однополярный источник питания 220 В/45 В (3 А)	203,39	NM8511	Генератор испытательных ТВ сигналов на базе видеоприставки DENDY	70,30
NM1024/1	Сетевой нестабильиз. двухполярный источник питания 220 В/+ 27 В (2 А)	223,47	NM9010	Телефонный «АНТИПИРАТ» (АОТ101)	41,84
NM1024/2	Сетевой нестабильиз. двухполярный источник питания 220 В/+ 35 В (2 А)	207,10	NM9211	Программатор микроконтроллеров серии AT 89S/90S фирмы ATMEL (AT90S2313, LM317T)	117,59
NM1024/3	Сетевой нестабильиз. двухполярный источник питания 220 В/+ 45 В (2 А)	226,25	NM9212	Универс. адаптер подключения сотовых телефонов к ПК (HIN232)	83,30
NM1025	Преобразователь напряжения 12 В /+45 В, 200 Вт (авто)	180,65	NM9213	Универсальный автомобильный адаптер K-L-линии (для автомобилей с инжекторным двигателем) (HIN232, MC33199, 78L05)	86,67
NM1031	Преобразователь однополярного пост.напр. в двухполярное (LM258N)	26,80	NM9214	У-во обработки ИК-сигналов управления для ПК (TSOP1736, 78L05)	75,70
NM1032	Преобразователь 12В/220В (KP1211EY1, 78L06)	114,76	NM9215	Программатор универсальный (базовый блок) (LM2936Z-5)	91,27
NM1034	Преобразователь 24 В в 12 В/3А (IN5822, ZEN 15V0)	69,50	NM9216/1	Плата-адаптер для NM9215 (для ATME1)	75,33
NM1035	Преобразователь напряжения (универсальный) 7...30 В в 1,5...20 В/3 А	78,75	NM9216/2	Плата-адаптер для NM9215 (для PIC)	54,09
NM1041	Рег-р мощности с малым ур.в. помех 650 Вт/220 В (K561TM2, LM393, 4N35)	59,49	NM9216/3	Плата-адаптер для NM9215 (для Microwire EEPROM 93xx)	32,74
NM1042	Терморегулятор с малым уровнем помех (K561TM2, LM393, 4N35)	61,53	NM9216/4	Плата-адаптер для NM9215 (I²C-Bus EEPROM)	41,14
NM1043	У-во плавного включения/выключения ламп накаливания 220В/150Вт	42,21	NM9216/5	Плата-адаптер для NM9215 (EEPROM SDE2560, NVM3060 и SPI 25xxх)	45,26
NM2011	Усилитель НЧ 80 Вт с радиатором, (полоса частот 20...100000 Гц, напряжение питания 5...40 В)	94,59	NM9217	У-во защиты компьют. сетей (витая пара) скор. пер. данных 10 Мбит/с	108,87
NM2011/MOSFET	Усилитель НЧ 80 Вт на полевых транзисторах с радиатором (полоса частот 20...100000 Гц, напряжение питания 15...40 В)	102,61	NM9218	У-во защиты компьют. сетей (коакс.), ск. перед. данных 10/100 Мбит/с	101,65
NM2012	Усилитель НЧ 80 Вт (полоса частот 20...100000 Гц, напряжение питания 5...40 В)	85,92	NM9221	Устройство для ремонта и тестирования компьютеров - POST Card PCI	154,51
NM2021	Усилитель НЧ 4х11 Вт/2х22 Вт (TDA1514)	65,81	NS007	Сенсорный электронный переключатель (CD4011)	66,98
NM2031	Усилитель НЧ 4х30 Вт (TDA7385, авто)	94,70	NS009	Генератор звуковой частоты (TL082 или LF353)	144,72
NM2032	Усилитель НЧ 4х40 Вт (TDA7386, авто)	101,44	NS011	Электронное охранное устройство (CD4093)	83,46
NM2033	Усилитель НЧ 100 Вт (TDA7294)	63,24	NS018	Микрофонный усилитель (чувствительность 1-2 мВ)	61,85
NM2034	Усилитель НЧ 70 Вт (TDA1562, авто)	94,59	NS019	Металлоискатель (обнаружение на глубину 15-20см)	106,73
