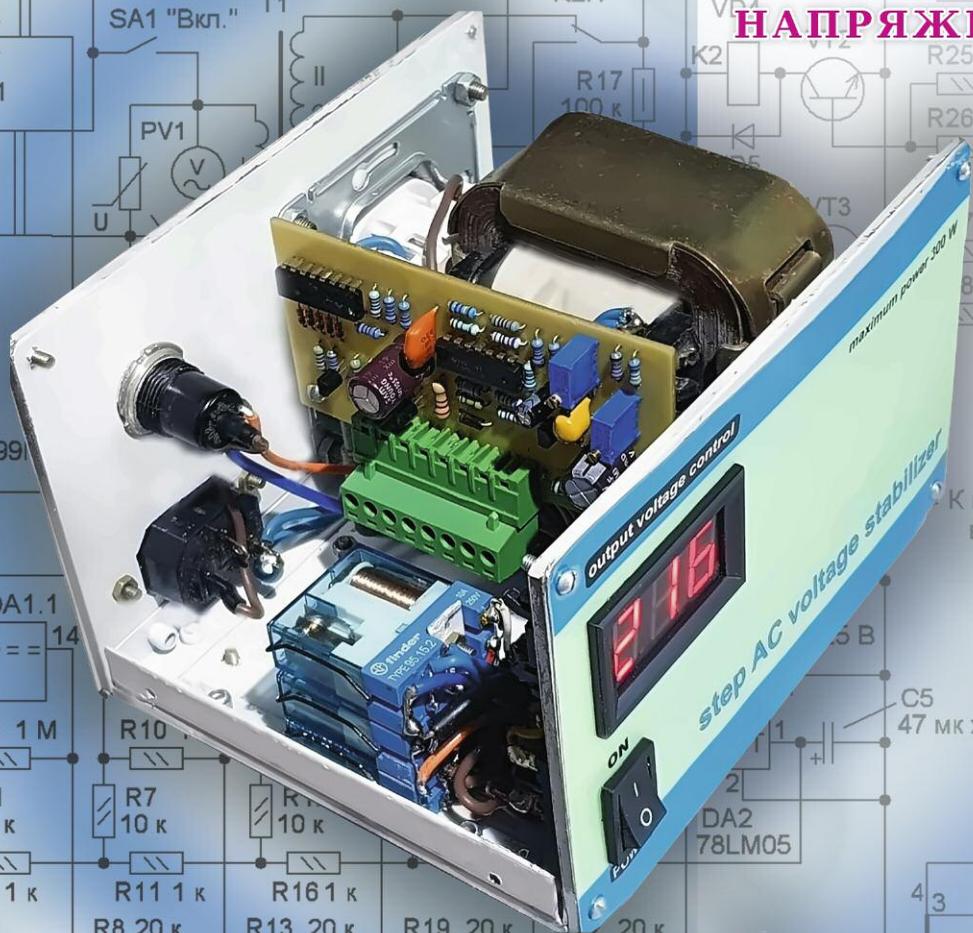


РАДИО

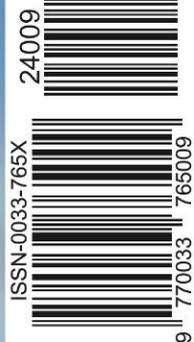
АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

СТАБИЛИЗАТОР ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ



- *Электронная нагрузка*
- *Бесконтактный датчик из микрофона*
- *КВ-радиоприёмник*
- *Игрушечный светофор*

...и ещё 9 конструкций



9

2024



Малая академия наук "Искатель" — старт в науку крымских школьников

Леонид ПУЗАНКОВ (R7KA), г. Симферополь, Крым

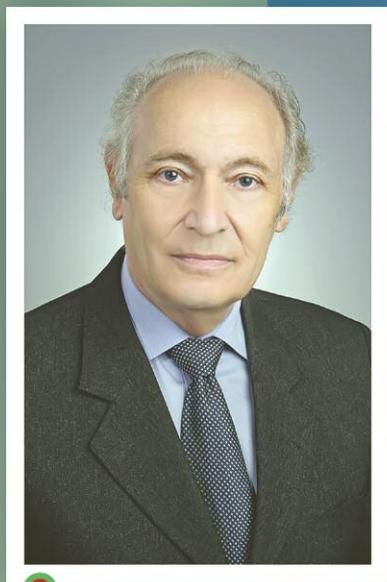


Фото 1



Малая академия наук (МАН) "Искатель" была создана в Крыму в далёкие шестидесятые годы. Идея её создания принадлежала директору "Станции юных техников" (СТО) Крыма Брагинскому Исае Ивановичу. На первой учредительной конференции, состоявшейся 20 и 21 апреля 1963 г. в средней школе № 2 г. Симферополя, было принято решение о создании МАН "Искатель", которая объединила в себе ученические научные общества Крыма. Это решение одобрил президент Академии наук УССР академик Патон Борис Евгеньевич: "Академия наук УССР приветствует создание малой академии наук Крыма, желает ей успеха в работе. Учёные академии словом и делом помогут своим юным коллегам подняться до вершин науки. Счастливых поисков, товарищ "Искатель"!"



Фото 2

Немного истории. В 2023 г. исполнилось 95 лет движению юных техников в нашей стране. Многотысячная армия юных техников Крыма с увлечением занималась техническим творчеством, рационализаторской и исследовательской деятельностью, радиолобительством. Газета "Крымская правда" в феврале 1966 г. писала: "В марте нынешнего года на Выставке достижений народного хозяйства СССР (ВДНХ) в павильоне "Юные техники и натуралисты" откроется экспозиция "Крымская областная станция юных техников". Молодые искатели продемонстрируют там свои достижения в области кибернетики, астрономии, радио. Десятки экспонатов, поражающие выдумкой и оригинальностью технических решений уже отправлены в Москву...", а в 1976 г. Крымская СЮТ стала победителем Всесоюзного смотря-конкурса внешкольных заведений, заняв первое место. В чём причина успехов станции? Прежде всего, это заслуга тех, кто возглавлял её работу. Одним из первых директоров СЮТ до ВОВ был Л. Сторчевский, затем П. Д. Урилевич, которая

гинский выехал из Крыма. Новым директором Крымской областной СЮТ стал Эммануил Петрович Неверодский (3.04.1938 — 4.12.2022), который с работой МАН уже был знаком, возглавляя Симферопольский филиал "Искателя" в областном Дворце пионеров. За более чем 40 лет своей деятельности Эммануил Петрович Неверодский (**фото 1 на 2-й с. обложки**) на посту директора Крымской СЮТ завоевал большой авторитет, с ним связаны большие успехи юных техников Крыма. Это был талантливый руководитель, интеллигент. Глубоко вникал в дела организации, общественные дела ставил выше своих личных. В 1992 г. Крымская СЮТ была преобразована в Крымский республиканский учебно-исследовательский центр учащейся молодёжи (КРУИЦУМ), который просуществовал до 2004 г., когда вновь стал называться РБУЗ МАН учащейся молодёжи Автономной республики Крым "Искатель". В 2009 г. Э. П. Неверодский оставил свой пост.

Одно из ведущих мест в радиолобительском движении юных техников всегда занимала коллективная радио-

раторов и получила свой первый позывной UA6KSB (до 1954 г. Крым входил в состав РСФСР). Размещалась радиостанция в одноэтажном здании СЮТ в Симферополе на ул. Ленина, д. 21. На торжественном заседании, посвящённом первому выпуску группы юных радистов, было принято "Обращение ко всем школьникам Крыма": "...создавать кружки по изучению основ радиотехники и азбуки Морзе [2]. Первым начальником коллективной радиостанции СЮТ был опытный радиолобитель Крыма Георгий (Юрий) Александрович Панасенко (UA6SC). Молодые радисты с огромным интересом посещали радиостанцию и стали проводить радиосвязи с радиолобителями Советского Союза и других стран мира, достигая высоких результатов. Свой путь в эфир начинал в 1952 г. с занятий в радиотехническом кружке областной СЮТ и автор этих строк.

В разные годы радиостанцию Крымской СЮТ возглавляли Владимир Осинский (UB5SX), Виталий Грыжевальский (UB5SL), Валерий Герасимов (UU5JX), а с 1980 г. многие годы радиостан-



Фото 3 Коллектив любительской радиостанции МАН. Стоят: И. Н. Овчаренко (UU5JW), Евгений Деревянко (UU5AW); сидят: Денис Левченко (UU5JSC), Сергей Пузанков (UU5SP).

в октябре 1944 г. вновь стала директором. После неё эту должность занимал Е. Н. Найговзин, который позднее стал директором ЦСЮТ РСФСР. В Крыму его сменил И. И. Брагинский. В 1967 г. Бра-

ганский выехал из Крыма. Новым директором Крымской областной СЮТ стал Эммануил Петрович Неверодский (3.04.1938 — 4.12.2022), который с работой МАН уже был знаком, возглавляя Симферопольский филиал "Искателя" в областном Дворце пионеров. За более чем 40 лет своей деятельности Эммануил Петрович Неверодский (**фото 1 на 2-й с. обложки**) на посту директора Крымской СЮТ завоевал большой авторитет, с ним связаны большие успехи юных техников Крыма. Это был талантливый руководитель, интеллигент. Глубоко вникал в дела организации, общественные дела ставил выше своих личных. В 1992 г. Крымская СЮТ была преобразована в Крымский республиканский учебно-исследовательский центр учащейся молодёжи (КРУИЦУМ), который просуществовал до 2004 г., когда вновь стал называться РБУЗ МАН учащейся молодёжи Автономной республики Крым "Искатель". В 2009 г. Э. П. Неверодский оставил свой пост.

цию возглавлял мастер спорта СССР Игорь Овчаренко (UU5JW, RK7KA).

Окончание см. на с. 51.

НАУКА И ТЕХНИКА 4

А. ГОЛЫШКО. PoC — цифровые "наездники" 4

РАДИОПРИЁМ 8

В. ШЕПТУХИН. Новости вещания 8
 С. ДОЛГАНОВ. КВ-радиоприёмник "Меркурий" 11
 Х. ЛОХНИ. УКВ-блок с увеличенным динамическим диапазоном для радиоприёмников "Океан" и Selena. Часть 3 21

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 27

В. КРАВЦОВ. Сетевой ступенчатый стабилизатор переменного напряжения 27
 С. СЕМИХАТСКИЙ. Универсальная комбинированная электронная нагрузка 30

ИЗ ИСТОРИИ РАДИО 33

А. ЧЕЧНЕВ. Из истории радиоэлектроники. "Электроника видео-82" 33

ЗВУКОТЕХНИКА 40

А. ШУМИЛОВ. Вариант маломощного усилителя для головных телефонов 40

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 43

И. НЕЧАЕВ. ВЧ-СВЧ-индикатор радиоизлучений в мультиметре 43
 И. РЕШЕТНИКОВ. ПЛК для бытовой автоматики — Ethernet и внешнее управление 46

"РАДИО" — О СВЯЗИ 51

Л. ПУЗАНКОВ. Малая академия наук "Искатель" — старт в науку крымских школьников 2-я с. обл., 1, 51

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 53

И. НЕЧАЕВ. Бесконтактный датчик из электретного микрофона и конструкции на его основе 53
 Д. МАМИЧЕВ. Электронный триптих 56
 С. БИРЮКОВ. Игрушечный светофор 59
 Р. СЕРГЕЕНКО. Викторина "Микрокомпьютеры ODROID" 63

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 20, 26).

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 3, 4, 43, 4-я с. обложки).

На нашей обложке. Сетевой ступенчатый стабилизатор переменного напряжения (см. статью на с. 27).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ: О ПРОИГРЫВАТЕЛЯХ UNITRA G-60X
 АВАРИЙНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ
 ГЕНЕРАТОР НА Si5351
 ТЕСТЕР ЖГУТОВ

■■■■■■■■■■ БОЛЕЕ 200 ФИРМ
Radel - УЧАСТНИКОВ ВЫСТАВКИ

XXIV МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
**РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
& ПРИБОРОСТРОЕНИЕ**

25-27
СЕНТЯБРЯ
2024

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
КВЦ ЭКСПОФОРУМ



18+



www.radelexpo.ru
(812) 718-35-37

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ,
И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ,
С. Л. МИШЕНКОВ

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН

Обложка: В. М. МУСЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 129090, Москва, Протопоповский пер., 25, к. Б

Тел.: (495) 607-31-18.

E-mail: ref@radio.ru

Приём статей — e-mail: mail@radio.ru

Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: advert@radio.ru

Распространение — (495) 607-31-18; e-mail: sale@radio.ru

Подписка и продажа — (495) 607-87-39

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,

р/сч. 40703810538090108833

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 3010181040000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 24.08.2024 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:

Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;

КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт редакция.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В перепику редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио[®], 1924—2024. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»

142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.

Зак. 02830-24 .

NNUI 4ab2b79174c5e1911e70849ef37fcef



Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

www.drweb.com

Бесплатный номер службы поддержки в России:

8-800-333-79-32

Рос — цифровые "наездники"

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Великие дела совершаются без шума, они скромно творятся на пользу человечества".

Н. К. Рерих

Под профессиональной мобильной радиосвязью (ПМР/PMR), история которой насчитывает свыше 80 лет, обычно понимают системы двусторонней сухопутной подвижной радиосвязи, использующие диапазон УКВ. Как правило, сети ПМР используются ограниченными группами пользователей, объединёнными по профессиональному признаку. Это могут быть сети оперативного, диспетчерского, административно-хозяйственного, производственно-технологического и другого назначения. Они используются силовыми структурами и правоохранительными органами, аварийными и муниципальными службами, энергетическими, транспортными и производственными предприятиями и пр. Именно поэтому сети ПМР часто называют ведомственными и корпоративными сетями радиосвязи.

К 2023 г. объём продаж на российском рынке частных сетей мобильной связи достиг 1,5 млрд рублей, увеличившись на 20 % по сравнению с предыдущим годом. Число пользователей профессиональной радиосвязи составляло тогда 600 тыс. При этом в России набирает популярность практика построения отраслевыми компаниями собственных сетей мобильной связи, как следует из подготовленного Минцифры проекта стратегии развития отрасли связи до 2035 г.

Системы ПМР имеют собственную инфраструктуру сети (базовые станции, вышки, антенно-фидерное оборудование). Такой подход позволяет построить систему радиосвязи с заданным уровнем надёжности и защищённости. Однако стоимость строительства и содержания инфраструктуры системы высока, а зона покрытия ограничена инвестиционными возможностями владельца. В России на сегодняшний день даже системы радиосвязи полиции имеют покрытие только в городах и вдоль основных магистралей. Причём работает не одна большая система связи, а большое число не связанных между собой систем.

Современные системы ПМР используют цифровые протоколы, а сети ПМР могут работать как на базе отдельных технологий (например, Tetra), так и поверх сетей мобильной связи, к примеру четвёртого поколения (4G) стандарта LTE. Существует также решение Private LTE — это частная или выделенная сеть, которая не присоединена к сетевой инфраструктуре общего пользования, что позволяет получить высокую защищённость связи для конкретной организации-владельца. Правда, такая сеть требует получения соответствующего радиочастотного ресурса, что может быть затруднено или даже невозможно, не говоря уже о том, что эту сеть ещё нужно строить. В общем, в любом случае нужны инвестиции.

Как отмечают специалисты, ПМР представляет собой достаточно консервативную сферу. С одной стороны, системы радиосвязи у ряда заказчиков достаточно успешно работают без модернизации в течение десятков лет. С другой — внедрение новых технологий в этой области про-

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»

RINET
БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон:
+7(495)981-4571

E-mail:
info@rinet.ru

Сайт:
www.rinet.ru

исходит очень медленно, достаточно привести пример системы Tetra, о внедрении которой говорят уже 20 лет.

С другой стороны, сегодня можно получить услуги профессиональной радиосвязи без какого-либо оформления и аренды частот на территории, где уже существует какое-либо покрытие сетями общего пользования. И, заметим сразу, покрытие огромное (если не сказать, глобальное). Собственно, развитие возможностей высокоскоростной передачи данных через сотовые сети позволило реализовать в них все основные функции профессиональных систем радиосвязи: индивидуальные, групповые, экстренные РТТ-вызовы (РТТ — Push-To-Talk). Иными словами, благодаря технологии PoC (РТТ over Cellular или РТТ — вызов через сотовую сеть) поверх уже существующей телекоммуникационной инфраструктуры можно "взехать" в сферу ПМР.

PoC предусматривает организацию связи с группами абонентов с использованием инфраструктуры сотовой сети 2G, 3G, 4G/LTE, 5G или сетей Wi-Fi. Это существенно расширяет возможности универсальной связи, позволяет наладить коммуникацию внутри групп мобильных пользователей и между группами. В РТТ-связи используются полудуплексные вызовы, когда для передачи требуется нажать и удерживать тангенту. Отпустив тангенту, абонент даёт возможность говорить собеседнику. Вызов может идти индивидуально одному абоненту или сразу в группу. Время соединения при этом должно быть менее 1 с (в некоторых стандартах радиосвязи это время регламентируется).

Для того чтобы начать общение, пользователю PoC достаточно нажать на кнопку РТТ, тем самым остаётся оперативность, как на обычных радиостанциях. Вот только дальность связи и набор сервисов и возможности будут принципиально другими. Соответственно PoC-рации (интернет-радиостанции, ip-рации, network radio, LTE-терминалы) — это устройства, которые связываются между собой, используя канал сотовой сети (в рацию установлена SIM-карта) или Wi-Fi. Их абоненты или группы абонентов могут общаться между собой, находясь в любой точке офиса, территории, города и даже разных стран.

Технология PoC позволяет реализовать стандартную голосовую связь, наладить передачу мультимедийных данных, работать с изображениями, текстом и видео. Поскольку устройства на базе PoC используют общедоступные сети, с их помощью достигается широкий охват без использования ретрансляторов или построения дополнительных сетей. Таким образом, клиенту не придётся вкладывать средства в развитие инфраструктуры. Это важно, к примеру, при объединении географически удалённых объектов, обслуживании протяжённых трасс или обширных площадей. Решение PoC актуально как в местах с невысокой плотностью абонентов, так и при очень высокой концентрации терминалов. Простота и эффективность PoC делают её всё

более популярной во всём мире. Это идеальное решение для тех секторов бизнеса, где надёжность и безопасность голосовой связи имеют высокую значимость.

Первые примеры использования технологии PoC появились в 1987 г., а в 1994 г. компания Nextel развернула в США и других государствах Северной и Южной Америки сотовые сети на базе технологии/стандарта iDEN (Integrated Digital Enhanced Network), разработанной компанией Motorola. Стандарт iDEN разрабатывался для реализации интегрированных систем, обеспечивающих все виды подвижной радиосвязи: диспетчерской связи, мобильной телефонной связи, передачи текстовых сообщений и пакетов данных. Системы iDEN предоставляют возможности организации телефонной связи по любым направлениям: мобильный абонент — мобильный абонент, мобильный абонент — абонент ТФОП (телефонная сеть общего пользования). Телефонная связь — полностью дуплексная. Технология iDEN ориентирована на создание корпоративных сетей крупных организаций или коммерческих систем, предоставляющих услуги как организациям, так и частным лицам.

Первая коммерческая система, развернутая в 1994 г. компанией Nextel, в настоящее время является общенациональной. В 2005 г. в сетях Nextel насчитывалось около 20 млн абонентов, большая часть которых использовала функцию РТТ. В США имеется и другая сеть iDEN, оператором которой является компания Southern Co. Сети iDEN развернуты также в Канаде, Бразилии, Мексике, Колумбии, Аргентине, Японии, Сингапуре, Китае, Израиле и других странах.

Новое развитие технология PoC получила вместе с внедрением цифровых сотовых сетей на базе технологий GSM, CDMA и позже LTE, поверх которых и стала развиваться. Сегодня мобильными операторами предлагается и РТТ-связь, основанная на технологии PoC. При этом современные интернет-технологии дают возможность пользователям построить собственную сеть PoC, логически не связанную с инфраструктурой сотового оператора (ну, а физика, конечно, останется). Такой подход позволяет владельцу сети PoC полностью контролировать подключение новых абонентов, настройку рабочих групп и другие административные функции. Сотовый оператор в этом случае обеспечивает только услуги доступа к мобильному Интернету, продавая заказчику соответствующие SIM-карты и обеспечивая сервис.

Преимущества PoC: доступная стоимость построения системы из-за отсутствия необходимости создавать дорогостоящую инфраструктуру, широкая зона охвата, равная зоне действия сотовой сети, в том числе, с учётом межрегионального и заграничного роуминга, масштабируемость с возможностью поддерживать значительную абонентскую базу, высокая оперативность вызовов, когда достаточно нажать на кнопку РТТ и не ждать ответа абонента на звонок, возможность осу-

ществления групповых вызовов одним нажатием на кнопку РТТ, возможность местоопределения абонентов на карте благодаря сигналам GPS/ГЛОНАСС.

Благодаря всему приведённому выше технология PoC успешно применяется в различных областях: логистика, транспорт, железные дороги, портовые объекты, торговля, промышленные парки, энергетика и др.