NM2035	Усилитель НЧ 50 Вт (TDA1514, Hi-Fi)	114,44	NS020	Индикатор заряда аккумулятора автомобиля и исправности зарядн. у-ва	53,66
NM2036	Усилитель НЧ 32 Вт (TDA2050, Hi-Fi)	51,04	NS023	Регулируемый источник питания 3...30В/2,5А (LM723)	150,12
NM2037	Усилитель НЧ 18 Вт (TDA2030A)	48,26	NS026	Усилитель НЧ 7 Вт (TBA810S)	68,64
NM2038	Усилитель НЧ 44 Вт (TDA2030A+BD907/908, Hi-Fi)	63,77	NS031	Электронная 4-голосная сирена 8Вт (CD4001)	86,35
NM2039	Усилитель НЧ 2х40 Вт (TDA8560Q/8563Q)	62,80	NS034	Усилитель НЧ 60Вт (2N3055, BD237/238, 2N2905, 2N2219)	216,19
NM2040	Усилитель НЧ 4х40 Вт (TDA8571J, авто)	90,58	NS041	Предварительный усилитель (винил-корректор; BC547/548)	58,69
NM2041	Усилитель НЧ 22 Вт (TDA1516BQ/1516BQ, авто)	47,13	NS042	Тестер для транзисторов (CD4049)	57,99
NM2042	Усилитель НЧ 140 Вт (TDA7293, Hi-Fi)	88,54	NS047	Генератор звуковых частот (NE555)	69,87
NM2043	Усилитель НЧ 4х77 Вт (TDA7560, авто)	168,10	NS048	Акустическое реле (74LS00, LF353)	98,32
NM2044	Усилитель НЧ 2х22 Вт (TA8210AH/AL, авто)	74,74	NS053	Выпрямитель двухполярный 40 В/8 А	143,86
NM2045	Усилитель НЧ 140 Вт или 2х80 Вт (D-класса, TDA8929+TDA8927)	244,60	NS054	Усилитель НЧ 10 Вт (TDA2003)	83,46
NM2051	Двухканальный микрофонный усилитель (K548YH1)	35,15	NS061	Телефонный усилитель (LM386)	114,12
NM2061	Электронный ревербератор (HT8970)	89,56	NS062	Стабилизированный источник питания (LM7812) 12 В/1 А	64,52
NM2062	Цифровой диктофон (ISD1416)	108,28	NS065	УКВ радиоприемник 64-108 МГц (TDA7000, LM386N-1)	93,20
NM2111	Стерефонический темброблок (LM1036, KP142EH8Б)	85,71	NS065 в корпусе	NS065 в корпусе	124,98
NM2112	Стерефонический темброблок (TDA1524, KP142EH8Б)	81,53	NS066	Термореле 20...70 °С	86,03
NM2113	Электронный коммутатор сигналов (TDA1029)	69,87	NS068	Голосовой коммутатор (UA741)	77,47
NM2114	Процессор пространственного звучания (TDA3810)	51,41	NS069	Светодиодный индикатор мощности (красные и зеленые светодиоды)	57,51
NM2115	Активный фильтр НЧ для сабвуфера (LM538)	46,81	NS070	Регулятор скорости работы автомобильных стеклоочистителей (TL081)	83,46
NM2116	Активный 3-полосный фильтр (78L09, LM324)	49,92	NS087	Разветвитель видеосигналов	72,17
NM2117	Активный блок обраб. сигнала для сабвуф. канала (LM324, LM358)	71,80	NS090	Высококачественный УНЧ 100Вт (BDW83/84, BD830/829, BC546/556, BC548)	245,62
NM2118	Предв. стереоф. регул. усил. с двумя балансными входами (LM324)	45,58	NS093	Блок защиты акустических систем (время задержки 3-5 сек)	60,24
NM2202	Логарифмический детектор (157DA1)	28,14	NS122	Таймер 0...5 минут (LM555)	93,25
NM2222	Индикатор уровня сигнала «светящийся столб» (двухкан.) (157DA1, UAA180)	83,89	NS123	Генератор звуковых эффектов (CD4040BCN, HEF4049BP)	62,17
NM2223	Индикатор уровня сигнала «бегающая точка» (двухкан.) (157DA1, UAA180)	86,30	NS124	Преобразователь постоянного напряжения 12В - 220В/50 Гц, 100 Вт	240,32
NM2901	Разветвитель видеосигналов (6МГц, 75Ом)	48,36	NS165	Стробоскоп для дискотек, реклам. выставочных стендов	158,20
NM2902	Усилитель видеосигнала (6МГц, 75Ом, коэффициент усиления 15 дБ)	30,60	NS168	Регулируемый источник питания 8...20 В/8 А	219,72
NM2905	Декoder ТВ стереозвукового сопровождения формата NICAM NM2905	193,19	NS169	Стабилизированный источник питания (LM7805) 5 В/1 А	67,46
NM3101	Автомобильный антенный усилитель (Ku=20 дБ, 0,1-150 МГц)	28,73	NS171	Стабилиз. двухполярный ист. питания (LM7818; LM7912) 12 В/0,5 А	72,97
NM3201	Стереоф. УКВ ЧМ приемник с низков. пит. (TDA7088, TDA7040, TDA7050)	114,17	NS172	Стабилизированный источник питания (LM7818) 18 В/1 А	75,22
NM3311	Система ИК ДУ (приемник), (AT90S2313, TSOP1736CB1)	102,08	NS173	Автоматический фоточувствительный выключатель сети	74,37
NM3312	Система ИК ДУ (передатчик), (SAA3010)	86,67	NS174	Охранная сигнализация дом/магазин	210,79
NM4012	Датчик уровня воды для ванны, бака и др. емк. (ток нагрузки 75мА)	23,33	NS175	Регулируемый источник питания (LM317) 2...30 В/5 А	203,62
NM4013	Сенсорный выключатель для ламп и др. бытов. пр. (ток нагрузки 75мА)	26,54	NS178	Усилитель НЧ 2х18 Вт (TDA2030)	116,90
NM4014	Фотоприемник (ток нагрузки 75мА)	29,48	NS178	Индикатор ВЧ излучения (LM324, LM2902, MC3403)	95,60
NM4015	Инфракрасный детектор, напряжение питания 9В	31,19	NS179	Влюбленное сердце с блоком управления (CD4094, CD40106)	115,72
NM4016	Термореле 20...120 °С	44,41	NS181	Светомузыкальные колокола 3 мелодии (BT66T-68L - муз. генератор)	64,15
NM4021	Таймер 1...99 минут на микроконтроллере (AT90S1200, 78L05)	129,36	NS182	Четырехканальные часы-таймер-терморегулятор с энергонезависимой памятью/ходом и исполнительным устройством (PCF8583, AT90S2313, 74HC164)	152,64
NM4022	Термореле 0...150 °С (макс. допустимый ток нагрузки не менее 10А)	50,61	NS182.2	4-канальные часы-таймер-терморегулятор с энергонезависимой памятью/ходом и исполнительным устройством (PCF8583, AT90S2313, 74HC164)	185,97
NM4023	Таймер 1...99 секунд на микроконтроллере (AT90S1200, 78L05)	126,58	NS311	Детектор валюты (TL082)	74,53
NM4411	4-канальное исполнительное устройство (блок реле), максимальные параметры каналов 6А/277В	88,92	NS312	Цифровой термометр с ЖК дисплеем (ICCL106)	209,13
NM4412	8-канальное исполнительное устройство (блок реле), максимальные параметры каналов 6А/277В	151,36	NS313	Электронная рулетка на микроконтроллере (PIC16C55, LM7805)	185,06
NM4413	Исполнительный блок реле 4 с блоком питания и розетками в корпусе «Пилот» (ULN2803A, LM7805)	160,77	детектор 8041	Корпус для катушки металлоискателей NM8041, NM8042, BM8043	49,54
NM4511	Регулятор яркости ламп накаливания 12В/50А (LM358)	53,98	WET21	Спрей Wet-Protect 21 (400 мл) для защиты электроконтактов	95,70
NM5017	Электронный реперелент (отпугиватель насекомых - паразитов), диапазон частот 8...32 кГц	29,00			
NM5021	Полицейская сирена 15 Вт	31,83			