Типовая PoC-система состоит из сервера и клиентского приложения, работающего на абонентском терминале. В качестве последнего часто используется сотовый телефон. Сервер управляет вызовами в системе с устройств мобильных абонентов. Для доступа абонентов к серверу необходимо, чтобы он был подключён к сети Интернет. Важно отметить, что система PoC может быть интегрирована с системами ПМР и с телефонными сетями. Для этого используются специальные шлюзы. Кроме того, обычно требуется, чтобы подключение сервера осуществлялось через статический IP-адрес, который используется при настройке и работе системы PoC. В случае подключения абонентов только через собственную сеть Wi-Fi сервер может быть расположен во внутренней сети (LAN) вместе с собственной сетью Wi-Fi и работать без выхода в Интернет.

Возможны различные варианты размещения сервера PoC. Он может быть расположен в облаке (у оператора или в собственном облаке крупного пользователя). Размещение облачного PoC-сервера возможно у оператора системы PoC, независимой от сотовых сетей. Этот сервер может располагаться и у пользователя. В этом случае заказчик может полностью контролировать доступ и настройки своей системы PoC.

В зависимости от способа размещения сервера и уровня его интеграции с инфраструктурой сотовой сети можно разделить системы PoC на несколько типов:

— OTT РТТ (Over The Top РТТ), когда сервер PoC никак не связан с инфраструктурой сотового оператора, а абоненты такой системы могут работать через разных сотовых операторов (используя, разумеется, различные SIM-карты). При этом для сотового оператора абоненты PoC-системы ничем не отличаются от других абонентов, использующих мобильный интернет-доступ;

— Advanced OTT РТТ (Advanced Over The Top РТТ), когда сервер PoC и инфраструктура сотовой сети также физически не связаны, но между оператором сотовой системы и владельцем сети PoC действует соглашение (SLA — Service Level Agreement), предусматривающее абонентам PoC приоритетный сервис (даже при перегрузке сети) за счёт ухудшения обслуживания других абонентов;

— Carrier Integrated РТТ. При этом варианте сервер PoC принадлежит оператору сотовой сети и интегрирован с её инфраструктурой, оператор может полностью контролировать подключение абонентов и предоставление им услуг, включая настройки PoC, защиту



передаваемой информации, однако, вероятно, это не всем нравится;

— MC PTT (Mission Critical PTT), что означает соответствие требованиям стандартов мобильной связи 3GPP MC PTT. В этом случае сервер PoC также интегрирован с инфраструктурой сотовой сети, а выполнение требований стандартов 3GPP MC PTT предполагает использование определённых протоколов обмена между сервером и абонентами (по SIP-протоколу) и наличие дополнительного оборудования. Соответственно стоимость систем MC PTT достаточно высока. Кроме соответствия стандарту MC PTT, для гарантированной работы специальных заказчиков, вроде полиции для PoC, необходимо использовать выделенную сеть

своего производства, но и с доступными ценами.

Кстати, о терминалах. Абонентские терминалы PoC обладают всеми характеристиками, присущими радиостанциям профессиональной связи: минимальной задержкой при установлении соединения, поддержкой групповых, индивидуальных и аварийных вызовов, простотой и удобством в работе. PoC-терминалы могут быть выполнены в форм-факторе классической радиостанции или смартфона. При этом форма классической радиостанции приоритетна для суровых условий промышленного применения, поскольку наличие кнопочной клавиатуры позволяет эффективно пользоваться устройством в перчатках, а профессио-

н требует установки внутри терминала SIM-карты. Без неё можно работать через сети Wi-Fi, что в целом распространено меньше. Устройства, которые могут выступать в качестве мобильного абонента PoC, — это профессиональные радиостанции с кнопкой PTT, смартфон, планшет, а также компьютер со специальным клиентским приложением. Для работы в системе PoC на терминал необходимо установить клиентское приложение PoC. Оно позволяет просматривать списки доступных групп и отдельных абонентов, выбирать необходимых абонентов и начинать разговор, выходить на связь с диспетчером, передавать фото- или видеоданные, а также отправлять экстренный сигнал в случае ЧС.

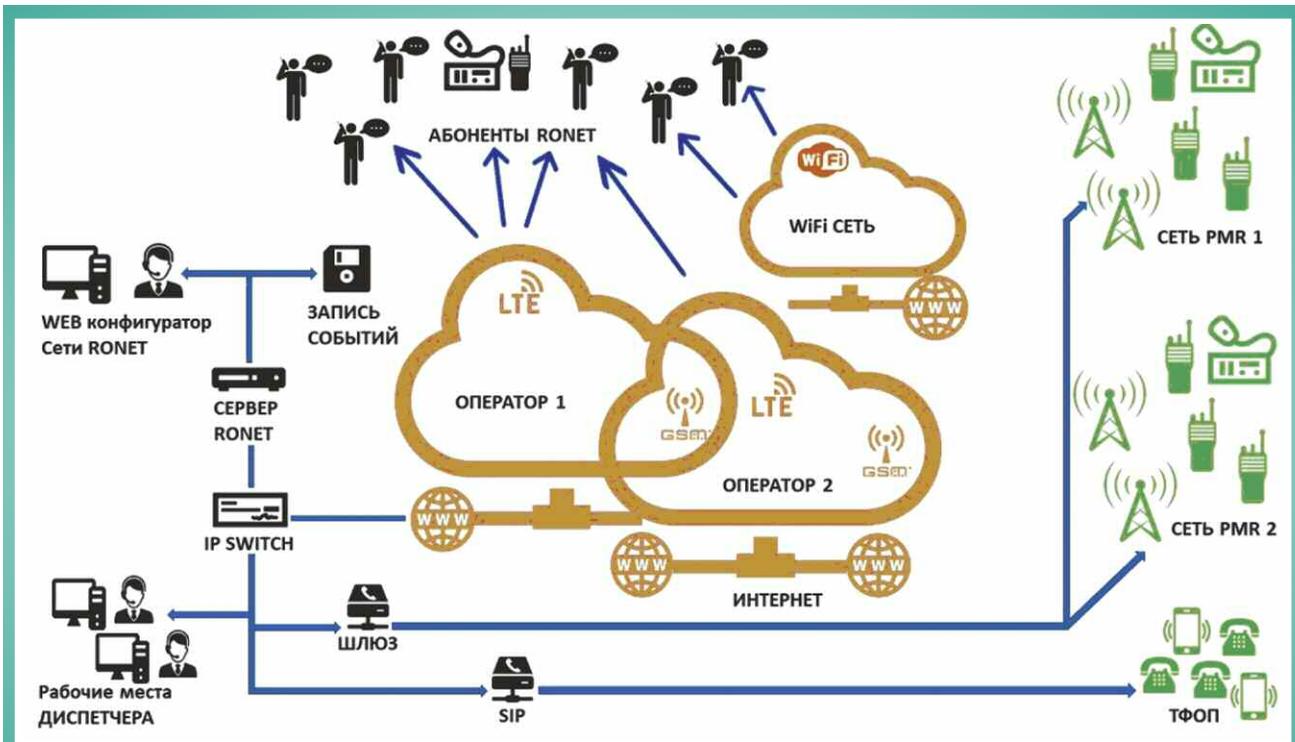


Рис. 1

3G/LTE, которая будет устойчиво работать даже в кризисных условиях. Стоит упомянуть, что во многих странах с точки зрения увеличения зоны обслуживания такие сети строятся в диапазоне 700 МГц, который был перепрофилирован и изъят у операторов ТВ-вещания. В РФ подобный процесс несколько лет назад был остановлен.

Также в РФ уже несколько лет развивается сеть LTE для государственных заказчиков в диапазоне 450 МГц. Однако выбор абонентских устройств, работающих в этом диапазоне, очень ограничен, а стоимость их гораздо выше, чем стоимость LTE-устройств, работающих в общепринятых диапазонах. В связи с этим развитие и использование сети LTE-450 проходят медленно. Возможно, ситуация может кардинально измениться с появлением абонентских терминалов LTE-450 не только рос-

сский разъем позволяет подключать специализированные аксессуары. Разумеется, в линейке абонентского оборудования имеют место пылевлагозащищенные устройства, а также терминалы с клавиатурой и дисплеями. Абонентские терминалы рассчитаны на работу в сложных условиях, аккумуляторы обеспечивают непрерывную работу в течение длительного времени. Как правило, сервис предусматривает наличие системы приоритетов, которая позволяет абонентам, чей приоритет выше, прерывать передачу абонентов более низкого приоритета. Нетрудно догадаться, что наивысший приоритет имеет аварийный вызов.

В настоящее время на рынке предлагается большое число абонентских терминалов PoC различных типов. Общей для них является возможность работы через сотовые сети 3G/LTE, что

Сервер PoC управляет работой абонентов в системе, на его базе реализуются функции администратора сети и диспетчера. Возможно использование интегрированной системы связи (PMP + PoC), образование смешанных групп абонентов (радио и PoC). Также допустима интеграция подсистем PMP и PoC на уровне коммуникационного ядра или диспетчерской подсистемы с использованием шлюзов.

Диспетчер системы PoC отвечает за диспетчеризацию индивидуальных и групповых голосовых вызовов и контроль, динамическое образование групп, передачу сообщений, позиционирование на картах, геофенсинг (технология, которая позволяет задавать границы территории), передачу мультимедийных данных, передачу "живого" видео, широкоэвещательный вызов, запись переговоров, в том числе и видеовызовов.

Читатели, приславшие в редакцию любые пять из шести купонов за полугодие, смогут претендовать на один из призов.

Сентябрь 2024 год

Как упоминалось выше, систем PoC существует довольно много, в том числе, что особо приятно, существуют они и в нашей стране. Схемы PoC-систем отечественных компаний показаны на **рис. 1** (компания Триалинк, сеть Ronet) и **рис. 2** (компания Walkie Labs, сеть WalkieFleet).

Интересно, что функционал ПО в платформе WalkieFleet был расширен поддержкой систем цифровой мобильной радиосвязи (DMR — Digital Mobile Radio) Hytera, Excera, Kirisun и др., что также позволяет создавать конвергентные сети. Недавно компания Walkie Labs объявила, что её решение WalkieFleet теперь присутствует в 60 странах через партнёров и представителей.

текстовые сообщения группе или конкретным абонентам, осуществлять непрерывный контроль за абонентами (просмотр истории вызовов и перемещений абонентов), контролировать зоны перемещения терминалов. Число диспетчеров в сети не ограничено, каждому из них может быть назначена одна или несколько сетей связи.

Функция Over the Air Programming (OTAP) даёт возможность по эфиру, без доставки терминалов на базу, что особенно актуально при работе последних на значительном удалении, управлять всеми параметрами, доступными в клиентском приложении, выполнять обновление определённых настроек и списка каналов для групп абонентов, производить обновления версий ПО и

данные для сетей Wi-Fi и задаёт другие параметры, работающие под ОС Android и iOS. ПО WalkieFleet AIS-DMR протестировано с ретрансляторами Calta, Hytera, Excera, Kirisun.

WalkieFleet позволяет использовать большое число моделей абонентских терминалов с различным функционалом и разной ценовой группы. В терминал вставляются SIM-карты операторов GSM/WCDMA/LTE-сетей, устройство регистрируется на радиосerverе со своим уникальным ID, с помощью которого идентифицируется и взаимодействует с другими абонентами или группами. При нажатии на клавишу PTT пользователь оповещается звуковым сигналом о готовности к связи или об отсутствии такой возможности (занято или вне зоны связи). Все абонентские устройства оснащены GPS-модулем, что позволяет осуществлять мониторинг и геолокацию как в режиме реального времени, так и записывая все данные о перемещении объекта на сервер.

Дополнительные возможности (работа по сети Wi-Fi, передача видеоизображения, просмотр местоположения с абонентского устройства и т. п.) зависят от модели терминала. При необходимости в качестве абонентских устройств можно использовать смартфоны, планшеты, работающие под ОС Android.

Прежде всего, ПО WalkieFleet включает в себя Voice PTT, который использует профессиональную технологию двусторонней радиосвязи для индивидуальной и групповой связи. Эта функция позволяет пользователям нажать на кнопку, чтобы начать разговор немедленно, без подтверждения со стороны принимающей стороны.

Функция Video PTT позволяет отправлять видео в режиме реального времени и доступна для индивидуального и группового общения.

Мессенджер WalkieFleet позволяет обмениваться текстовыми сообщениями, изображениями и файлами в режиме реального времени. Мессенджер доступен как для частных бесед между отдельными пользователями, так и для общения внутри группы.

WalkieFleet имеет возможность GPS-слежения для определения местоположения автомобилей из автопарка. На платформе доступны два варианта: одиночные запросы и кадровые запросы с периодическим обновлением местоположения через равные промежутки времени. Запрос местоположения может быть применён как к одному пользователю, так и к группе, а

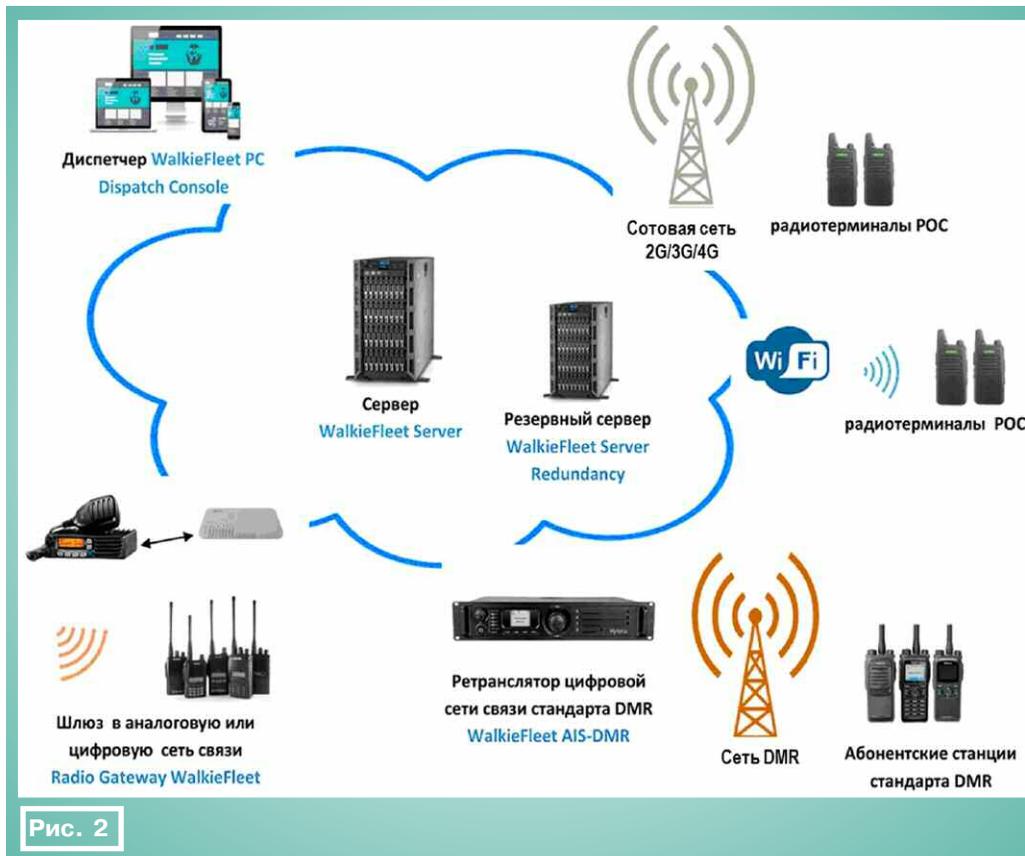


Рис. 2

Рассмотрим основной функционал PoC-сети на примере решения WalkieFleet. Основным элементом является радиосerver, реализованный на ПО WalkieFleet Server, который работает под управлением ОС Windows. Радиосerver отвечает за информацию о группах и абонентах, коммутацию всех абонентских терминалов, хранение данных о них, запись переговоров и маршрутов, полученных с помощью ГЛОНАС/GPS-позиционирования. Для обеспечения отказоустойчивости сети возможна установка резервного сервера, работающего в режиме горячего резервирования (ПО WalkieFleet Server Redundancy).

Решение для диспетчера сети, реализованное с помощью WalkieFleet PC Dispatch Console, позволяет передавать и принимать голосовые, видеозвонки и

удалённого обновления клиентских приложений.

Использование ПО WalkieFleet AIS-DMR для подключения ретрансляторов цифровой сети стандарта DMR существенно расширяют область применения, позволяя объединять цифровые радиостанции и терминалы PoC сети. При этом обеспечивается их совместная работа, а DMR-радиостанции отражаются на диспетчерской консоли: групповой и индивидуальный вызовы, геолокация, запись и воспроизведение переговоров.

С помощью Device Launcher загружается ПО на терминалы пользователя. Программа выполняет установку, удаление клиентских приложений, идентификацию пользователей (имя, пароль, адрес сервера), запуск клиента, вносит

WalkieFleet поддерживает Google Maps и OpenStreetMap для отслеживания местоположения.

Дистанционный мониторинг позволяет захватывать голос и видео с клиентских устройств, отображать их в диспетчерской консоли WalkieFleet и записывать на сервере WalkieFleet.

Диспетчер WalkieFleet может удалённо изменять параметры конфигурации пользователей и отправлять им обновления.

Экстренные оповещения и оповещения о падении человека, аварийные приёмники, высокоприоритетный экстренный вызов и экранная кнопка SOS в мобильном клиенте определяются в настраиваемых профилях экстренных ситуаций. Аварийный отчёт в диспетчерской консоли показывает подробную информацию обо всех аварийных ситуациях за заданный интервал времени.

WalkieFleet предлагает резервное копирование информации сервера, которое автоматически реплицирует все сети, пользователей и группы с мастера на резервный сервер. Все клиенты автоматически переводятся на резервный сервер в случае выхода из строя основного сервера.

Все голосовые и видеозвонки записываются на сервер WalkieFleet Talkie Server. Каждый голосовой разговор записывается в mp3-файл, а видеозвонки записываются в формате mkv.

WalkieFleet PC Dispatch Console — это приложение на базе Windows, предоставляющее возможности диспетчерского управления несколькими коммуникационными сетями WalkieFleet. Платформа Dispatch Console предоставляет интегрированную коммуникационную среду как для PoC, так и для DMR. Возможности включают в себя блокировку и разблокировку пользователей, регистрацию событий, отслеживание истории местоположений и инструменты отчётности в дополнение ко всем функциям WalkieFleet.

Консоль PC Dispatch подключается к серверу WalkieFleet под учётной записью диспетчера, созданной с помощью диспетчера серверов. Каждому диспетчеру может быть назначена одна или несколько сетей связи WalkieFleet. Консоль имеет расширенные возможности по приёму и совершению звонков. В отличие от мобильного клиента, диспетчерское приложение может при-

нимать и совершать несколько звонков одновременно.

Прикладной интерфейс DMR (AIS) — это соединение на основе SIP-протокола для передачи голоса и данных по радиосетям DMR Tier II и Tier I, разработанное Ассоциацией DMR. В свою очередь, Walkie Labs является членом второй категории DMR Association, что означает, что она уполномочена разрабатывать решения на основе интерфейса AIS.

Разумеется, это далеко не всё, чем могут порадовать нас сети PoC вместе с сетями мобильной связи. Ну, а спорить с тем, что это мощное и универсальное решение Push-To-Talk, мы не будем.

По материалам

<https://www.lastmile.su/journal/article/8692?ysclid=lyzjbbzkou498859780>,

<https://kss-spb.ru/info/stati/tekhnologiya-poc-preimuschestva-ivozmozhnosti/>,

<https://goo.su/73Kaa>,

<https://goo.su/fEBBUab>,

<https://goo.su/AESDF>

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ШЕПТУХИН (R5GF), г. Липецк

РОССИЯ

БАШКОРТОСТАН. "Радио Гордость" начало своё вещание в Уфе на частоте 88,7 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-62613163_23557?ysclid=lyxa0ge3tr187444693 (23.07.24)).

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. 5 июля 2024 г. началось вещание радиостанции "Радио России" в Волоконовке на частоте 96,5 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-62613163_23651?ysclid=lyxa2qlz4j82152782 (23.07.24)).

БРЯНСКАЯ ОБЛ. На частоте 89,3 МГц в Брянске запущено вещание радиостанции "Радио Гордость" (источник — URL: https://vk.com/radio_gordost?w=wall-222950544_9088 (23.07.24)).

ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Радио Гордость" начала своё круглосуточное вещание во Владимире на частоте 96,1 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-62613163_23558?ysclid=lyxa4d20fj7580939 (23.07.24)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. На частоте 106,4 МГц в Волгограде и Волжском началось вещание радиостанции "Радио Гордость" (источник — URL: <https://vcfm.ru/vc/Cities/volgograd.htm?ysclid=lyxa70f0iq764123004> (23.07.24)).

ДНР/ЛНР. "Радио России" начало вещание в Троицком муниципальном округе.

Примечание. Время всюду — UTC.
Время MSK = UTC + 3 ч.