Полный перечень наборов см. в интернет-магазине <http://radiohobby.idc.net/kedrplu.htm>

код	Наименование	цена с уч.доставки
4547	3500 микросхем усилителей мощности нч и их аналоги. Турута Е. Ф. [ДМК], 2005	38,00
4310	100 лучших радиоэлектронных схем. (ДМК), 2004	32,00
780	100 неисправностей телевизоров. Лоран, (ДМК), 2004	32,00
5492	101 способ хищения электроэнергии. Красник В.В., (НЦ ЭНАС), 2005	35,00
1	300 схем источников питания. Шрайбер, (ДМК), 2005	25,00
3554	360 практических неисправностей. Записки телемастера. Назаров, (Солон), 2004	31,00
4987	510 практических неисправностей. Записки телемастера. Назаров В., (Солон), 2005	33,00
5487	AVR-RISC Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, применение. Трамперт В., (МК-Пресс), 2006	76,00
4894	Ввод и оптимизация работы ПК. Попов С., (МК-Пресс), 2005	24,00
5612	CD-проигрыватели. Схемотехника. +CD. Авраменко Ю.Ф., (МК-Пресс, Додэка), 2006	47,00
1761	Аналоговая и цифровая электроника. Опачий, (Горячая линия-Телеком), 2005	57,00
5796	Аналоговая электроника. Схемы, системы, обработка сигнала. Крекрафт, (Техносфера), 2005	49,00
3620	Антенны КВ и УКВ компьютерное моделирование. ч. 1. Гончаренко, (Радиософт), 2004	19,00
5736	Антенны КВ и УКВ. Простые КВ антенны. ч. 3. Гончаренко И.В., (Радиософт), 2006	33,00
3354	Антенны. Городские конструкции. Григоров, (РадиоСофт), 2003	36,00
1552	Антенны. Настройка и согласование. Григоров, (РадиоСофт), 2004	33,00
886	Антенны. Том1-2. Ротхаммель, (Данвел), 2005	по 42,00
4475	Антенны КВ и УКВ. Основы и практика. Часть 2.. Гончаренко, (Радиософт), 2006	33,00
5499	Вводный курс цифровой электроники. Фрике К., (Техносфера), 2004	38,00
3198	Вещание без помех. Маккой, (Мир), 2000	42,00
2569	Взаимозаменяемые интегральные схемы. Нефедов, (РадиоСофт), 2003	24,00
2570	Взаимозаменяемые транзисторы. Петухов, (РадиоСофт), 2006	28,00
5500	Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 – стандарты нового поколения. Ричардсон Ян, (Техносфера), 2005	40,00
5801	Влагозащита печатных узлов. Уразаев, (Техносфера), 2006	48,00
5547	Датчики в современных измерениях. Котюк А.Ф., (Горячая линия-Телеком), 2006	23,00
3669	Зарубежные электромагнитные реле. Вовк П., (МК-Пресс), 2004	26,00
5274	Защита информации в системах мобильной связи. Чекалин и др., (Горячая линия-Телеком), 2005	36,00
5132	Защита информации в телекоммуникационных системах. Конахович Г.Ф., (МК-Пресс), 2005	31,00
5014	Защита от утечки информации по техническим каналам. (Горячая линия-Телеком), 2005	64,00
5502	Зондовые нанотехнологии в электронике. Неволин В.К., (Техносфера), 2005	39,00
5777	Измерение, управление и регулирование с помощью AVR-микроконтроллеров. +CD. Трамперт В., (МК-Пресс), 2006	41,00
781	Инфракрасные лучи в электронике. Шрайбер, (ДМК), 2003	24,00
855	Искусство схемотехники. Хоровиц, (Мир), 2003	80,00
1239	Источники питания. Инверторы. Конверторы. Готлиб, (Постмаркет), 2002	73,00
5216	Источники питания. Расчет и конструирование. Браун М., (МК-Пресс), 2005	39,00
856	Кабельные изделия. Алиев, (РадиоСофт), 2006	28,00
74	Как превратить ПК в измерительный комплекс. Гелль, (ДМК), 2005	21,00
1766	Карманный справочник инженера электронной техники. Бриндли, (ДОДЭКА), 2002	31,00
1767	Карманный справочник инженера-метролога. Болтон, (ДОДЭКА), 2002	26,00
1768	Карманный справочник радиоинженера. (ДОДЭКА), 2002	37,00
5855	Коды маркировки полупроводниковых SMD-компонентов. Родин А., (Солон), 2006	26,00
5488	Компьютерная стеганография. Теория и практика. Конахович Г. Пузыренко А., (МК-Пресс), 2006	39,00
4248	Компьютерная схемотехника. Методы построения и проектирования. Бабищ, Жуков, (МК-Пресс), 2004	42,00
3980	Комп'ютерна схемотехніка. Підручник для ВУЗів (Гриф МО України). Бабищ, Жуков, (МК-Пресс), 2004	36,00
4103	Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. (Додэка), 2004	29,00
5505	Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств. Федоров, (Техносфера), 2005	49,00
91	М/с для импульсных ИП и их применение. (ДОДЭКА), 2005	40,00
1114	Маркировка электронных компонентов. Бахметьев, (ДОДЭКА), 2005	19,00
2308	Микрокомпьютерные системы управления. Суэмацу, (ДОДЭКА), 2002	37,00
4223	Микроконтроллеры 16-разрядные Flash семейства 16LX фирмы Fujitsu. (Горячая линия-Телеком), 2004	166,00
5611	Микроконтроллеры ARM7. Семейство LPC2000 компании Philips. Вводный курс + CD. Тревол Мартин, (Додэка), 2006	50,00
2304	Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному + CD. Голубцов, (Солон), 2006	40,00
5850	Микроконтроллеры MicroCHIP rPIC со встро. маломощным радиопередатчиком. Яценков В.С., (Горячая линия-Телеком), 2006	47,00