Специалистами Компании радиовещания, радиосвязи и телевидения в пгт Троицкое на частоте 94 МГц организовано вещание этой радиостанции Всероссийской государственной телевизионной и радиовещательной компании.

Теперь жителям Троицкого муниципального округа доступны для прослушивания три радиостанции на следующих частотах:

- 94 МГц — "Радио России";
- 102,1 МГц — "Своя волна";
- 103,8 МГц — "Вести ФМ".

(источник — URL: <https://forum.vcfm.ru/viewtopic.php?f=2&t=1889&start=645&ysclid=lyxa9agb2g482663613> (23.07.24)).

1 июля 2024 г. состоялся запуск радиостанции для православных христиан в Мелитополе. "Радио Вера" вещает на частоте 101,1 МГц (источник — URL: <https://za-inform.ru/zaporozhskaya-oblast/v-melitopole-zapustili-russkoeppravoslavnoe-radio-vera/> (23.07.24)).

Радиостанция "Маяк" в Луганске теперь вещает на новой частоте 89,5 МГц. На бывшей частоте 102,9 МГц вещание этой радиостанции отсутствует (источник — URL: <https://forum.vcfm.ru/viewtopic.php?f=2&t=1889&start=645#p180554> (23.07.24)).

ИВАНОВСКАЯ ОБЛ. В Иванове на частоте 91,8 МГц началось вещание радиостанции "Радио Родных дорог".

КАБАРДИНО-БАЛКАРИЯ. Филиал РТРС РТПЦ в Кабардино-Балкарии в сотрудничестве с радиохолдингом ГПМ

"Радио" с 1 июля 2024 г. начал трансляцию в Нальчике новых радиостанций. Трансляция ведётся в УКВ-диапазоне на частотах: "Детское Радио" — 95 МГц, Like FM — 98,2 МГц. В зону вещания входят город Нальчик и близлежащие районы (источник — URL: <https://nalchik.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/filial-rtrs-rtpts-kabardino-balkarskoy-respubliki-nachal-translyatsiyuradiokanalov-detskoe-radio-i/> (23.07.24)).

КАЛУЖСКАЯ ОБЛ. 20 июня 2024 г. радиостанция "Радио Рекорд" официально зазвучало в г. Кирове на частоте 105,6 МГц (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_23529 (23.07.24)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. В двух населённых пунктах Кемеровской области началось вещание радиостанции "Наше радио". В Ленинске-Кузнецком вещание идёт на частоте 92,4 МГц, в Киселевске — на частоте 107,8 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-28866484_2872677?ysclid=lyxaka70h6561047662 (23.07.24)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Автораддио" снова начала вещание на частоте 68,15 МГц в Краснодаре. Постоянное вещание "Автораддио" в УКВ-диапазоне 65,9...74 МГц давно прекратилось, однако частота может периодически использоваться. Эфир теперь совпадает с параллельным вещанием на частоте 103,2 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-206132844_1959?ysclid=lyxaldzvef151602879 (23.07.24)).

Радиостанция "Радио Рекорд" вернулась в Туапсе. Частота вещания — 95,4 МГц. До 2018 г. радиостанция работала на частоте 96,6 МГц (источник —

URL: <https://t.me/radiogovor/1233> (23.07.24)).

"Петро FM" заработало в Кореновске на частоте 92,8 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-206132844_1966?ysclid=lyxama641q872401614) (23.07.24)).

В Анапе началось вещание радиостанции "Релакс FM" на частоте 94,5 МГц (источник — URL: <https://www.gprradio.ru/news-page/uid/37853>) (23.07.24)).

Радиостанция Like FM начала вещание в Анапе на частоте 93,7 МГц. Мощность передатчика — 100 Вт. Радиостанция заменила собой радиостанцию "Радио Джаз" (источник — URL: <https://www.gprradio.ru/news-page/uid/37892>) (23.07.24)).

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. В Норильске началось вещание радиостанции "Наше радио", частота вещания — 91,1 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-28866484_2872677?ysclid=lyxaka7oh6561047662) (23.07.24)).

"Радио Сибирь" в Красноярске улучшило качество вещания благодаря комплексу технических мероприятий, проведенных инженерной службой "Радио Сибирь" совместно с филиалом РТРС Красноярский КРТПЦ. С июня 2024 г. вещание радиостанции ведётся с нового современного передатчика мощностью 1 кВт и с новой точки вещания с высотой подвеса передающей антенны 150 м (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_89357/) (23.07.24)).

КУРСКАЯ ОБЛ. В Курске начала вещание радиостанция "Радио Гордость" на частоте 105,8 МГц. RDS пока отсутствует (источник — URL: https://vk.com/radio_gordost?w=wall-222950544_9088) (23.07.24)).

МОСКВА и МОСКОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Наше радио" с 9 июля 2024 г. продолжила вещание в Москве на новой частоте. Музыкальная радиостанция будет доступна слушателям на соседней частоте 101,8 МГц, вместо прежней 101,7 МГц (источник — URL: <https://www.nashe.ru/news/nashe-radio-pereezhaet-na-novuyu-volnu>) (23.07.24)).

Радиостанция "ПИ FM" в Можайске сменила частоту. С 9 июля 2024 г. она будет доступна на частоте 101,6 МГц. Мощность передатчика — 100 Вт в моно-режиме звучания, пилот-тон и RDS отсутствуют (источник — URL: https://vk.com/wall-194965312_11196?ysclid=lyxany1ekg661787185) (23.07.24)).

1 июля 2024 г. "Радио Шансон" в Серпухове сменило частоту вещания с 101,5 МГц на 100,7 МГц. Мощность передающего оборудования — 100 Вт, вещание — стерео без RDS. До февраля 2021 г. на этой частоте транслировались радиостанции "Радио Maximum", "Радио Ваня" (сейчас частота вещания — 92,3 МГц) и радиостанция "Первое Популярное" (источник — URL: https://vk.com/wall-194965312_11196?ysclid=lyxany1ekg661787185) (23.07.24)).

"Радио России" 9 июля 2024 г. начало вещание на новой частоте 101,5 МГц

в Москве. Трансляция на частоте 66,44 МГц пока продолжается. Кстати, с 2000 г. по 2001 г. радиостанция вещала по временной лицензии на частоте 104,2 МГц (сейчас на этой частоте работает "Радио Energy"), а с 2006 г. по 2008 г. — на частоте 97,6 МГц (сейчас на этой частоте в Москве вещает радиостанция "Вести FM") (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_23660) (23.07.24)).

НЕНЕЦКИЙ АО. В Нарьян-Маре на частоте 104,4 МГц началось вещание радиостанции "Наше радио" (источник — URL: https://vk.com/wall-28866484_2872677?ysclid=lyxaka7oh6561047662) (23.07.24)).

ОРЛОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Маруся FM" начала вещание в Орле на частоте 92,5 МГц (источник — URL: https://vk.com/wall-37532400_3496412?ysclid=lyxat4ftmy286418233) (23.07.24)).

Радиостанция "Открытие" с 7 июля 2024 г. в Орле вещает на новой частоте 107,4 МГц (источник — URL: https://vk.com/discoveryradio?w=wall-206099388_452&ysclid=lyxau1jy9i362081042) (23.07.24)).

ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛ. В Пензе на частоте 102,8 МГц произошла замена радиостанции. Вместо вешавшей многие годы радиостанции "Мост-радио" включена радиостанция Comedy radio. Запуск радиостанции состоялся 6 июля 2024 г. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: <https://www.gprradio.ru/news-page/uid/37813>) (23.07.24)).

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. В Каменск-Шахтинском на частоте 104,2 МГц начала вещание радиостанция "Малина FM". Ранее на этой частоте транслировалось "Радио Искатель" (источник — URL: <https://rkn.gov.ru/activity/mass-media/for-broadcasters/teleradio/?id=%D0%9B033-00114-77%2F00065072>) (23.07.24)).

РЯЗАНСКАЯ ОБЛ. Радио "Русский Хит" зазвучало в Рязке. Частота вещания — 96,3 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/12692.htm>) (23.07.24)).

С 1 июля 2024 г. началось вещание радиостанции Like FM в г. Касимове на частоте 104,9 МГц (источник — URL: <https://www.gprradio.ru/news-page/uid/37708>) (23.07.24)).

В Рязани на частоте 107,2 МГц началось вещание радиостанции "Радио Рекорд" (источник — URL: <https://t.me/radiogovor/1224>) (23.07.24)).

Началась трансляция радиостанции Like FM в Шилово на частоте 91 МГц, присутствует RDS (источник — URL: <https://vcfm.ru/radio/station.php?name=Like%20FM&ysclid=lyxax843gs802907538>) (23.07.24)).

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ и ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. Радио "Волхов-VFM" вновь в эфире. С 21 июня 2024 г. в Волхове на новой частоте 99,3 МГц заработало VFM. Звук — стерео, RDS нет. В прошлые годы VFM работало на частоте 87,8 МГц с июля 2017 г. до 31 декабря 2023 г., а ещё раньше — на частотах 101,6 МГц (заменено на "Радио Рекорд"), 103,8 МГц (заменено на "Авто-радио") и 105,7 МГц (заменено на

"Русское радио") (источник — URL: https://vk.com/wall-67314840_5357) (23.07.24)).

Радиостанция "Радио Мария" вынужденно приостановило вещание на частоте 1053 кГц по причине нехватки средств. На данный момент взята пауза на два месяца.

На сегодняшний день местный средневолновый эфир оживает с 16 ч до 21 ч на частоте 684 кГц. В это время вещает радиостанция "Радио Радонез" (источник — URL: https://vk.com/wall-35538617_1348) (23.07.24)).

САХАЛИНСКАЯ ОБЛ. В Южно-Сахалинске с 1 июля 2024 г. на частоте 102,9 МГц началось вещание радиостанции "Радио Монте-Карло". Ранее на этой частоте вещала радиостанция Rock FM (источник — URL: https://vk.com/wall-40123810_57472) (23.07.24)).

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. В Серове на частоте 87,5 МГц началось вещание радиостанции "Наше радио" (источник — URL: https://vk.com/wall-28866484_2872677?ysclid=lyxaka7oh6561047662) (23.07.24)).

СМОЛЕНСКАЯ ОБЛ. Радиохолдинг Media FM запустил на частоте 90,5 МГц в Смоленске вещание радиостанции "Радио Гордость" (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_89503/) (23.07.24)).

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. С 1 июля 2024 г. в Ставрополе на частоте 95 МГц вместо радиостанции "Своё FM" начала вещание "Маруся FM" (источник — URL: https://vk.com/public204049665?w=wall-204049665_1558) (23.07.24)).

ТАТАРСТАН. В Набережных Челнах на частоте 87,9 МГц началось вещание радиостанции "Радио Гордость" (источник — URL: https://vk.com/radio_gordost?w=wall-222950544_9088) (23.07.24)).

ТАМБОВСКАЯ ОБЛ. "Радио Гордость" с 30 июня 2024 г. начало вещание в Тамбове на частоте 107,9 МГц (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_23595) (23.07.24)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. В июне 2024 г. радиостанция "Наше радио" начала вещание в Бологое и Торжке на частотах 106,8 МГц и 103,4 МГц соответственно (источник — URL: https://vk.com/wall-28866484_2872677?ysclid=lyxaka7oh6561047662) (23.07.24)).

ТУЛЬСКАЯ ОБЛ. 3 июля 2024 г. к сети вещания радиостанции "Радио Шансон" присоединился г. Ефремов. Частота вещания — 96,2 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/12712.htm>) (23.07.24)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. В Кыштыме на частоте 97 МГц началось вещание радиостанции "Интерволна" (источник — URL: https://vk.com/wall-18520524_15499) (23.07.24)).

ЧУВАШИЯ. "Радио Гордость" начало вещание в Чебоксарах и Новочебоксарске на частоте 106,2 МГц (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_23650) (23.07.24)).

ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛ. Государственная радиостанция "Радио России"

начала вещание в д. Осташево Тутаевского района на частоте 94,4 МГц с передатчика мощностью 1 кВт (источник — URL: <https://vesti-yaroslavl.ru/novosti/item/83664-radio-rossii-yaroslavl-prodolzhaet-rasshiryat-geografiyu-veshchaniya> (23.07.24)).

ИНТЕРНЕТ-РАДИО

РОССИЯ. МИД России запретил вещание 81 европейскому СМИ в ответ на аналогичные меры в отношении российских медиа. Мера затронет, в частности, Politico, Agence France-Presse (AFP), немецкую Der Spiegel, финскую Yle, испанскую El País, EUobserver, литовское LRT, эстонскую версию портала Delfi и другие медиа. Москва приняла эти меры в ответ на запрет вещания в ЕС "РИА Новости", "Российской газеты" и "Известий", а также Voice of Europe за военную пропаганду (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__89378/ (23.07.24)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Ofcom (британский регулятор в сфере телерадиовещания и почтовой связи) разрешает расширить полосу звуковых частот на средних волнах (СВ). Ofcom опубликовал заявление для консультации по Техническому кодексу аналогового радиовещания, в котором говорится о разрешении СВ AM-радиостанциям транслировать более качественный звук. Большинство пунктов довольно незначительны. Лицензиаты AM и УКВ должны обеспечить надёжность работы, что отражает формулировку, введённую в кодексы DAB в 2023 г. Ofcom теперь разрешает более широкую полосу звуковых частот. Исторически AM ассоциируется с плохим звуком телефонного качества из-за исторически сложившихся ограничений на полосу звуковых частот около 6 кГц. Это относится к периоду расцвета AM-радио в 1970-х годах, когда существовал компромисс между шириной полосы звуковых частот и числом радиостанций, а в ночное время в большинстве стран наблюдалась значительная помехи. Поскольку в настоящее время диапазон СВ в большей части Европы свободен, а аудио-процессоры и фильтрация значительно улучшились с появлением цифровой обработки сигнала, в течение нескольких лет такие страны, как Испания, большая часть Азии, Австралия и др., использовали в AM полосу частот 9 кГц, что примерно соответствует звучанию аудиокассет массового производства. Теперь Ofcom собирается разрешить существующим лицензиатам AM в каждом конкретном случае увеличить полосу частот (источник — URL: <https://radiotoday.co.uk/2024/06/ofcom-to-allow-wider-audio-bandwidth-on-am/> (23.07.24)).

ГЕРМАНИЯ. Правительство Германии планирует отключить аналоговое УКВ-радио в середине 2031 г. В отличие от других государств, этот шаг поддерживается как государственным, так и частными вещателями, которые в

северной части немецкой земли Шлезвиг-Гольштейн изложили план по полному отказу от УКВ-диапазона. Согласно плану к середине 2031 г. вещательные компании прекратят аналоговое УКВ-вещание в пользу цифрового вещания через DAB+ и потокового вещания через Интернет. В соответствии с планом перехода частные радиостанции Radio Bob! Rockt в Шлезвиг-Гольштейне, Delta Radio и Antenne Sylt полностью перейдут на цифровое вещание в 2025 г. Молодёжный канал общественного вещателя NDR N-Joy перейдёт на DAB+ только в Нибюлле в 2025 г., на Гельголанде — в 2026 г. и в Гардинге и Хузуме — в 2027 г. В 2026 г. Klassikradio, Свободное радио Ноймюнстера, бесплатное радио Фленсбурга перейдут на DAB+, а в 2027 г. — радио Любека. В течение всего переходного периода NRD и федеральная общественная радиостанция Deutschlandradio продолжат расширять своё вещание в формате DAB+ с полным переходом к 2031 г. Для продвижения этого плана и подготовки слушателей государство запустило публичную информационную кампанию с хэштегом #SHhoertdigital, что переводится как "SH слушает в цифровом формате", и слоганом "Переходите на DAB+ сейчас". Digitalradio Büro Deutschland также запустила информационный сайт о переходе. Президент WorldDAB Жаклин Бирхорст приветствовала это заявление, которое прозвучало в то же время, когда швейцарская общественная вещательная компания SRG SSR объявила о планах отключить свою аналоговую УКВ-сеть к концу 2024 г. В других регионах Германии аналогичные планы на 2025 г. были отложены (источник — URL: <https://www.radioworld.com/global/german-state-sets-mid-2031-for-fm-switchoff> (23.07.24)).

КИТАЙ. Китай запустил радиовещание для безопасности на судоходных путях в Арктике. Радиостанция на севере КНР начала транслировать информацию об актуальной ситуации на арктических водных транспортных путях для обеспечения безопасности судоходства, — передаёт агентство Синьхуа. Отмечается, что радиостанция, расположенная в городе Тяньцзинь, на севере КНР, начала вещание. Она использует данные спутников, передаёт информацию о толщине льда и прогнозы погоды в районе Берингова пролива, пролива Дмитрия Лаптева, пролива Вилькицкого, а также пролива Карские Ворота. Радиовещание будет вестись с 1 июля по 31 октября. Агентство отмечает, что запуск радиовещания позволит заполнить пробел в информации о морской безопасности на арктических судоходных маршрутах, тем самым обеспечить безопасность навигации для китайских судов (источник — URL: <https://1prime.ru/20240702/arktika-849653140.html> (23.07.24)).

СЛОВАКИЯ. Как сообщает русская редакция словацкого иновещания Radio Slovakia International (RSI) со ссылкой на государственное информационное агентство Словацкой Республики TASR (Tasova agentura Slovenskej republiky), 30 июня 2024 г. президент Словакии

Петер Пеллегрини подписал новый закон о Словацком телевидении и Словацком радио. Это означает, что закон вступил в силу уже с 1 июля 2024 г. Причём президент до этого заявлял, что подпишет этот закон только в том случае, если он не будет противоречить Конституции. Таким образом, Петер Пеллегрини посчитал, что упомянутый закон, принятый словацким парламентом, не противоречит Конституции Словацкой Республики. По новому закону у общественного (государственного) словацкого телевидения и радио Rozhlas a televizia Slovenska (RTVS) теперь новое название — Slovenska televizia a rozhlas (STVR). По мнению министерства культуры Словакии, предложившего переименование, старое название не отражало словацкую государственность. Вместо прилагательного "словацкое", обозначающее государствообразующую нацию, в новом названии использовано наименование Словакия (источник — URL: <https://obob.tv/veshhateli-i-kanaly/veshhatelnoe-potryasenie-v-slovakii-rtvs-z/> (23.07.24)).

США. Число образовательных радиостанций УКВ-диапазона продолжает расти. Федеральная комиссия по связи опубликовала итоговые данные по вещательным станциям в США за середину года. По состоянию на конец июня в стране насчитывалось 4413 лицензированных радиостанций, вещающих на СВ, что на 50 станций меньше, чем в прошлом году, и на 85 станций меньше, чем два года назад. Это продолжает постепенное, но последовательное сокращение общего числа радиостанций СВ-диапазона в последние годы. Также незначительно сократилось число коммерческих радиостанций УКВ-диапазона. По состоянию на середину 2024 г. их было 6620, что на 55 станций меньше, чем год назад и на 69 два года назад. Тем временем число образовательных УКВ-радиостанций продолжает расти. По состоянию на конец июня 2024 г. их насчитывалось 4356, что на 120 больше, чем в июне прошлого года, и на 172 больше, чем два года назад (источник — URL: <https://www.radioworld.com/news-and-business/headlines/fm-educational-station-totals-continue-to-grow> (23.07.24)).

ТАЙВАНЬ. В связи с возросшей солнечной активностью слышимость радиостанции "Русской службы Международного Радио Тайваня" на русском языке на частоте 5900 кГц с 17:00 до 17:30 в последние месяцы ухудшилась. Поэтому было предложено перейти на частоту 9790 кГц до конца летнего сезона вещания. Поэтому получасовая программа "Русской службы Международного Радио Тайваня" с 1 июля транслируется на частоте 9790 кГц с 17:00 до 17:30. Мощность передатчика — 50 кВт, направление вещания — европейская часть России (источник — URL: <https://www.novosibdx.info/schedules.html> (23.07.24)).

ТУРЦИЯ. В Турции закрывают радиостанцию Açık Radio за использование имени термина "Геноцид армян". С самого первого дня своего создания Açık Radio защищает фундаментальные права и

свободы человека. Решением Высшего совета радио и телевидения Турции аннулирована лицензия Aşik Radio. Причина — использование радиостанцией в эфире 24 апреля 2024 г. термина "Геноцид армян". Совет принял решение оштрафовать радио и приостановить вещание, а также аннулировать лицензию после того, как Aşik Radyo не выполнило решение о приостановке вещания. Как передаёт Арменпресс, совет из девяти человек, в котором преобладают представители правящей партии "Справедливость и развитие", принял решение о закрытии радио, поскольку оно не прекращало вещание, что, по мнению совета, является нарушением статьи "возбуждение ненависти и вражды к обществу или разжигание ненависти среди населения, независимо от расы, языка, религии, пола, класса или секты". Усилия тридцати лет радиовещания, начиная с 1995 г., сводятся на нет одним решением (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__89453/ (23.07.24)).