5084	Микропроцессорные системы бытовой техники. Баев Б.П., (Горячая линия-Телеком), 2005	65,00
5852	Микропроцессорные системы. Костров, (Десс), 2006	31,00
5129	Микросхемы АЦП и ЦАП. Справочник. +CD. (Додэка), 2005	73,00
5717	Мощные биполярные транзисторы для импульсных источников питания, TV-приемников и мониторов. Сост. Авраменко Ю.Ф., (МК-Пресс, Додэка), 2006	52,00
3087	Наладка электрооборудования. Кисаримов, (РадиоСофт), 2003	21,00
5506	Нанотехнологии. 2-е изд.. Пул Ч., Оуэнс Ф., (Техносфера), 2005	49,00
3901	Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. Рутковский Д., (Горячая линия-Телеком), 2006	75,00
4988	Новейшие автомобильные электронные системы. Соснин Д., Яковлев В., (Солон), 2005	38,00
4503	Одноплатные микроконтроллеры. Проектирование и применение. Швец В.А., (МК-Пресс), 2005	24,00
5548	Организация производства на предприятиях электросвязи. Ситников С.Г., Солодова Т.А., (Горячая линия-Телеком), 2006	49,00
5015	Основы полупроводниковой электроники. Игумнов Д., (Горячая линия-Телеком), 2005	63,00
5656	Персональный компьютер в радиолокационной практике. +CD. Типичев Г.А., (МК-Пресс, Додэка), 2006	47,00
5508	Печатные платы. Конструкции и материалы. Медведев А., (Техносфера), 2005	39,00
3320	Поверхностный монтаж. Грачев, (ЦНТЭПИ ОНУА), 2003	35,00
5380	Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Корченко А.Г., (МК-Пресс), 2006	36,00
5731	Прецизионные системы сбора данных семейства MSC 12xx фирмы Texas Instruments + CD. (Додэка), 2006	59,00
4281	Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. (Додэка), 2004	36,00
5775	Программирование на языке С для AVR и PIC-микроконтроллеров. +CD. Сост. Шпак Ю.А., (МК-Пресс, Додэка), 2006	61,00
5277	Проектирование аналоговых КМОП-микросхем. Эннс В.И., Клэзев Ю.М., (Горячая линия-Телеком), 2005	68,00
5734	Проектирование встраиваемых приложений на основе ПЛИС фирмы Xilinx. Зотов, (Горячая линия-Телеком), 2006	101,00
4546	Пульты дистанционного управления для бытовой радиоэлектронной аппаратуры. (Додэка), 2005	62,00
3195	Радиостанция. Кийт, (Мир), 2001	88,00
5116	Ремонт электрооборудования. Кисаримов Р.А., (РадиоСофт), 2005	36,00
5815	Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания. (НЦ ЭНАС), 2006	38,00
5607	Сварочные работы: Практическое пособие для электрогазосварщика. Костенко, (НЦ ЭНАС), 2006	29,00
3197	Свет на ТВ. Основы для профи. Ливер, (Мир), 2000	42,00
4921	Семейство микроконтроллеров MSP430. Пер. с англ., (Компэл), 2005	41,00
5112	Семейство микроконтроллеров MSP430x4xx. (Компэл), 2005	48,00
5209	Силовая электроника: от простого к сложному + (CD). Семенов Б., (Солон), 2005	43,00
2311	Системы управления зажиганием автомобильных двигателей. Данов, (Горячая линия-Телеком), 2003	23,00
5510	Системы-на-кристале. Проектирование и развитие. Немудров В., Мартин Г., (Техносфера), 2005	38,00
4282	Соединения в конструкциях и режущий инструмент. (Додэка), 2004	36,00
1137	Справочник электрика. Кисаримов, (РадиоСофт), 2002	28,00
1945	Справочник по PIC-микроконтроллерам. Предко, (ДМК), 2004	37,00
904	Справочник по микросхемам. Том 1-4. Шрайбер, (ДМК), 2005	по 34,00
5495	Справочник по проектированию электрических сетей. Файбисович, (НЦ ЭНАС), 2006	77,00
3764	Справочник электросварщика ручной сварки. Чернышев, (Десс), 2006	34,00
4814	Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. (Додэка), 2005	66,00
606	Схемотехника аналоговых электронных устройств. Павлов, (Горячая линия-Телеком), 2005	35,00
5805	Твердотельная электроника: учебное пособие. Гуртов, (Техносфера), 2005	58,00
5606	Техническое обслуживание измерительных трансформаторов тока и напряжения. Кузнецов, (НЦ ЭНАС), 2006	31,00
5803	Технологии микроэлектроники. Химическое осаждение из газовой фазы. Киреев, (Техносфера), 2006	40,00
5513	Технология производства печатных плат. Медведев А., (Техносфера), 2005	44,00
5514	Транзисторная преобразовательная техника. Мелешин В.И., (Техносфера), 2005	66,00
610	Усилители мощности низкой частоты - ИМС. Турута, (ДМК), 2005	21,00
3835	x51 - совместимые микроконтроллеры фирмы Silicon Laboratories (Signal). Николайчук, (ИД Скимен), 2004	56,00
205	Цветовая и кодовая маркировка электронных компонентов. Нестеренко, (Солон), 2006	21,00
1783	Шина I2C в радиотехнических конструкциях. Семенов, (Солон), 2004	43,00
618	Электроника - Практический курс. Джонс, (Постмаркет), 2003	60,00
3625	Электрооборудование жилых зданий. Коннов, (Додэка), 2006	41,00
2303	Электротехнический справочник. Алиев, (РадиоСофт), 2004	18,00