ШВЕЙЦАРИЯ. Швейцария завершает аналоговое УКВ-вещание. Общественная (негосударственная) телерадиокомпания SRG обосновывает этот шаг тем, что в Швейцарии используется всё меньше аналоговых УКВ-приёмников, а содержание УКВ-антенн слишком дорого. Холдинг SRG продолжит транслировать свои радиoprogramмы посредством технологии DAB+ и посред-

ством сети Интернет. В Швейцарии и в самом деле в употреблении остаётся всё меньше аналоговых УКВ-приёмников (их сейчас не более 10%), что лишний раз подтверждает ранее сделанный прогноз, что новым стандартом станет именно технология DAB+. По данным Федерального Ведомства связи (BACOM), по состоянию на весну 2023 г. доля цифрового радио составила 81%. Кроме того, содержание УКВ-антенн и инвестиции в их обновление являются дорогостоящими затратами, несоизмеримыми с современными потребностями аудитории. Учитывая напряжённое финансовое положение холдинга SRG, причиной которого стали снижение доходов от рекламы и инфляция, дальнейшие инвестиции в устаревшие технологии вещания больше не оправданы. А вот благодаря DAB+ и Интернету у потребителей в стране остаются два варианта приёма радиоконтента, предлагающих значительно лучшее качество звука, больший выбор программ. Кроме того, они являются значительно более энергоэффективными и экономически рентабельными, предоставляя при этом дополнительную информацию в виде текста и изображений.

ЯПОНИЯ. NBC Radio Saga в префектуре Сага, Япония, распространяет 2000 небольших УКВ-приёмников, чтобы помочь слушателям, отключённым из-за приостановки вещания в СВ-диапазоне. Ранее в 2024 г. японские радио-

вещательные компании начали годичный судебный процесс по приостановке вещания в СВ-диапазоне. Проект позволяет организациям и регулирующим органам оценить влияние отключения СВ-вещания на слушателей, экстренное реагирование и эксплуатационные расходы. В общей сложности в приостановке работы участвуют 34 радиостанции по всей стране. В префектурах Сага и Ямагути участвуют все коммерческие операторы, вещающие на СВ. Компания Nagasaki Broadcasting Co. отключила передатчик NBC Radio Saga на частоте 1458 кГц в Арите и передатчик на частоте 1116 кГц в Илари на время судебного разбирательства. Слушатели могут принимать радиостанцию через потоковую платформу Radiko, кабельное телевидение или через УКВ-радиостанцию, вещающую на частоте 93,5 МГц в Сага и 92,1 МГц в Тосу. По данным радиостанции, два УКВ-передатчика охватывают около 95% территории префектуры Сага. С 2014 г. Япония лицензировала услуги СВ-ретранслятора в широком диапазоне частот от 90 до 94,9 МГц, но многие радиоприёмники имеют только традиционный японский УКВ-диапазон 76,1...89,9 МГц. Программа распространения УКВ-приёмников продлится до конца года (источник — URL: <https://www.radioworld.com/global/japanese-am-distributes-fm-receivers> (23.07.24)).

Хорошего приёма и 73!

КВ-радиоприёмник

"Меркурий"

С. ДОЛГАНОВ, г. Барабинск Новосибирской обл.

Радиоприёмник "Меркурий" (далее — РПУ) предназначен для приёма АМ и SSB-радиостанций в диапазоне от 7 МГц до 14,5 МГц. Промежуточная частота РПУ — 1679 кГц. Гетеродин перестраивается в пределах от 8,6 МГц до 12,4 МГц. Режим "расстройка" позволяет плавно менять частоту гетеродина по краям диапазона в пределах 8,5...8,68 МГц и 12,12...12,75 МГц. В зависимости от настройки преселектора с перестройкой от 7 МГц до 14,5 МГц частота приёма может быть выше или ниже частоты гетеродина. Это позволило обойтись без дополнительных катушек индуктивности и избежать применения галетных переключателей, что упростило приёмный тракт.

РПУ, в первую очередь, предназначен для работы с магнитными (рамочными антеннами), но работает и с обычным вертикальным вибратором с противовесом или "длинным проводом".

Конструктивно радиоприёмник — полная копия устройства "КВ-радио-

приёмник" [1]. Поэтому полный чертёж каркаса РПУ "Меркурий" не приводится. РПУ содержит несколько узлов, схема соединений которых приведена на **рис. 1**. Настройка первого гетеродина происходит перемещением короткозамыкателя по натянутым нихромовым проводам. На **рис. 1** — это резисторы R4 и R5. На **рис. 2**, **рис. 3** показано размещение узлов на шасси РПУ "Меркурий". Здесь: 1 — металлическое шасси 200×430 мм (крышка системного блока компьютера); 2 и 4 — боковые стенки, изготовлены из MDF; 3 — передняя панель, также изготовлена из MDF. Штриховыми линиями на **рис. 2** показаны платы узлов, расположенные с противоположной стороны — в "подвале" шасси.

Радиосигналы с антенного входа XW1 поступают на согласующий резистор R1 усилителя ВЧ, узла А1 (**рис. 4**). Сам усилитель выполнен по каскодной схеме с применением "токового зеркала" на транзисторах VT2 и VT3 по мето-

дике, изложенной в [2]. Регулировка усиления (далее — РУ) осуществляется подачей минусового смещения на затвор полевого транзистора VT1. Для эффективной РУ напряжение отсечки транзистора VT1 не должно быть меньше 1,5 В. Транзисторы VT2 и VT3 желательно подобрать с максимально близкими характеристиками. Дроссель L1 — готовая катушка с внутренним диаметром 8 мм от фильтра электромагнитных помех импульсного блока питания. Чертёж печатной платы усилителя и расположение деталей показаны на **рис. 5**. Эта и все остальные платы изготовлены из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Все детали на всех платах, за исключением платы ФСС (узел А5), припаивают со стороны печатных проводников.

Усилитель ВЧ нагружен на полосовой фильтр (преселектор, узел А2) с "внешней" ёмкостной связью на конденсаторе С3 и "внутренней" ёмкост-

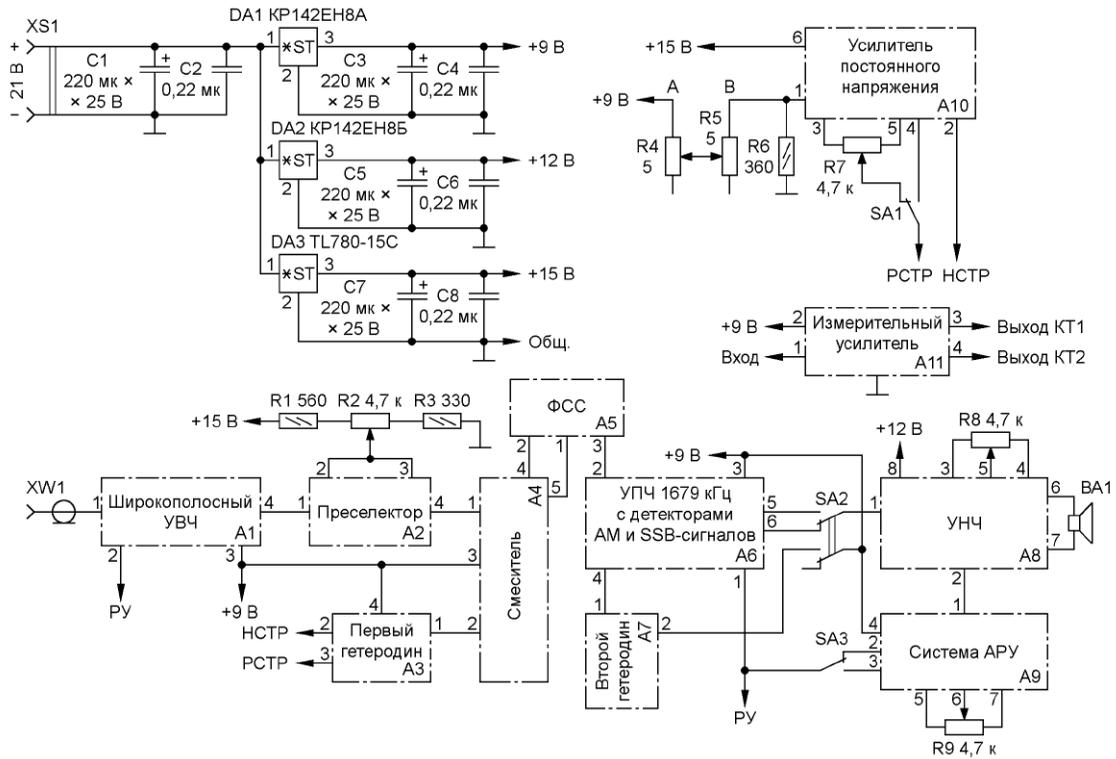


Рис. 1

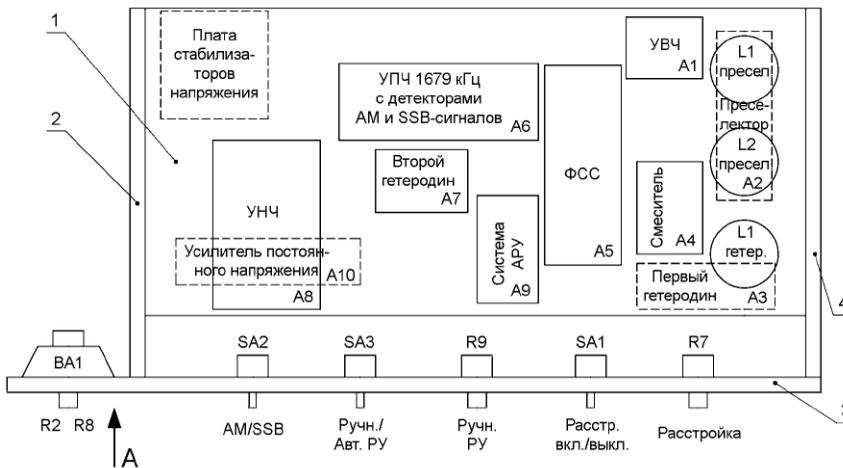


Рис. 2

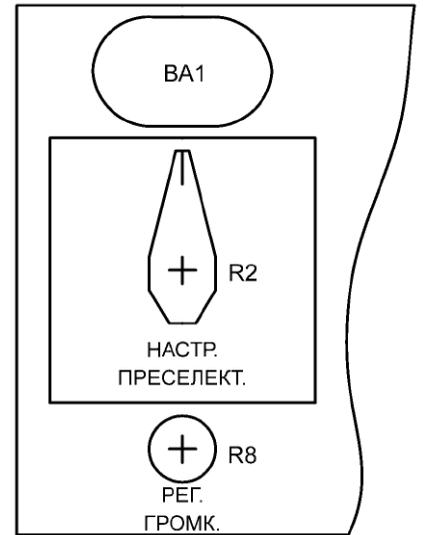


Рис. 3 Вид А

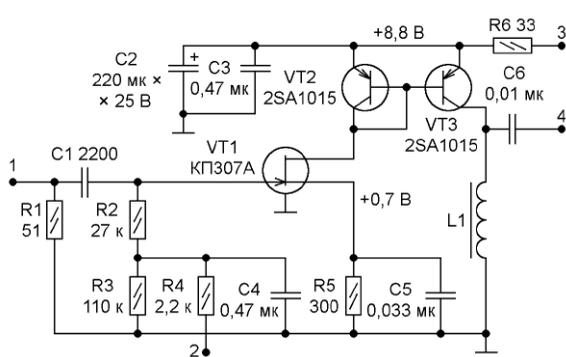


Рис. 4

ной связи на конденсаторе С8 (рис. 6). Катушки L1 и L2 фильтра необходимо сделать как можно точнее. Лучше, например, сделать три и затем выбрать две одинаковые. Материал для L1 и L2 — это распиленная на две равные части бобина от шёлковых ниток. В качестве экранов для катушек применяются алюминиевые корпуса конденсаторов от ламп дневного света. Чертёж L1 и L2 и способ их крепления показан на

Рис. 3

рис. 7. На этом чертеже: 1 — каркас катушки; 2 — обмотка, содержащая 12 витков провода ПЭЛ 0,8 с шагом 2 мм и отводом от середины; 3 — экран; 4 — винтовое крепление каркаса катушки к шасси РПУ; 5 — плата узла А2; 6 — изогнутая шпилька для крепления экрана к шасси РПУ; 7 — металлическое шасси.

Резисторы R1 и R6 необходимы для повышения устойчивости УВЧ, поскольку размеры монтажа усилителя весьма значительны. Варикапы VD1—VD4

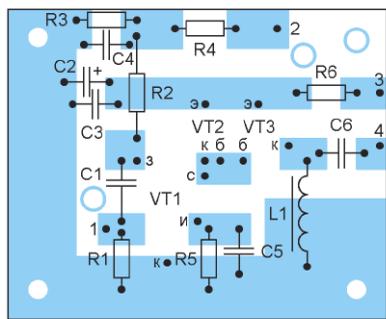
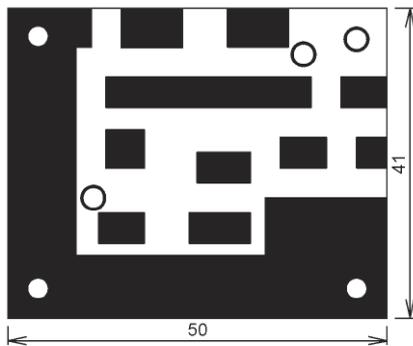


Рис. 5

лучше применять с одинаковыми вольт-фарадными характеристиками. Чертёж печатной платы и расположение деталей преселектора показаны на **рис. 8**. Выводы катушек L1 и L2 пропускают в предназначенные для них отверстия на плате со стороны, противоположной печатным проводникам и деталям, и припаивают к соответствующим печатным проводникам и к конденсатору C8.

Для "охвата" всего радиовещательного диапазона 31 м поздно ночью необходимо три раза подстраивать преселектор.

Стоит остановиться на способе сопряжения настроек преселектора с рамочной антенной. Уравнять индуктивность катушек преселектора с индуктивностью рамочной антенны — задача трудновыполнимая. Индуктивность рамки зависит от её местоположения. Мною серьёзно обдумывалась возможность произвести сопряжение с помощью аппроксиматора по книге [3]. Но шкала настройки преселектора на низкочастотном участке получилась с очень плотной настройкой, и дискретность приближения диодного аппроксиматора для этой цели оказалась недостаточной. Поэтому от такого устройства пришлось отказаться. И следующая причина отказа — это невозможность подключения к РПУ другой рамочной антенны без сложной перестройки аппроксиматора. Другого выхода, как иметь раздельные максимально точно отградуированные органы настройки антенны и преселектора, я не нашёл. Схема блока настройки и управления магнитной (рамочной) антенной показана на **рис. 9**. Блок содержит всего пять деталей. Самое главное для блока настройки — это точная и большая разборчивая шкала, что и определяет его размеры. Чертёж внешнего вида и размеры блока

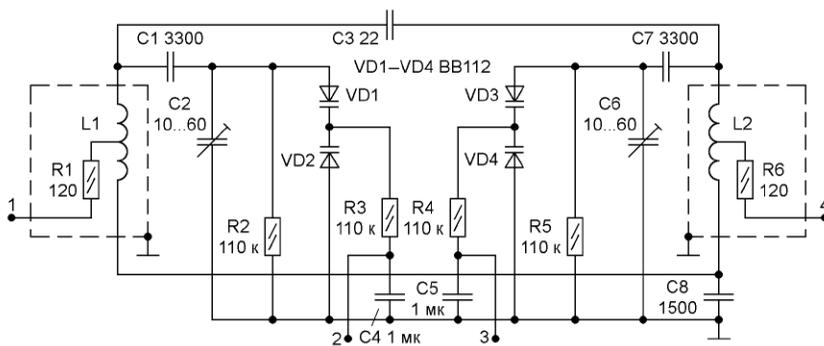


Рис. 6

настройки антенны приведены на **рис. 10**, фотография — на **рис. 11**.

Первый гетеродин, узел АЗ, выполнен по схеме ёмкостной трёхточки на транзисторе VT1 (**рис. 12**). Напряжения на схеме указаны при сорванной генерации, когда замкнуты выводы катушки L1. Резисторы R2 и R3 управ-

ления варикапами и экран существенно уменьшают добротность катушки L1, что приводит к уменьшению выходного напряжения гетеродина примерно до 0,5 В. Резистор R1 необходим для предотвращения возбуждения гетеродина на более высоких частотах. Варикапы VD1 и VD2 управляют перестройкой

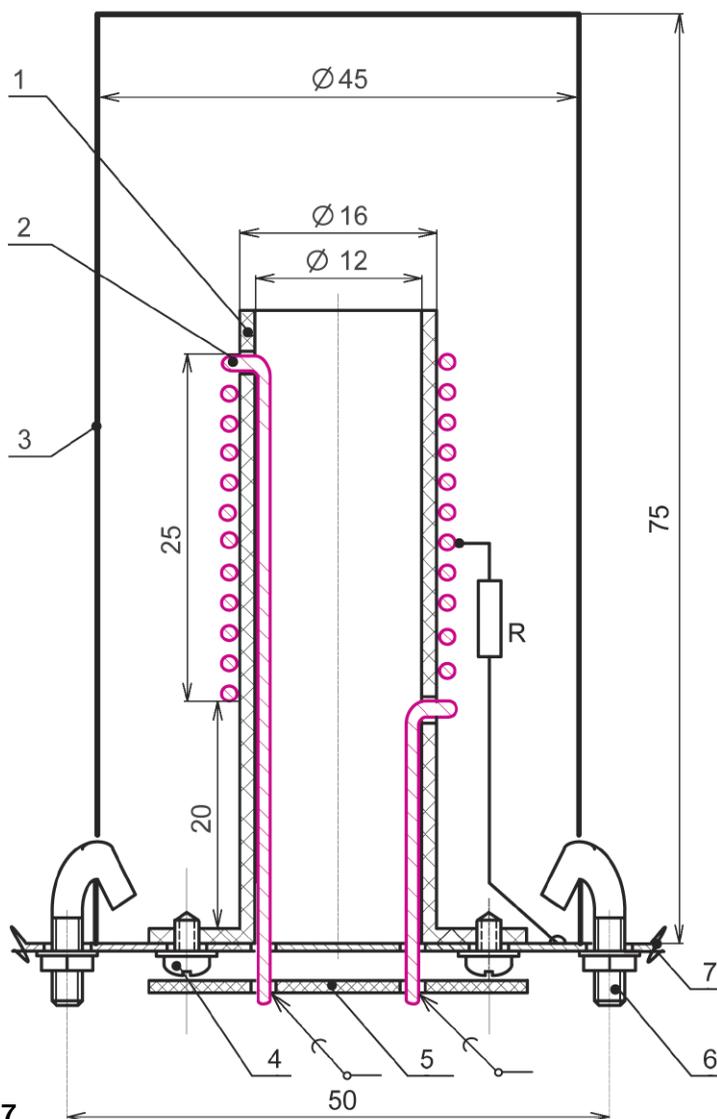


Рис. 7

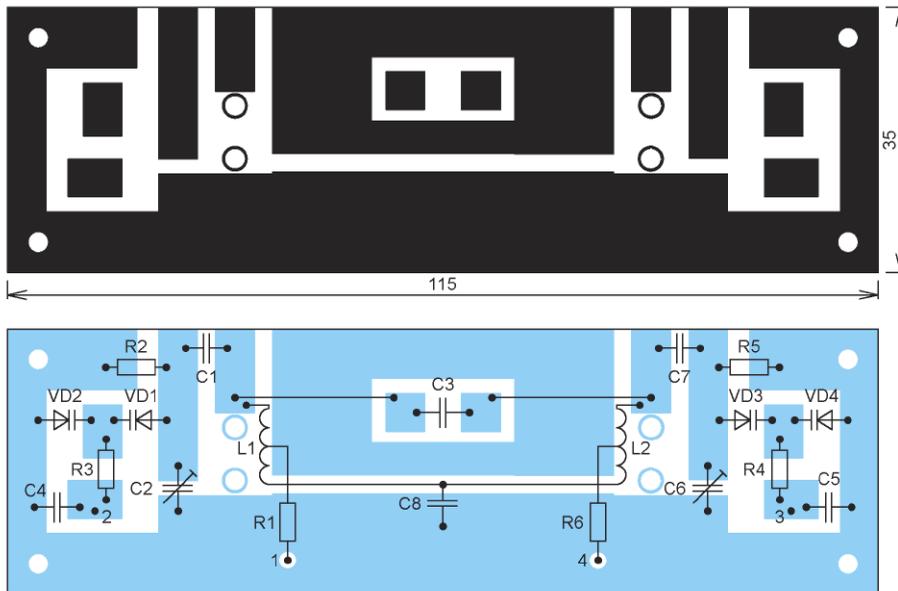


Рис. 8

гетеродина по всему диапазону, а варикапы VD3 и VD4 управляют перестройкой гетеродина на участках диапазона. Конструкция катушки L1 отличается от катушек преселектора только числом витков. Число витков — 10 провода ПЭЛ 0,8 с шагом 2 мм с отводом от третьего витка, считая от "заземлённого" конца. Чертеж печатной платы и расположение деталей первого гетеродина показаны на рис. 13.