Цены указаны в гривнях с учетом доставки по Украине. Любое из вышеперечисленных изданий можно получить наложенным платежом, оформив заявку по E-mail, телефону, факсу и почте (02002, Киев, ул.М.Расковой, 13, к.106, магазин «Микроника»). В заявке должны быть разборчиво указаны код и название книги, а также индекс, адрес и Ф.И.О. получателя.

Юридические лица могут получить книги через Спецсвязь, оплатив заказ по безналичному расчету.

Полный прайс-лист (около 1500 наименований) можно получить, заказав его по E-mail: info@micronika.com.ua или тел. (044) 517-7377. На сайте компании www.micronika.com.ua можно ознакомиться с аннотациями и содержаниями книг.

Журнал для радиолюбителей и аудиофилов

<http://radiohobby.qrz.ru>

Радио хобби

№3

июнь
2006

**“Горные пейзажи” поверхности
Найквиста и другие ноу-хау
проектирования УМЗЧ XXI века**

**Жидкокристаллическая тема
в “Микроконтроллерном
управлении звуком - 2”**

“ЦАП с громкостью” готовуся

**Синтезатор частоты с валкодером
из мышки и дисковод**

**Сделай тюнер QJ-200,
и трансивер “будет счастлив”**

Диплексер: мифы и реальность

Тестер персональных компьютеров