Смеситель, узел А4, выполнен по каскадной схеме на полевых транзисторах VT1 и VT2 (рис. 14). Напряжения на схеме указаны для случая сорванной генерации первого гетеродина. Смеситель содержит подстроечный резистор R4 для подбора оптимального смещения на затворе транзистора VT1. Смещение подби-

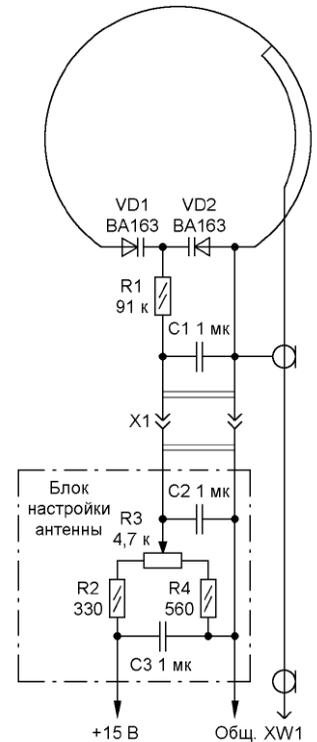


Рис. 9

Рис. 11

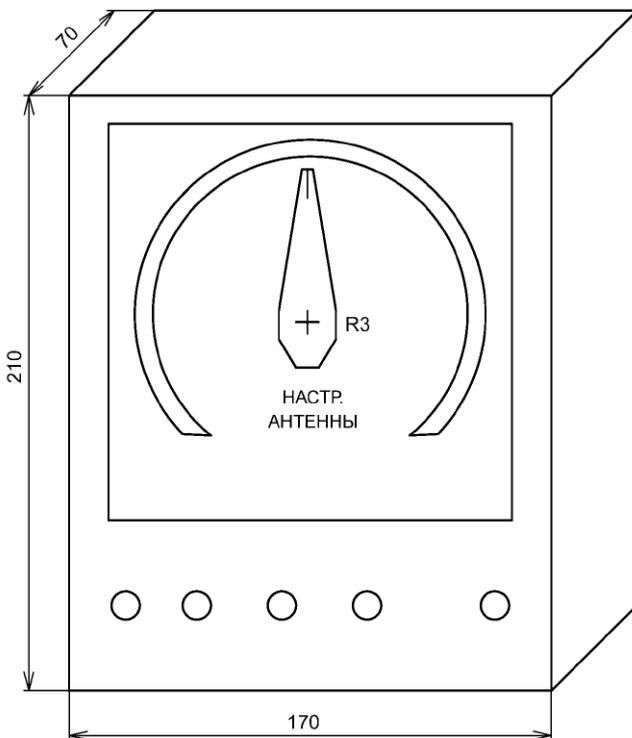
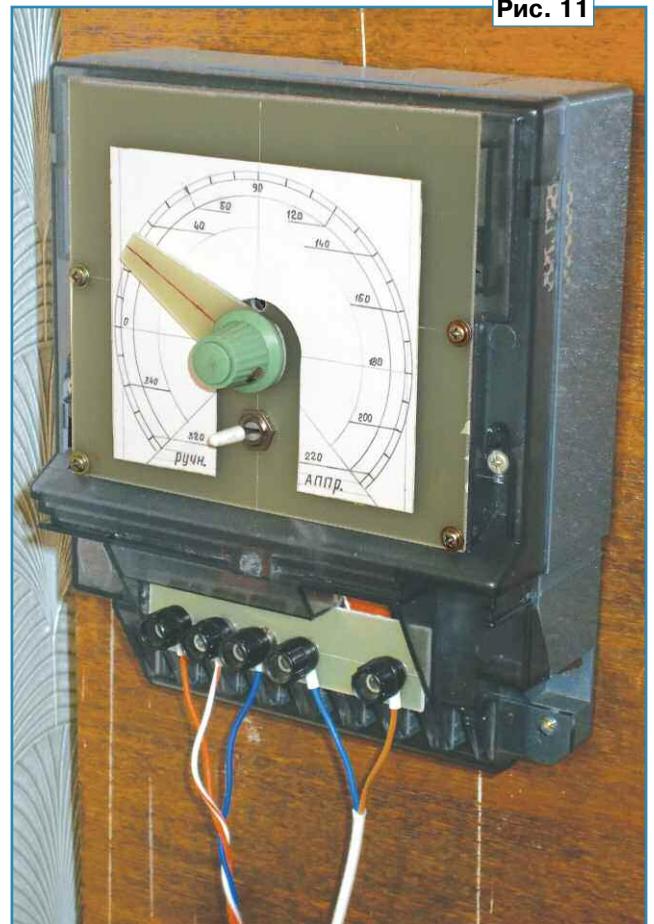


Рис. 10



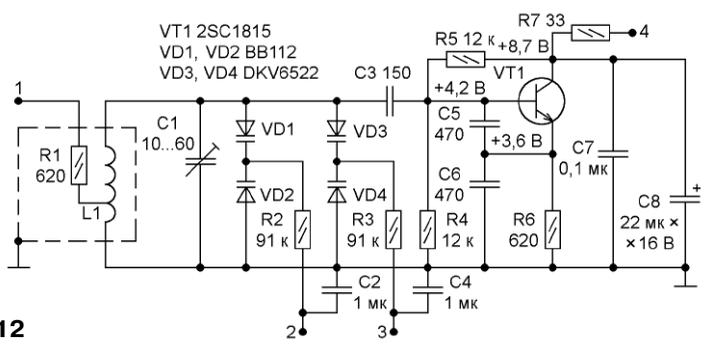


Рис. 12

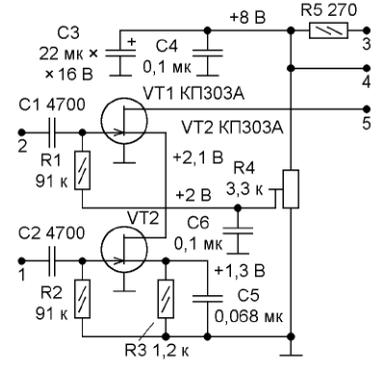


Рис. 14

магнитной связи между ними, что позволило обойтись без их отдельного экранирования. В реальном фильтре с ёмкостной связью контуров расстояние между иностранными броневыми магнитопроводами было вдвое меньше. Если применять СБ-12, стоит учитывать, что рассеивание магнитного поля у них выше. Поэтому понадобится

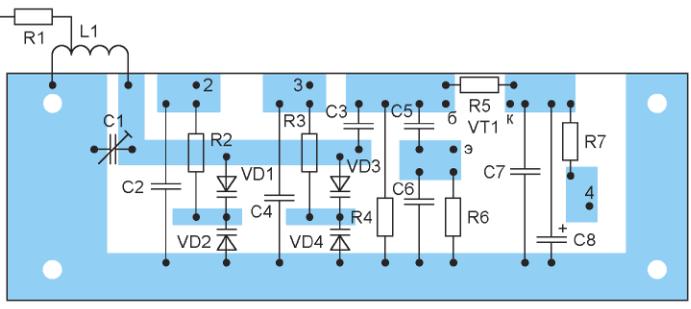
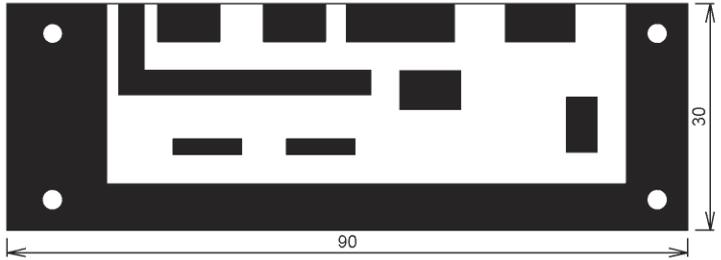


Рис. 13

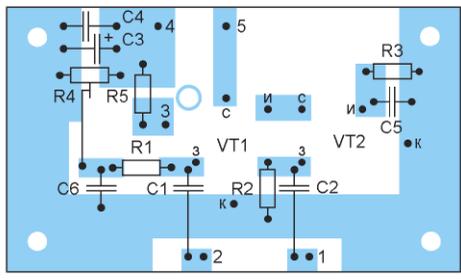
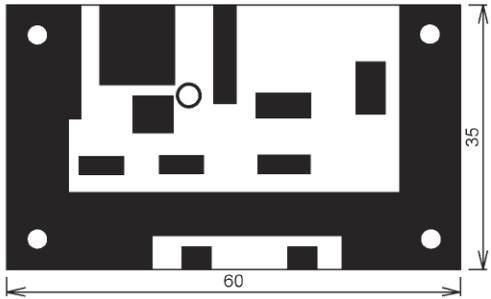


Рис. 15

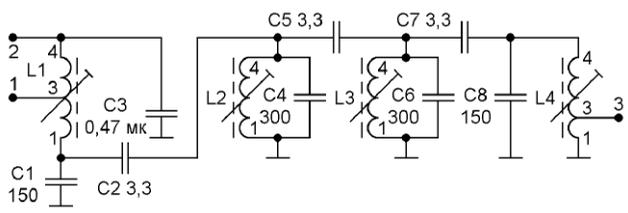


Рис. 16

рается при приёме слабых АМ-сигналов по их максимальной громкости. Из-за низкого, около 0,5 В, выходного уровня гетеродина пришлось применить транзистор VT1 с малым напряжением отсечки. В моём случае применён транзистор КП303А. Чертёж печатной платы и расположение деталей смесителя приведены на рис. 15.

В качестве генератора сигналов при настройке преселектора я применил перестроенный блок контроля радиоприёмника из [4]. Вход измерительного усилителя, узла А11 (подробнее о нём далее), подключил к точке 1 смесителя, узла А4, при этом выводы конденсатора С2 смесителя я замкнул. Генератор подключаю к входу УВЧ, разъём ХW1 (см. рис. 1). По максимуму напряжения в КТ2 измерительного усилителя на частоте 10 МГц подстроечными конден-

саторами преселектора С2 и С6 произвёл сопряжение контуров. Проверил изменение уровня сигнала на краях диапазона. Уровень не должен меняться более чем на 25 %.

Мне пришлось увеличить "внутреннюю" ёмкостную связь на низких частотах уменьшением ёмкости конденсатора связи С8 с 2000 пФ до 1500 пФ (см. рис. 6). При ручной регулировке усиления убедился в полном прекращении прохождения сигнала через УВЧ при минимальном усилении.

Трёхзвенный ФСС, узел А5 (рис. 16), выполнен на броневых магнитопроводах с магнитной проницаемостью 40АЛ. Это запас, доставшиеся от стран членов СЭВ. По геометрическим размерам "иностранцы" подобны советским СБ-12. Размеры печатной платы ФСС позволяют разнести катушки до отсутствия

отдельная экранировка катушек или придётся конструировать ФСС с индуктивной связью между контурами. Пример ФСС с индуктивной связью — в [5]. Мой фильтр находится в алюминиевом экране. Все катушки намотаны проводом ПЭЛШО 0,25. Катушка L1 содержит 35 витков с отводом от середины, L2 — 25 витков, L3 — 25 витков, L4 — 35 витков с отводом от 12-го витка, считая от "заземлённого" конца. Чертёж печатной платы и расположение деталей ФСС приведены на рис. 17. Это единственная печатная плата, где детали расположены с противоположной фольгированным дорожкам стороны, поэтому для их выводов необходимо просверлить отверстия диаметром 0,8...1 мм.

УПЧ на частоту 1679 кГц с детекторами АМ и SSB находится в узле А6

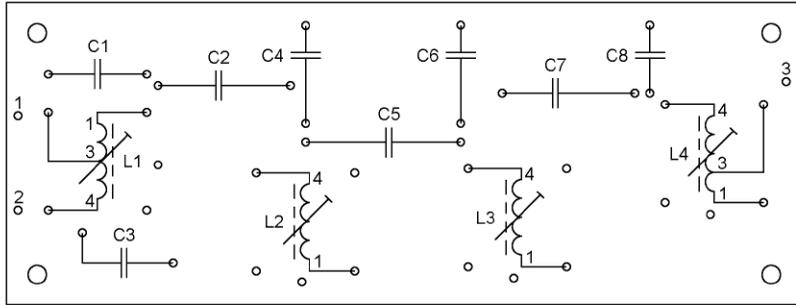
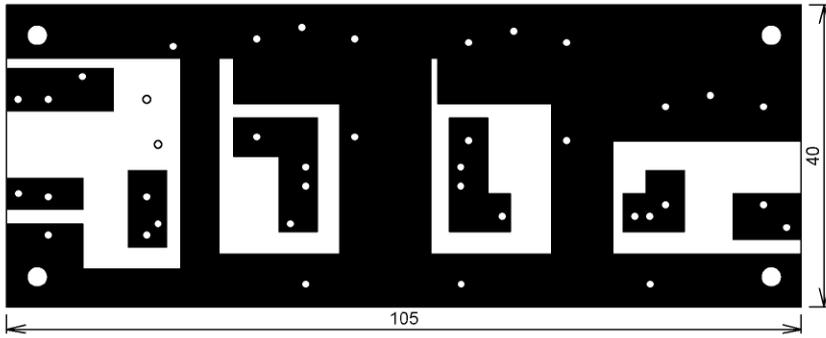


Рис. 17

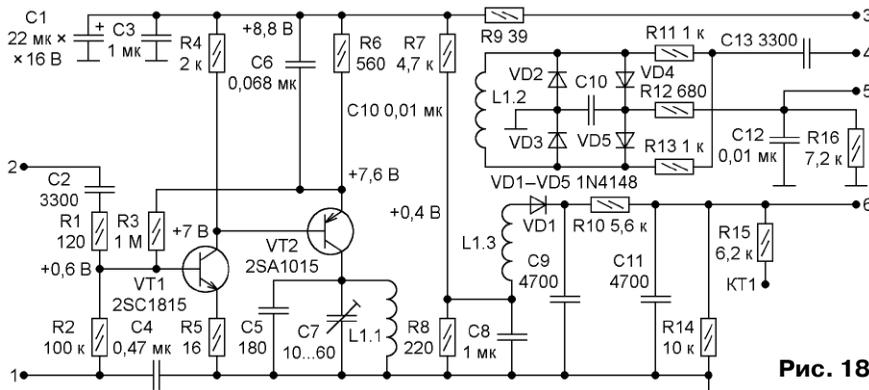


Рис. 18

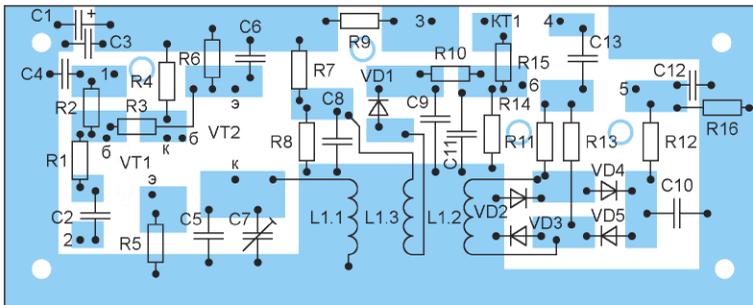
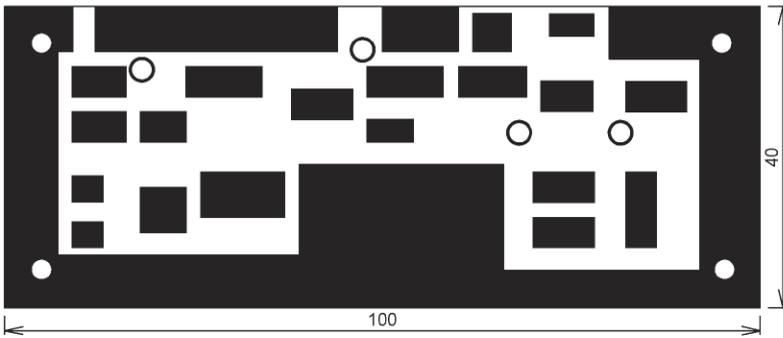


Рис. 19

(рис. 18). Значение промежуточной частоты выбрано из-за наличия для настройки УПЧ стабильного кварцевого генератора из [4]. Двухкаскадный УПЧ выполнен с непосредственной связью между транзисторами VT1 и VT2. При подаче минусового смещения на резистор R2 (до 1,5 В) одновременно уменьшается ток в каждом каскаде УПЧ, и вследствие этого уменьшается усиление. AM-детектор выполнен на диоде VD1. Плюсое смещение на этот диод поступает с делителя на резисторах R7 и R8. Детектор SSB выполнен по кольцевой схеме на диодах VD2—VD5. Сигнал второго гетеродина подаётся на кольцевой смеситель через резисторы R11 и R13. Каркас катушки L1 с внутренним диаметром 8 мм — от фильтра электромагнитных помех импульсного блока питания. Все обмотки L1 намотаны проводом ПЭЛ 0,3. Обмотка L1.1 содержит 75 витков, L1.2, L1.3 — по 25 витков. Чертёж печатной платы и расположение деталей УПЧ приведены на рис. 19. Весь усилитель помещён в алюминиевый экран.

Второй гетеродин, узел А7, как и первый гетеродин, выполнен по схеме ёмкостной трёхточки на транзисторе VT1 (рис. 20). Напряжения на схеме указаны при сорванной генерации, когда замкнуты выводы катушки L1. Настраивают этот гетеродин конденсатором C2 на частоту 1679 кГц. Подстройка частоты при работе РПУ не имеет смысла, поскольку полоса пропускания ФСС — около 10 кГц. Катушка L1 с внутренним диаметром 8 мм — от фильтра электромагнитных помех импульсного блока питания. Обмотка намотана проводом ПЭЛ 0,3 и содержит 75 витков с отводом от 25-го витка, считая от "заземлённого" конца. Чертёж печатной платы и расположение деталей второго гетеродина показаны на рис. 21.

УНЧ, узел А8, состоит из предварительного и оконечного усилителя (рис. 22). Предварительный усилитель выполнен с непосредственной связью между каскадами на транзисторах VT1 и VT2. Обратная связь по переменному напряжению через цепь C5, R6 и R3 позволяет предсказуемо подбирать усиление предварительного усилителя. Значение коэффициента усиления $K = R6/R3$. В моём усилителе $K = 18$. С предварительного усилителя берётся сигнал для системы РУ.

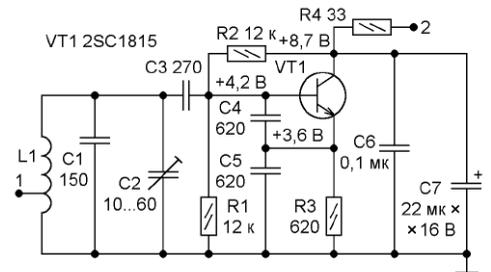


Рис. 20

Оконечный усилитель собран на транзисторах VT3, VT4 и VT5. Последние два установлены на алюминиевый

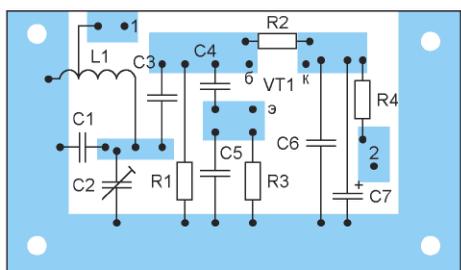
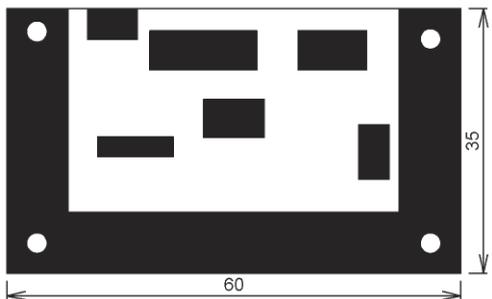


Рис. 21

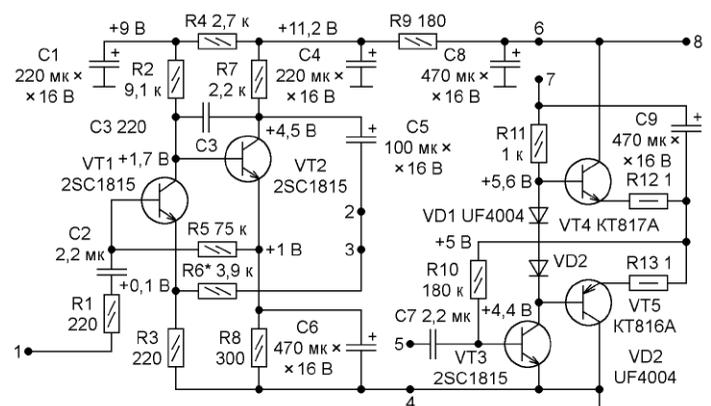


Рис. 22

теплоотвод размерами 15×55 мм. Следует заметить, что вместо оконечного усилителя на транзисторах VT3, VT4 и VT5 гораздо эффективней применить компьютерные колонки с "родным" усилителем. Чертеж печатной платы

и расположение деталей показаны на рис. 23.

Система РУ, узел А9 (рис. 24), состоит из автоматической и ручной частей. В автоматическую РУ входит усилитель НЧ на транзисторах VT1 и VT2, детектор с удвоением напряжения на диодах VD1 и VD2 с фильтром нижних частот на элементах C5, R6 и C7. Ручная РУ состоит из регулируемого стабилизатора тока на транзисторе VT3 и двух параллельно включённых фотоэлектрических генераторов (ФЭГ) на ярко-красных светодиодах от компьютерных "мышей" VD5, VD3 и VD6, VD4. Чертеж ФЭГ приведён на рис. 25, на котором 1 — светодиод VD5 (VD6); 2 — отпиленная, подходящая по диаметру, часть авторучки; 3 — светодиод VD3 (VD4).

При сборке ФЭГ следует учитывать, что его светодиоды "почти" обратимы. Поэтому при налаживании необходимо поочерёдно подавать напряжение на каждый светодиод и на каждом противоположном светодиоде измерять напряжение. При измерении напряжений необходимо каждый подлежащий измерению светодиод шунтировать одним и тем же резистором сопротивлением 20...24 кОм. Без нагрузки светодиоды высокоомный вольтметр покажет одинаковые напряжения при разной яркости свечения излучающего светодиода!

Светодиод с более высоким напряжением будет генераторным как VD3 и VD4. Соответственно светодиоды VD5 и VD6 будут излучающими. При изменении тока на излучающем светодиоде меняется его яркость и, следовательно, меняется ЭДС на генераторном светодиоде.

В РПУ запараллелены два ФЭГ. Для этого необходимо последовательно соединить излучающие светодиоды VD5 и VD6, а генераторные светодиоды VD3 и VD4 следует соединить параллельно. В рабочем РПУ ФЭГ развивает ЭДС 1,5 В, достаточную для регулировки усиления.

Чертеж печатной платы и размещение деталей системы РУ приведены на рис. 26.

Схема усилителя постоянного напряжения, узел А10, показана на рис. 27. Напряжения на схеме указа-

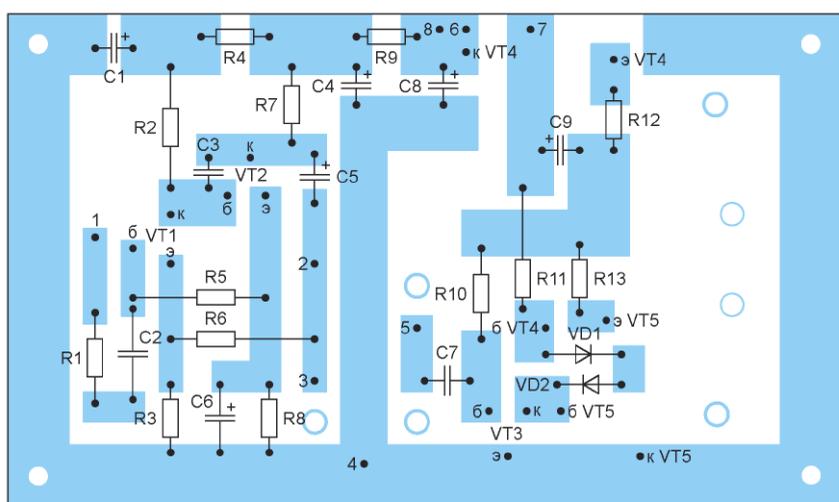
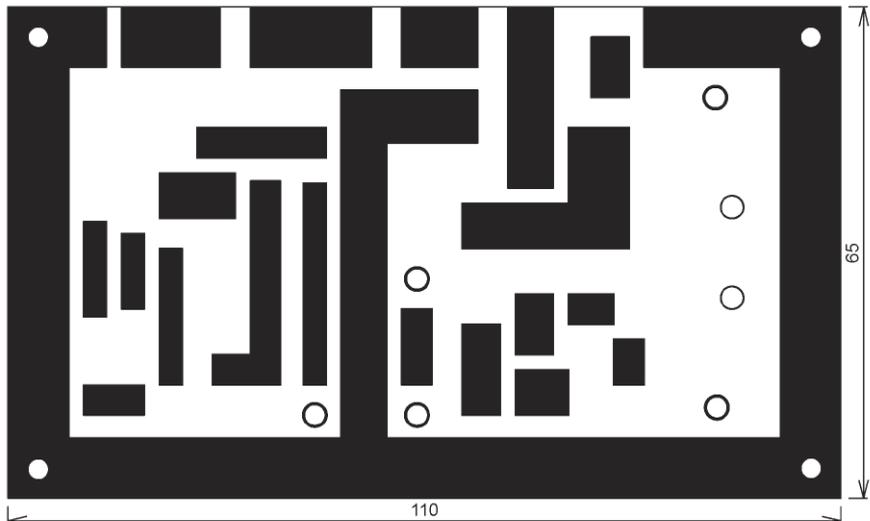


Рис. 23

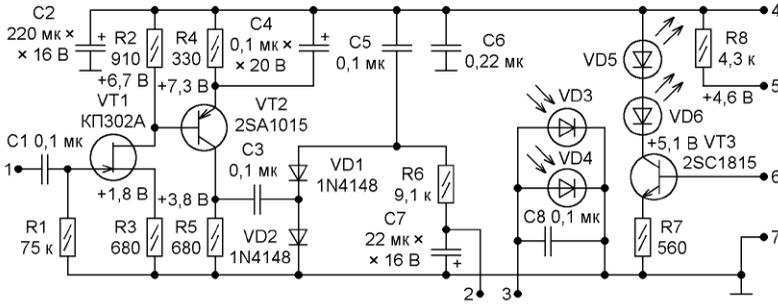


Рис. 24

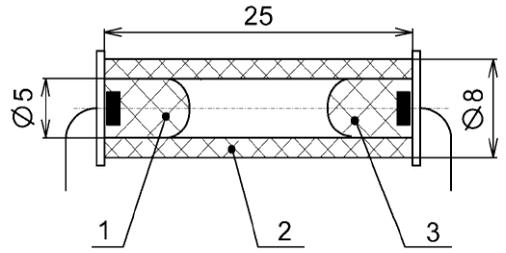


Рис. 25

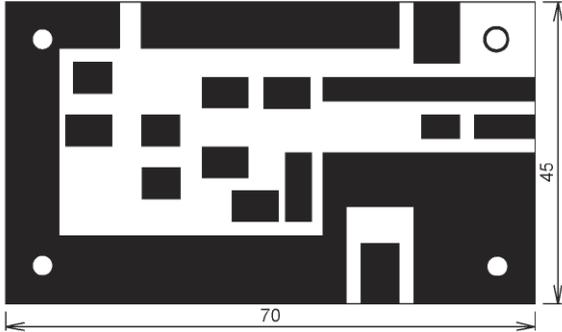


Рис. 26

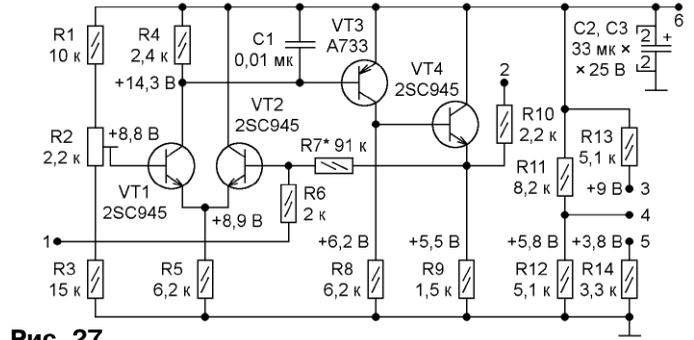
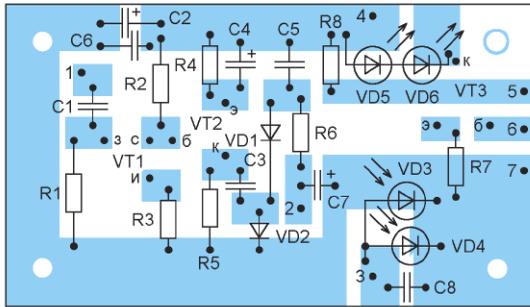


Рис. 27

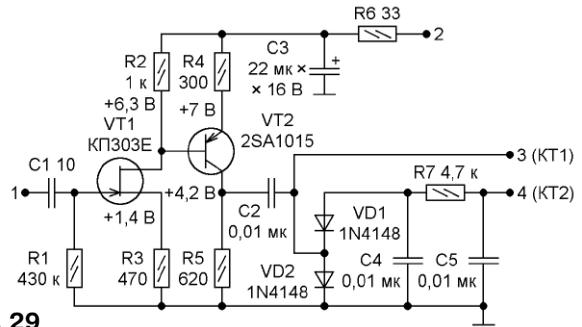


Рис. 29

На транзисторе VT3 собран усилительный



Рис. 28

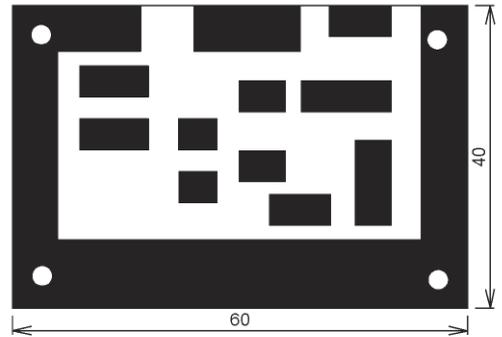
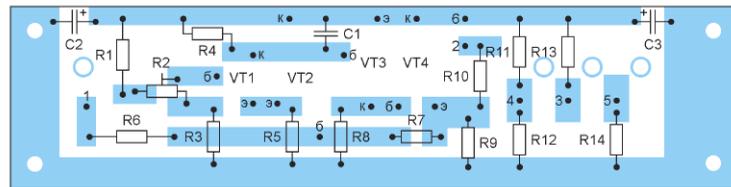
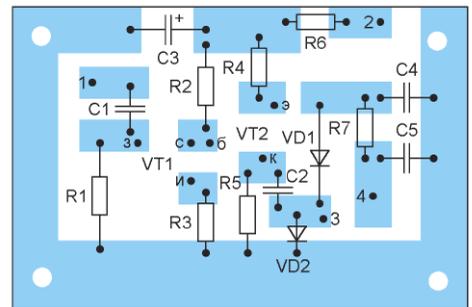


Рис. 30



ны при нахождении короткозамыкателя резисторов R4 и R5 (см. рис. 1) в среднем положении. Транзисторы VT1 и VT2 образуют дифференциальный каскад,

каскад, а на VT4 — эмиттерный повторитель. Отрицательную обратную связь обеспечивает резистор R7.

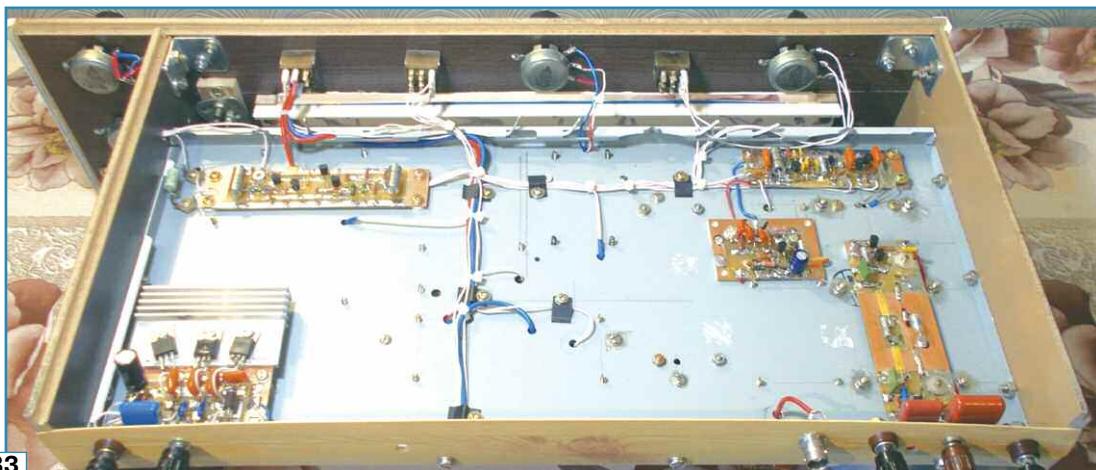


Рис. 33



Рис. 34

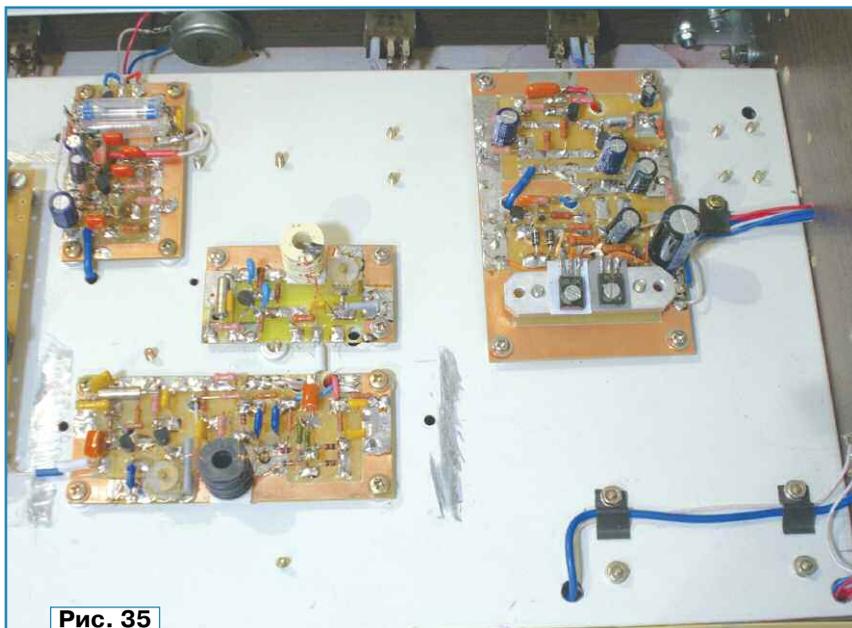


Рис. 35

Напряжение с настроечных нихромовых резисторов R4 и R5 (см. рис. 1) подаётся через резистор R6 на вход дифференциального усилителя — на базу транзистора VT2. Значение коэффициента усиления усилителя постоянного напряжения определяется $K = R7/R6$. В моём варианте $K = 45$.

При налаживании дифференциального усилителя необходимо выполнить следующие действия.

При максимально введённом короткозамыкателе [1], когда напряжение между точками А и В (см. рис. 1) минимально, необходимо установить в точке 2 дифференциального усилителя подстроечным резистором R2 напряжение 1 В.

При максимально выведенном короткозамыкателе, когда напряжение между точками А и В максимально, следует установить в точке 2 дифференциального усилителя, путём подбора усиления резистором R7, напряжение 11...12 В.

На резисторах R11 и R12 собран делитель для получения напряжения на варикапах VD3, VD4 первого гетеродина при выключенной подстройке частоты первого гетеродина. На резисторах R13, R14 и R7 (см. рис. 1) собран регулятор напряжения для варикапов VD3, VD4 при включённой подстройке частоты первого гетеродина. Чертёж печатной платы и расположение деталей усилителя приведены на рис. 28.

Мультиметром UT61С, точнее из-за его соединительных проводов, непосредственно измерять частоты гетеродинов нельзя. Для точности измерений мною применялся измерительный (разделительный) усилитель, узел А11 (рис. 29). Первый каскад на полевом транзисторе должен иметь минимальные входную и проходную ёмкости. У КП303Е входная ёмкость не более 6 пФ, проходная ёмкость не более 2 пФ. Этот транзистор подойдёт для измерительного усилителя. К примеру, применение КП302А повлечёт большую погрешность измерений из-за сравнительно больших входной (20 пФ) и проходной (8 пФ) ёмкостей.

Со второго каскада усилителя на транзисторе VT2 сигнал подаётся на КТ1 для измерения частоты. Кроме того, этот сигнал поступает к детектору с удвоением напряжения на диодах VD1

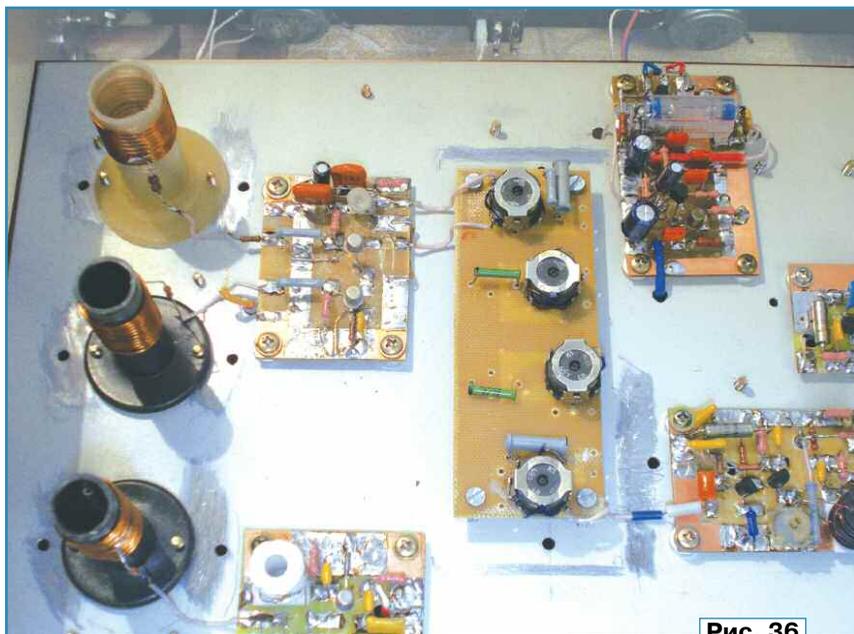


Рис. 36



Рис. 37

и VD2. Через ФНЧ на элементах C4, R7 и C5 постоянное напряжение поступает на KT2 для индикации (не для точного измерения) уровня радиочастоты. Чер-

тёж печатной платы и размещение деталей усилителя показаны на рис. 30. Разделительный усилитель применяется в виде "переходящего"

блока, закрепляемого двусторонним скотчем рядом с точками измерения. К измерительным точкам усилитель подключают через резистор сопротивлением 1...1,5 кОм.

На рис. 31 на 3-й с. обложки показана лицевая сторона радиоприёмника, на рис. 32 на 3-й с. обложки — вид сверху на блоки с экранами, на рис. 33 — вид на "подвал" шасси, на рис. 34 — вид на катушки преселектора, на рис. 35 — вид на блоки справа и сверху, на рис. 36 — вид на блоки слева и сверху, на рис. 37 — вид на блоки без экранов сверху.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долганов С. КВ-радиоприёмник. — Радио, 2022, № 9, с. 25—30; № 10, с. 20—23.
2. Гуськов В. Каскодный усилитель. — Радио, 2003, № 11, с. 34.
3. Горошков Б. И. Радиоэлектронные устройства: Справочник (Массовая радиобиблиотека, вып. 1076). — М.: Радио и связь, 1984.
4. Долганов С. Тракт ПЧ 1679 кГц для приёма сигналов с SSB и AM. — Радио, 2023, № 8, с. 20—26.

5. Троицкий Л. В. Схемы радиолобительских приёмников (Массовая радиобиблиотека, вып. 237). — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1955, с. 94.

Вышла в свет новая книга



Деулин Е. А.
Основы инженерного изобретательства. — М.: Горячая линия — Телеком, 2023. — 140 с.: ил. ISBN 978-5-9912-1034-8

Целью издания является помощь в освоении будущими изобретателями принципов, положений и методов патентования

научноёмких технологических процессов и оборудования в машиностроении, приборостроении и электронике. Читателю предоставлена возможность овладеть созданным автором матричным методом изобретений и сравнить его эффективность с таким методом решения изобретательских задач, как ТРИЗ. Книга позволяет расширить базовые знания о патентных возможностях и методах анализа уровня новизны патентуемых устройств, технологических процессов и сформировать надёжные практические навыки в оформлении и реализации создаваемых патентов, овладеть способами защиты прав изобретателя и (или) патентообладателя.

Автор приводит примеры методов конкурентной борьбы известных изобретателей в "джунглях" промышленного предпринимательства и призывает читателя быть бдительным при подготовке документов на создаваемое им изобретение.

Для инженеров и специалистов, работающих в сфере производства и заинтересованных в углублении знаний в области подготовки и использования патентной документации при подаче заявки на изобретение, будет полезна студентам инженерных специальностей вузов.

Адрес издательства в Интернет
WWW.TECHBOOK.RU

УКВ-блок с увеличенным динамическим диапазоном для радиоприёмников "Океан" и Selena

Часть 3

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

В завершение темы УКВ-блоков с большим динамическим диапазоном (ДД) в приёмниках серии "Океан" и Selena предлагается для приёмников "Океан-214" и подобных выпусков 1985—1993 гг. новый УКВ-блок с повышенной линейностью, предназначенный для радиоприёма в условиях мегаполиса, но не особо во вред предельной чувствительности. Применён проверенный пассивный смеситель на СВЧ ПТШ серии 3П344 (3П324), который для УКВ-блока в приёмнике "Океан-209" показал существенное улучшение динамического диапазона в целом. На этот раз проблема интермодуляции в МШУПЧ от непосредственно соседних сигналов решена применением транзистора JFET 2П341А (BF862) в схеме с общим затвором — классика продвинутой КВ-аппаратуры 1980-х годов. Таким решением обеспечивается подавление интермодуляции, одинаково хорошее при любой разнице частот в двухтональном сигнале. Получилось снова интересное путешествие по времени, ведь все эти транзисторы и схемы их включения были разработаны ещё до 1990 г., и такой блок мог бы появиться ещё 35 лет назад, хотя бы в аппаратуре высшей категории.

1. Введение

Положительный опыт с мегаполисным УКВ-блоком для приёмника "Океан-209" (и подобных) привёл к проекту для приёмников выпуска после 1985 г. Нужно было найти схемное решение для пассивного смесителя на GaAs-транзисторе 3П344, которому требуется минусовое напряжение смещения на затворе, а минусового питания в приёмнике нет. И раз уже разработаны новая схема и печатная плата, заодно была полностью устранена проблема интермодуляции IM₃ от соседних сигналов в МШУПЧ. В этот раз реализован необходимый динамический диапазон применением полевого транзистора 2П341А с большой крутизной и малым шумом. Линейность УКВ-блока ограничена исключительно качеством входного УВЧ, как нас научили по классике построения хороших РПУ. Скромные возможности с двухсекционным КПЕ и всего одним перестраиваемым контуром в УВЧ перестают быть проблемой.

2. Описание схемы

В схеме мегаполисного УКВ-блока для приёмника "Океан-214", показанного на рис. 1, найдём много знакомого и проверенного из ранее представленных схем, поэтому будут прокомментированы только нововведения. Чтобы маркировка элементов на плате соответствовала схеме, на ней нет резисторов R16—R19. Если в схеме

мегаполисного УКВ-блока для приёмника "Океан-209" ставка была сделана на отличное подавление паразитного приёма на частотах выше 118 МГц, то по подавлению паразитного КВ-приёма в области ПЧ тот УКВ-блок остался компромиссным вариантом, так как в фильтрах не хватало "поперечной" катушки индуктивности для реализации ФВЧ. Внутри многоэтажных домов помехи от проводного Интернета, светодиодного освещения и электроприборов с ШИ-регулированием в области КВ на частотах 10...12 МГц могут иметь критический уровень при выдвинутой телескопической антенне (ТА). В представленном УКВ-блоке выбор был сделан снова в пользу входного фильтра из универсального УКВ-блока, с которым полностью отсутствовали проблемы с КВ-помехами. При моделировании в системе с антенным импедансом 75 Ом на ПЧ получается подавление 70 дБ на входе УВЧ, а с учётом высокого импеданса ТА на частоте 10 МГц это будет на порядок лучше для приёма по полю. С разницей усиления УВЧ на коллекторной нагрузке на УКВ и КВ (разница — 26 дБ) относительное КВ-подавление к сигналам УКВ составляет явно более 100 дБ для работающего на открытой местности приёмника.

Входной аттенуатор на резисторах R22—R24 показан укрепленным с затуханием -23 дБ по опыту приёма из профессионально налаженной кабельной сети (в Германии) для полного отсутствия интермодуляции без ущерба отношению С/Ш в аудиоспектре. Кабельный

"эфир" был заполнен примерно на 75 %, отмечены 32 разных сигнала, которые поступали на вход УВЧ, на свободных каналах не было замечено ложных сигналов.

Общий провод смесителя подключён к линии питания по постоянному току для организации отрицательного смещения на затворе транзистора VT3 без проблематичного DC-DC-преобразователя со своими помехами. Рассредоточенные по плате конденсаторы C23, C24 и C25 обеспечивают надёжное заземление смесительного узла на общий провод УКВ-блока. Коллекторная цепь УВЧ на транзисторе VT1 вместе с нейтрализующим контуром C5L8 подключена к линии питания. Поэтому в УВЧ применён СВЧ-транзистор структуры n-p-n, выбор которых с высоким качеством достаточно широк. На плате можно установить транзистор с цоколёвкой Э—Б—К (снизу по часовой стрелке), с выводом от металлического корпуса (ТО-18, ТО-72), а также "плоские" СВЧ-транзисторы.

Буферный МШУПЧ на транзисторе VT4 коренным образом изменён в соответствии с традицией из профессиональной КВ-схемотехники 1980-х годов, где всюду применялись усилители на ПТ в схеме с ОЗ, да ещё с мощными ПТ (СР643, Р8002, КП902, КП903) с большими токами и с огромным ДД, которые обслуживали "кипящий" КВ-эфир того времени. В СССР к концу 1980-х годов появился уникальный и прогрессивный транзистор КП341А (следом он стал транзистором КП365А в пластмас-

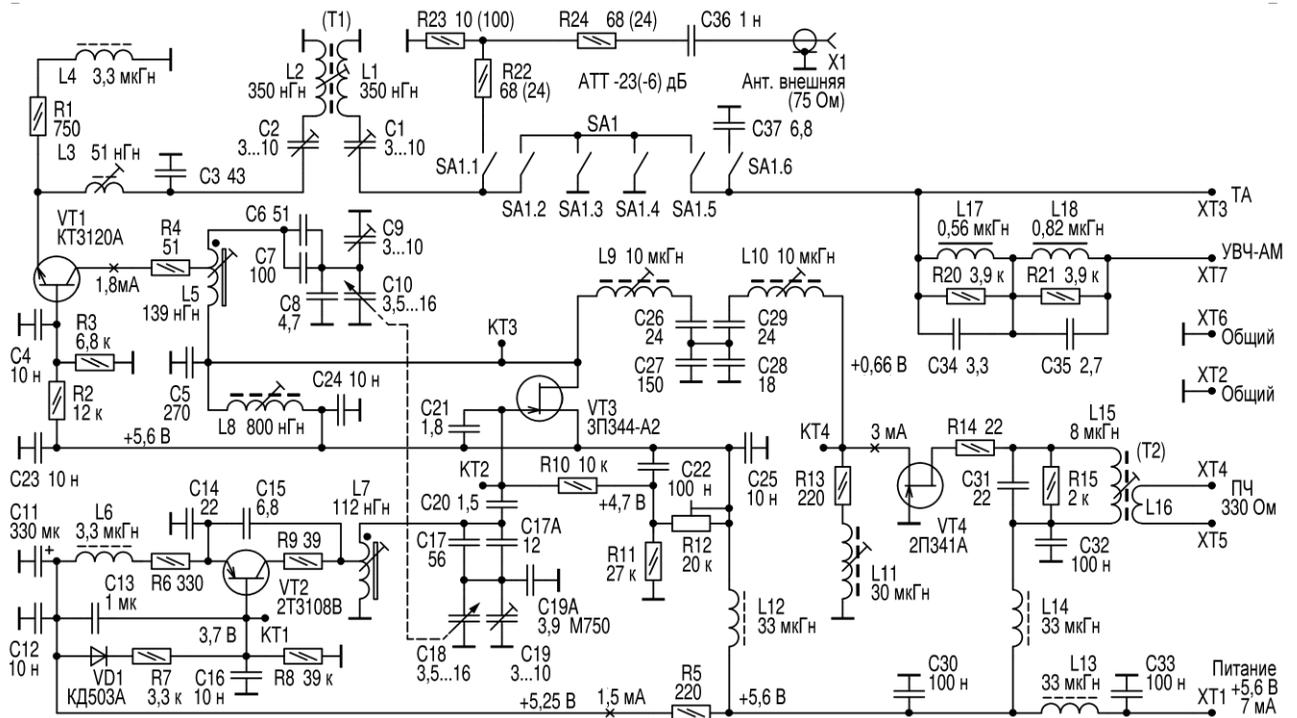


Рис. 1

совом корпусе) от фирмы "Пульсар" ("Интеграл"), который мы тогда могли увидеть с малой вероятностью. А спустя 15 лет получили его как "западное чудо" в корпусе SOT-23, в виде транзисторов серий BF862, 2SK2394, 2SK3557. Транзисторы серии КП341 редко выпускаются и в настоящее время, а вот по бюджетному изделию КП365 нет сведений. Это семейство низковольтных п-JFET отличается высокой крутизной, короткой ВАХ и относительно малыми ёмкостями, очень низким шумом, начиная от аудиочастот и вплоть до УКВ. Эти транзисторы массово пошли в начале 2000-х годов в коротковолновую аппаратуру азиатского происхождения. До сих пор эти транзисторы актуальны и востребованы в новой аппаратуре, многие задачи только с ними решаются — с высоким качеством и современными аккумуляторами с питанием +3...4 В, да ещё и при небольшом токе покоя. Может, пора уже выпускать транзисторы серий КП341/365 в корпусе SOT-23 и делать их по стоимости общедоступными?

МШУПЧ по схеме с ОЗ при своём минимализме показывает отличное сочетание малого шума с высокой линейностью. Вышеуказанное семейство транзисторов обеспечит без проблем $K_{ш}$ не более 2 дБ на КВ и допускает размах двутонального сигнала до 200 мВ с уровнем IM_3 ниже -60 дБ. Параболическая ВАХ транзистора 2П341А приводит к появлению искажений IM_2 , но в резонансном усилителе с грамотно составленной обвязкой все их последствия (кросс-модуляция) можно устранить. Для этого нужно в цепи истока избегать наличия блокировочных конденсаторов, а в цепи стока предоста-

вить низкий импеданс по питанию на всех частотах спектра, это так и сделано в предложенном усилителе. Эти моменты часто не учитывают в профессиональной аппаратуре, и "крутые схемы" на транзисторах серий КП902 и КП903 останутся далеко от ожиданий и обещаний. В симметричной схеме с транзисторами серии КП341 (и подобными) размах входного сигнала между истоками может быть увеличен до 1600 мВ для получения интермодуляции ниже -60 дБ. Входной импеданс легко настроить на 100...70 Ом подбором тока покоя, если импеданс в выходном контуре на стоке не выбирать слишком большим (не более 2 кОм). Транзистор 2П341А для получения входного импеданса 82 Ом работает с током покоя 3 мА, точно так же ведут себя транзисторы серии BF862, и на печатной плате предусмотрена возможность их установки.

Особенностью транзисторов этой серии является симметричная топология кристалла, и можно без ущерба качеству менять местами сток и исток. Кроме того, у транзистора КП341А имеются два вывода истока с малой собственной индуктивностью, что на частотах выше 30 МГц является явным преимуществом для его включения в схему с ОИ или с ОЗ. А если эти выводы использовать в качестве стока, можно построить отличный истоковый повторитель. Характерным для каскадов с ОЗ на транзисторах JFET является заметная обратная связь между стоком и истоком. Поэтому не получается реализовать большое усиление с использованием большого выходного импеданса, так как и входной импеданс при этом также растёт, правда, в разы меньше,

но заметно. Для каждого JFET имеется свой оптимум для комбинации входного и выходного импедансов и усиления. Если на выходе каскада планируется непосредственное подключение высокоимпедансных кварцевых фильтров (импедансом несколько килоом) высокого качества с полосой пропускания 4...40 кГц на частоте 5...25 МГц, нужно предусмотреть схему с ОЗ "двухэтажной" и добавить в цепь стока каскад с ОБ на биполярном транзисторе (транзистор серии KT368 — отличный выбор). Тогда с отличной линейностью можно получить усиление до 30...40 дБ по напряжению от истока до коллектора почти без деградации по шуму и со штатным низким входным импедансом. С таким каскадом ОЗ-ОБ легко получить "те самые 50 Ом" к диодному смесителю. Однако он должен работать при напряжении питания не менее 8 В, чтобы не получить проблему ограничения выходного напряжения.

Транзисторы серии КП341 (и им подобные) в схеме с ОЗ имеют относительно небольшой собственный выходной импеданс в интервале 2...15 кОм, это зависит от режима по току и мало от разброса параметров. При $U_{си} = 5$ В и токе покоя 3 мА этот импеданс будет ближе к 10...15 кОм и мало зависит от мгновенного значения напряжения на стоке, и практически не ухудшается линейность при росте сигнала. В предложенном варианте импеданс стока должен быть доведён до 1,8 кОм подборкой резистора R15, чтобы при соотношении витков 12:5 в трансформаторе T2 обеспечить импеданс 330 Ом к последующему полосовому фильтру на ПКФ. На стоке транзистора VT4 будет импеданс около 750 Ом внутри полосы

пропускания ПКФ, поэтому усиление по напряжению от КТ4 до стока составляет примерно 18 дБ для полезного сигнала, а до входа ПКФ — около 12 дБ. Добротность контура на входной обмотке L15 трансформатора T2 — около 2, селективность слабо выражена, магнитная связь между обмотками составляет не менее 94 %.

шью линейность смесителя, и было решено не устанавливать заградительный узел на зеркальной ПЧ на основе конденсатора C5. Зато это решение создаёт на зеркальной частоте приёма (вне резонанса выходного УВЧ-контура) и в области гармоник гетеродина более низкий импеданс за счёт этого конденсатора, и КПД смесителя на этих

потери УКВ-сигнала — менее 3 % (0,3 дБ).

2.1. Монтаж УКВ-блока

Монтаж УКВ-блока проводится на печатной плате, показанной на **рис. 2**. Смонтированная плата показана на **рис. 3** и **рис. 4**.

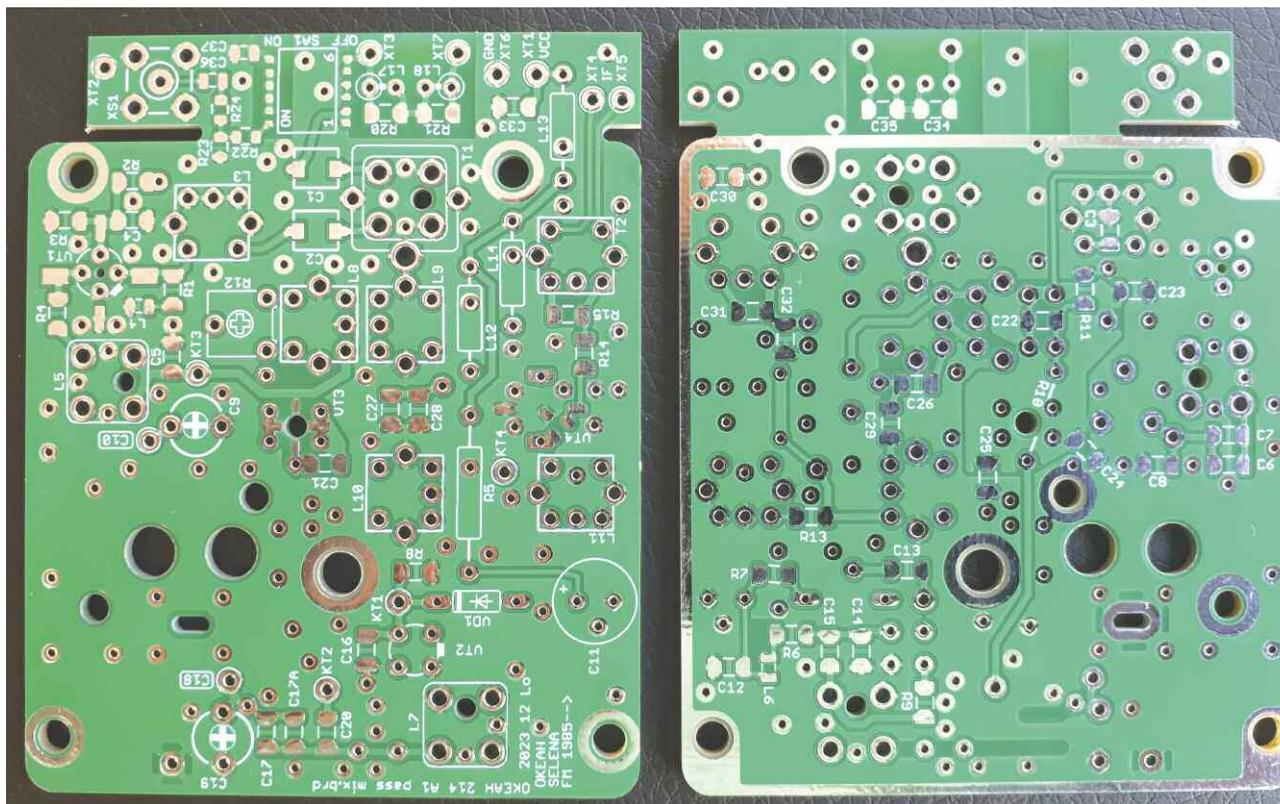


Рис. 2

В гетеродине можно применить транзисторы КТ3108А, КТ3108В, КТ326Б при $h_{213} > 100$ или КТ363Б при $h_{213} > 60$. Термокомпенсация тока покоя с помощью диода VD1 позволила уменьшить сопротивление резистора R6 и увеличить размах сигнала гетеродина на коллекторе и "углубить" ключевой режим смесителя, при этом дроссель L6 обеспечит необходимую развязку. Тип диода не особо критичен, тут главный параметр — ТКН, а он почти у всех кремниевых диодов одинаковый — около -2 мВ/К при малом токе. Поэтому подходят все слабосигнальные кремниевые диоды из наших исторических запасов, например серии Д103.

Конденсаторы C12 и C16 обеспечат ВЧ-заземление гетеродина, конденсаторы C11 и C13 подавляют НЧ-шум в гетеродине. На месте конденсатора C11 надо подобрать изделие с малым ESR, это чаще можно встретить у конденсаторов с номинальным напряжением 16...35 В.

В этом блоке увеличенный на 20 % размах сигнала гетеродина на смесителе дополнительно улучшил и так хоро-

шью линейность смесителя, и было решено не устанавливать заградительный узел на зеркальной ПЧ на основе конденсатора C5. Зато это решение создаёт на зеркальной частоте приёма (вне резонанса выходного УВЧ-контура) и в области гармоник гетеродина более низкий импеданс за счёт этого конденсатора, и КПД смесителя на этих

частотах падает. В результате получается снижение шума преобразования из этих СВЧ-областей, что выгодно сказывается на снижении шума в выходном ПЧ-спектре. Этот выигрыш важен тем, что последующий МШУПЧ на ПТ имеет меньшее усиление, чем в симметричной версии на БТ, и этот шум не портится интермодуляционными шумами из МШУПЧ.

Схему полосового ПЧ-фильтра пришлось скорректировать, так как оптимальный входной импеданс МШУПЧ оказался равным 82 Ом. До 75 Ом дотянуть не получилось, поскольку не устраивали то ток покоя, то выходная характеристика. Пришлось увеличить сопротивление резонансных контуров на катушках L9 и L10, чтобы обеспечить ту же оптимальную полосу пропускания 1,5...2 МГц при малом затухании в полосе.

В антенном диплексере применены разные по номиналу дроссели серии ЕС24. Контур на дросселе L17 настроен на частоту 103 МГц, контур на дросселе L18 — на частоту 92 МГц, заграждение для УКВ-сигналов на входе АМ-тракта составляет более 30 дБ,

2.2. Порядок монтажа и налаживания

В целом монтаж можно вести по аналогии с предыдущими УКВ-блоками, при этом рекомендуется соблюдать нижеприведённую последовательность и всегда проводить промежуточные проверочные измерения:

- примерить КПЕ на посадочное место, но установить позже, чтобы не мешал паять и измерять;
- антенный диплексер;
- входной узел с аттенуатором и переключателем;
- входной фильтр 75 Ом и его согласование с резистором 18 Ом в качестве нагрузки, но пока без установки транзистора VT1;
- цепи питания и смещения, в том числе резистор R10, блокировочные конденсаторы;
- контур C5L8;
- МШУПЧ и выходной трансформатор T2, наладить входной импеданс 82 Ом на истоке транзистора VT4 подборкой резистора R13;
- фильтр ПЧ (вход — 62 Ом, выход — 82 Ом);

Рис. 3

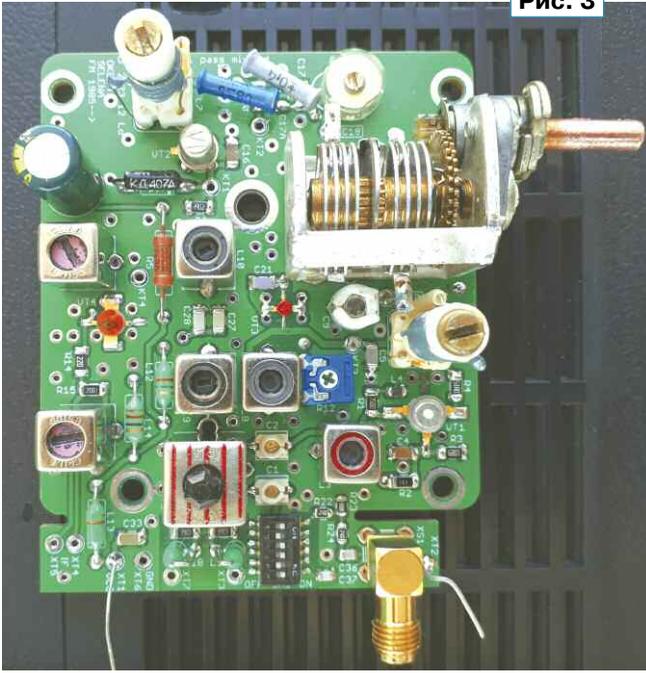
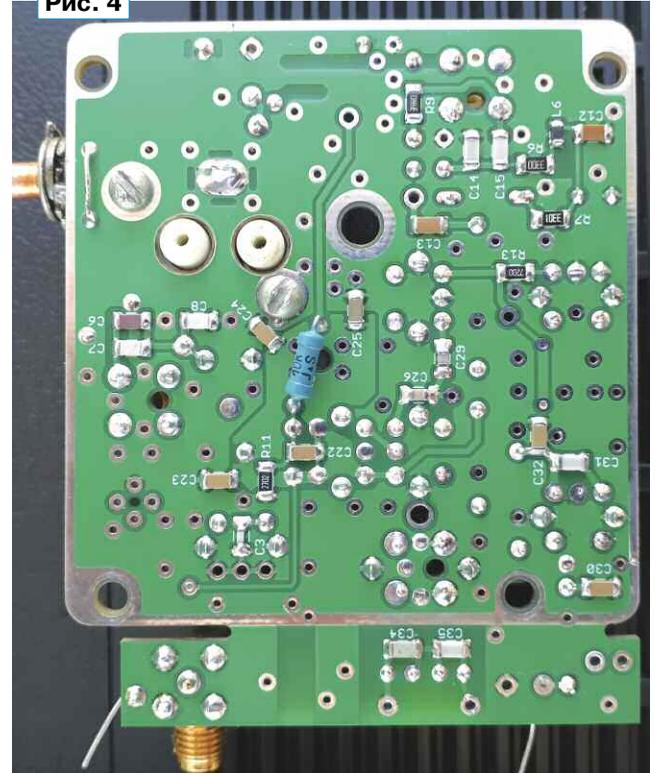


Рис. 4



— УВЧ с временной нагрузкой 50 Ом и временно установленным конденсатором ёмкостью 10 нФ параллельно конденсатору С5, корректировать входной фильтр;

— смеситель, проверка напряжения смещения на затворе, временно движок резистора R12 установить на максимальное сопротивление;

— УВЧ-контур и КПЕ, налаживания перекрытия по частоте с учётом смещения на 200 кГц от экранировки;

— гетеродин и проверка амплитуды его сигнала в КТ2;

— смеситель, установка максимального $K_{\text{пер}}$ прокруткой резистора R12.

2.3. Изготовление КПИ

Сколько бы версий УКВ-блоков ни разрабатывалось, с колебательными контурами всегда найдутся новые моменты, и чтобы на этом не терять время и качество, ниже приведены важные советы.

2.3.1. Входной полосовой фильтр

После многочисленных экспериментов был найден лучший вариант с катушками индуктивности 350...400 нГн при импедансе 75 Ом на входе и выходе, имеется в виду число витков. А связь в виде расстояния и длины подстроечника нужно найти для каждого типа каркаса. Так как импортные каркасы садятся в отверстия с усилием, можно без пайки экспериментировать и выявить лучшее решение со своими подручными материалами. Тем не менее, рекомендуется применить изделия Q-3966, Q-4157, Q-3961.

Входную обмотку надо мотать первой в нижней части, на каркасе Q-4157 — это 4+3 витков. Применение подстроечника от Q-4157 требует расстояние между обмотками — две сек-

ции, при подстроечнике от Q-3966 — одна секция. Вверху мотают входную обмотку — 1+2+2+2 витков (снизу вверх, рис. 5). Если применить короткий подстроечник от Q-3961, надо оставить

обмотки 7,25+7,25 витков. Затем устанавливают ферритовую чашку, она мало повлияет на индуктивность на УКВ и



Рис. 5

промежуток в одну узкую секцию и мотать верхнюю обмотку — 2+2+2+1 витков снизу вверх.

Какой конец, горячий или холодный, будет сверху, мало влияет из-за большого расстояния между обмотками, куда важнее вывести выводы крестнакрест, в результате получаются



Рис. 6

практически не влияет на добротность, зато она убирает заметную "вредность" металлического экрана (рис. 6).

Устанавливают экран (рис. 7) размерами 10×10 мм от другого изделия, можно даже установить экран от заводских КПИ ПЧ. Очень важно в нижней части экрана исключить закорачивание печатных проводников, идущих к КПЕ. В показанном примере пришлось пропилить два паза для этих проводников. Подстроечники катушек L1 и L2 одинаковы — 350...400 нГн. Существенное различие говорит о сомнительном расстоянии или неподходящем подстроечнике. Но всю правду покажет АЧХ такого



Рис. 7

фильтра при измерении, его надо нагрузить на импеданс 75 Ом, желательно крайне короткими проводами и подключением к прибору без кабелей. Результат должен быть примерно таким, как при настройке универсального УКВ-блока [1, 2].

Ранее были представлены разные варианты конструкции катушки L3 в составе Г-звена. Главное, надо разместить витки в секцию под ферритовой чашкой, но не слишком высоко, и вывести провода, перекрещивая витки, что образует 2,25 витков в зоне действия феррита. Можно применить и УКВ-ферриты и на кольцах из марок 9ВЧ—20ВЧ, намотав катушку индуктивностью 51 нГн, так как её настройка не особо критична.

2.3.2. УКВ КПИ L5 и L7

Катушка L5 содержит 6,25 витка, обмотку мотают качественным проводом (медным полированным или медным с серебрением) диаметром 0,3...0,4 мм с горячего конца снизу вверх на каркасе УКВ КПИ от приёмника "Океан-214". Отвод — от 3,75 витка, что соответствует отводу от 2,5 витка от холодного конца. Индуктивность должна изменяться в интервале 127...141 нГн, при

этом расчётная индуктивность — 139 нГн. Можно у подстроечника снизу отшлифовать конус для получения большей индуктивности. Добротность контура с такой катушкой получается 47(53) на частоте 88(108) МГц. По этой причине есть смысл установить отечественные конденсаторы С6, С7, С8 с ТКЕ М47, вместо популярной керамики NPO. Можно на месте конденсатора С8 установить трубчатый заводской конденсатор с ТКЕ М750, если при эксплуатации ожидается широкий температурный интервал. Припаивают этот конденсатор с нижней стороны платы. Надо заранее определить, какой вывод является внешним, он должен быть заземлён, чтобы предотвратить влияние экранировки на резонанс. Иногда этот вывод маркируют чёрной точкой.

Катушку L7 мотают качественным проводом (медным полированным или медным с серебрением) диаметром 0,3...0,4 мм на каркасе от приёмника "Океан-214", начинают снизу с холодного конца как можно ближе к основанию, отвод делают от 2,75 витка. Горячий конец выводят строго вертикально в изоляционной трубке от 5,25 витка. Надо следить за натяжением и закрепить провод лаком. Интервал перестройки — 105...120 нГн, расчётное значение — 112 нГн.

УКВ КПИ в приёмниках после 1985 г. выпуска обеспечивают хорошую селективность с удобной растяжкой шкалы на частоте выше 97 МГц. Можно применить каркасы УКВ КПИ от приёмника "Океан-209" и мотать катушки с таким же числом витков, как указано выше. Индуктивности катушек L5(L7) должны перестраиваться в интервале 160...180 (127...135) нГн при расчётном значении 173(129) нГн. Этот вариант хорош, потому что выходной УВЧ-контур имеет более высокую добротность и УВЧ работает с большим усилением. Однако увеличенные индуктивности приведут к более сжатой шкале на частотах выше 97 МГц, и требования к приводному механизму КПЕ растут. Такие контуры я оставил в прототипе, и это успешно работает уже второй год. Тогда нужно менять конденсаторы в УВЧ: С6 = 51 пФ, С7 = 6,8 пФ, С8 = 3,3 пФ, в гетеродине С17 = 33 пФ (М750), С17А = 8,2 пФ, конденсатор С19А не нужен.

Обе предложенные конструкции катушек и контуров обеспечивают рассогласование по частоте не более 20 кГц, что обеспечит выходной УВЧ-контур с высокой рабочей добротностью.

2.3.3. Катушка индуктивности L8

Эта катушка индуктивности совместно с конденсаторами С5—С10 должна образовывать LC-контур с резонансом на частоте 10700 кГц. Катушка L5 на это практически не повлияет, но тут ещё присутствует ёмкость печатных проводников около 10 пФ. Ввиду небольшой добротности этого контура его лучше настроить отдельно и больше не трогать. Для настройки вне схемы на частоту 10700 кГц параллельно катушке L8 подключают конденсатор ёмкостью

295 пФ. Подключают этот контур к измерителю АЧХ непосредственно между входом и выходом прибора, и подстроечником катушки настраивают остро выраженный резонансный провал при частоте 10700 кГц.

2.3.4. Фильтр ПЧ на катушках L9 и L10

Идеально эти КПИ мотают на каркасах от изделия Q-4157 с подстроечником от Q-3966. Обмотка должна содержать 5+5+5+5+5+5 витков обмоточного провода диаметром 0,1 или 0,07 мм. Разница от диаметра провода будет незаметной, так как обмотки проводом 0,07 мм будут ближе к подстроечнику, что способствует увеличению добротности. Если использовать подстроечник от изделия Q-4157, нужно намотать 33 витка (5+6+6+6+5+5) обмоточным проводом диаметром 0,07 мм. Заранее подстроечником надо настроить индуктивность на 10 мкГн, проверить, чтобы был резерв по перестройке, и подстроечник оказался в середине обмотки, а на краю — чтобы витки не остались без феррита. Изготовление катушек на каркасах от Q-3966(Q-3961) потребует обмоточного провода 0,07 мм и распределения обмотки по пяти секциям каркаса. Подстроечник от изделия Q-3961 не годится. Нужно отметить, что добротность сильно влияет на затухание фильтра, и ненагруженная добротность должна быть ближе к 100 на ПЧ. Её можно измерить аналогично налаживанию катушки L8, при этом надо установить параллельный конденсатор ёмкостью 22...24 пФ и определить ширину полосы подавления на уровне +3 дБ от минимума.

При разработке УКВ-блока для другого приёмника со свободным местом на печатной плате можно рассмотреть вариант использования кольцевого магнитопровода из феррита М100НН и в контурных конденсаторах применить подстроечные конденсаторы. Такой вариант даст крайне малые потери при полосе пропускания 1,5 МГц. Ещё хорошо показало себя изделие Q-3994, для получения индуктивности 10 мкГн аккуратно, с небольшим усилием, намотать 20 витков провода диаметром 0,1 мм в один слой на ферритовый магнитопровод типа "гантель".

2.3.4. Дроссель L11

Этот дроссель расположен рядом с мощным гетеродином, и поэтому было решено выполнить его в экранированном виде. Применены КПИ для резонансных фильтров АМ в диапазоне 0,1...2 МГц, и в зависимости от провода получается собственный резонанс на частоте примерно 12...15 МГц при обмотке в 24 витка при среднем положении подстроечника. Это первичный параметр, значение индуктивности — вторичный параметр. Идеально бы измерителем АЧХ настроить дроссель, чтобы собственный резонанс попал ровно на 10700 кГц. Собственный резонанс ниже частоты 10700 кГц вредит, тогда нужно убрать часть витков.

2.3.6. Выходной контур ПЧ

Тут важна его работа как трансформатора с сильной магнитной связью, поэтому лучше всего его реализовать на таком же АМ КПИ, как дроссель L11. Сначала надо намотать выходную обмотку L16 проводом 0,1...0,15 мм (5 витков) и на ней контурную катушку L15 — 12 витков. При этом катушку L15 начинать мотать с холодного конца, чтобы снизить ёмкостную связь между обмотками. Проводники платы и транзистор VT4 вносят в контур ёмкость 6 пФ, соответственно ёмкость конденсатора С31 на схеме указана настолько же меньше от расчётного значения при настройке L15 = 8 мкГн. На каркасе от изделия Q-3994 надо намотать 18 и 7 витков провода и подборкой резистора R15 довести импеданс на выходе до 270...330 Ом в соответствии с конкретно подобранным ПКФ.

2.4. Параметры

При проведении измерений на интермодуляцию в МШУПЧ на его вход (на КТ4) был подан двухтональный сигнал с частотами 10300 и 10500 кГц размахом 2×120 мВ, что на выходе на нагрузке 330 Ом образовалось избыточный по уровню сигнал размахом 2×480 мВ, при этом уровень IM_3 был не более -60 дБ на частотах 10100 и 10700 кГц. Таким образом, МШУПЧ никак не портит суммарный сигнальный спектр от УВЧ и смесителя.

Общее усиление УКВ-блока составляет примерно 16 дБ, что вполне достаточно, чтобы обеспечить общий $K_{ш}$ не более 4 дБ с хорошим транзистором в УВЧ. Переключением отвода к коллектору транзистора VT1 на один виток ближе к горячему концу обмотки можно прибавить усиление на 3...4 дБ, это полезно для получения предельной чувствительности, если эфирная обстановка не крайне тяжёлая.

2.5. Практические результаты

Приёмник с этим УКВ-блоком и новым высокоселективным УПЧ с ТА показывает за городом отличную чувствительность. В городе он проявляет устойчивость к общей радиобстановке. А в мегаполисном офисе отмечено его существенное преимущество, он в разы меньше подвержен воздействию офисных помех, поэтому, кроме приёмника "Океан", с этим УКВ-блоком в офисе ничего не прижилось. Для многосигнальной обстановки ДД явно не менее 70 дБ и ближе к 80 дБ для двухсигнального сигнала при полосе пропускания фильтра ПЧ 280 кГц. Это отличный результат с учётом малого тока потребления 7 мА этого УКВ-блока.

В высотном здании на востоке Москвы с прямой видимостью в сторону Балашики получен чистый приём. Приёмник со сложной ТА расположен на подоконнике, окно открыто, нет экранирующих элементов. Все московские радиостанции слышны без помех, хотя в этом месте сигналы и помехи множества радиотехнических систем региона просто зашкаливают. С другими при-

ёмниками приём вообще невозможен, в лучшем случае можно принять две-три радиостанции без особых помех. На западной стороне того же здания ТА можно выдвинуть полностью без появления ложных сигналов, все радиостанции принимаются чисто. Этим было отвергнуто предположение о плохих сигналах в московском радиовещательном УКВ-эфире. Ни у одной станции модуляция не мешает соседней (состояние на начало 2024 г.).

3. Заключение

Предложенные УКВ-блоки с увеличенным ДД в очередной раз показали, что для хорошего вещательного УКВ-приёма не обязательно нужны многосекционные КПЕ и двухкаскадные схемы УВЧ в тяжёлых экранированных корпусах. Если изначально фокусироваться на линейности УВЧ и смесителя, избежать перегрузки первого УПЧ, то можно сильно упростить фильтры до смесителя, как это имеет место в приёмниках DDC-SDR с АЦП прямо у входа. Как показала практика, бюджетные SDR с супергетеродинной схемой (например, на микросхеме Msi001) перед АЦП не соответствуют задаче, у них ДД редко превышает 50...60 дБ для радиовещательного УКВ-приёма. С предложенными УКВ-блоками можно организовать УКВ-приём и на границах нескольких регионов или областей, с помощью направленных антенн на крыше выбрать нужный передающий центр с нужным сигналом. Так как в такой местности имеются нестыковки по частотной сетке, особо полезной оказалась высокая линейность МШУПЧ.

Схема пассивного смесителя в конфигурации Y-mixer показала интересный результат — эта комбинация при небольшой стоимости и простоте схемы имеет высокую линейность. Этот смеситель избавит радиолюбителя от изготовления сложных УКВ-трансформаторов и буферного усилителя для гетеродина, и его легко модифицировать для проектов на диапазонах 2 м и 70 см. Забавно то, что представленные УКВ-блоки можно было бы выпускать ещё 30...40 лет назад, всё в отдельности было разработано и представлено промышленностью СССР. Но у каждого из нас есть свои история и ответ, почему это тогда не случилось. Если использовать отговорку, что в те времена не было соответствующих по качеству УПЧ с "крутыми" фильтрами, то аргумент не сильный — это можно было делать и в те годы, на этот "остров" ведёт нас следующее путешествие по времени и "Океанам".

ЛИТЕРАТУРА

1. Лохни Х. Универсальный УКВ-блок для радиоприёмников "Океан"/Selena. — Радио, 2024, № 5, с. 14—22.
2. Лохни Х. Универсальный УКВ-блок для радиоприёмников "Океан"/Selena. Монтаж и налаживание. — Радио, 2024, № 6, с. 13—22.

От редакции. Дополнительный справочный материал находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/09/ukv-dfd3.zip> на нашем FTP-сервере.

Вышла в свет новая книга

Соловьев В. В.

Язык SystemVerilog для моделирования. — М.: Горячая линия — Телеком, 2023. — 688 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-1019-5



Рассмотрена версия популярного языка проектирования SystemVerilog, предназначенная для моделирования. Достаточно полно описаны основные синтаксические элементы и конструкции языка с точки зрения их практического использования. Каждая конструкция языка сопровождается примером. Изложение материала не привязывается к определённой элементной базе или конкретному программному средству проектирования, поэтому материал книги может использоваться при разработке проектов как на микросхемах ASIC, так и на FPGA (ПЛИС).

Язык SystemVerilog полностью наследует язык Verilog и предоставляет новые возможности для разработки больших и сложных проектов на самых верхних уровнях проектирования: системном, абстрактном и уровне транзакций. Кроме того, язык SystemVerilog включает новые языковые конструкции верификации проектов, обеспечивающие новые возможности для описания тестового окружения сложного проекта. В результате получился язык с очень широкими и разнообразными возможностями, которые трудно в деталях описать в одной книге. В предлагаемой книге, в основном, описываются подмножества языка и конструкции языка SystemVerilog, которые предназначены для моделирования: классы, утверждения, функциональное покрытие, рандомизация, а также программы, блоки синхронизации, события, семафоры, почтовые ящики и многое другое.

Для специалистов в области разработки цифровых систем, научных работников, аспирантов, преподавателей и студентов соответствующих специальностей, может использоваться в качестве справочника, а также пособия для самостоятельного изучения языка SystemVerilog.

Адрес издательства в Интернет
WWW.TECHBOOK.RU

Сетевой ступенчатый стабилизатор переменного напряжения

В. КРАВЦОВ, г. Новороссийск Краснодарского края

Основное отличие предлагаемого ступенчатого стабилизатора от многочисленных конструкций, схемы которых были опубликованы в журнале "Радио" и имеются на просторах Интернета, — простота изготовления трансформатора. Он имеет две вторичные обмотки с соотношением напряжений один к трём. К выходу этого стабилизатора можно подключать оборудование, имеющее гораздо большую потребляемую мощность, чем мощность этого трансформатора. Чем меньше приращение напряжения при регулировании, тем мощнее может быть потребитель. В процессе работы напряжение вольтодобавки меняется, поэтому максимальная допустимая мощность нагрузки также является переменной величиной. При выборе мощности таких стабилизаторов следует ориентироваться не только на параметры нагрузки, но и на возможный интервал изменения напряжения сети. В случае, если это напряжение опускается не ниже

180 В, требуемая габаритная мощность силового трансформатора может быть примерно в пять раз ниже мощности потребителя.

Автору потребовалось изготовить несколько стабилизаторов для различных потребителей разной мощности, включая аналоговую аудиоаппаратуру, а также различную бытовую технику, холодильник, кондиционер и систему водоснабжения. Устанавливать общий мощный стабилизатор для всех этих нагрузок было невыгодно из-за большого собственного потребления энергии, да и конструктивно это не всегда возможно из-за особенностей установки распределительных щитков и электросчётчика.

Схема стабилизатора представлена на рис. 1. В различных экземплярах стабилизаторов использовались готовые трансформаторы от бытовой и промышленной аппаратуры с напряжением вторичных обмоток 8...12 В и 24...36 В, обеспечивающие ток, соответствующий

требуемой выходной мощности. Печатные платы у всех приборов одинаковы, взаимозаменяемы и отличаются только налаживанием в случае использования трансформаторов с отличными от исходного напряжениями. В описании рассмотрен вариант стабилизатора с трансформатором с выходными напряжениями вторичных обмоток 10 В и 30 В и приведены рекомендации по налаживанию в случае использования трансформаторов с другими параметрами. Основными элементами, определяющими пороги срабатывания ступеней вольтодобавки, являются четыре компаратора DA1.1—DA1.4. Напряжение сети выпрямляет диод VD3, через делитель напряжения R17R6R9 и резистор R14 поступает на инвертирующие входы этих компараторов. Конденсатор C2 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения.

На инвертирующие входы компараторов поступают разные напряжения, которые определяются выходным

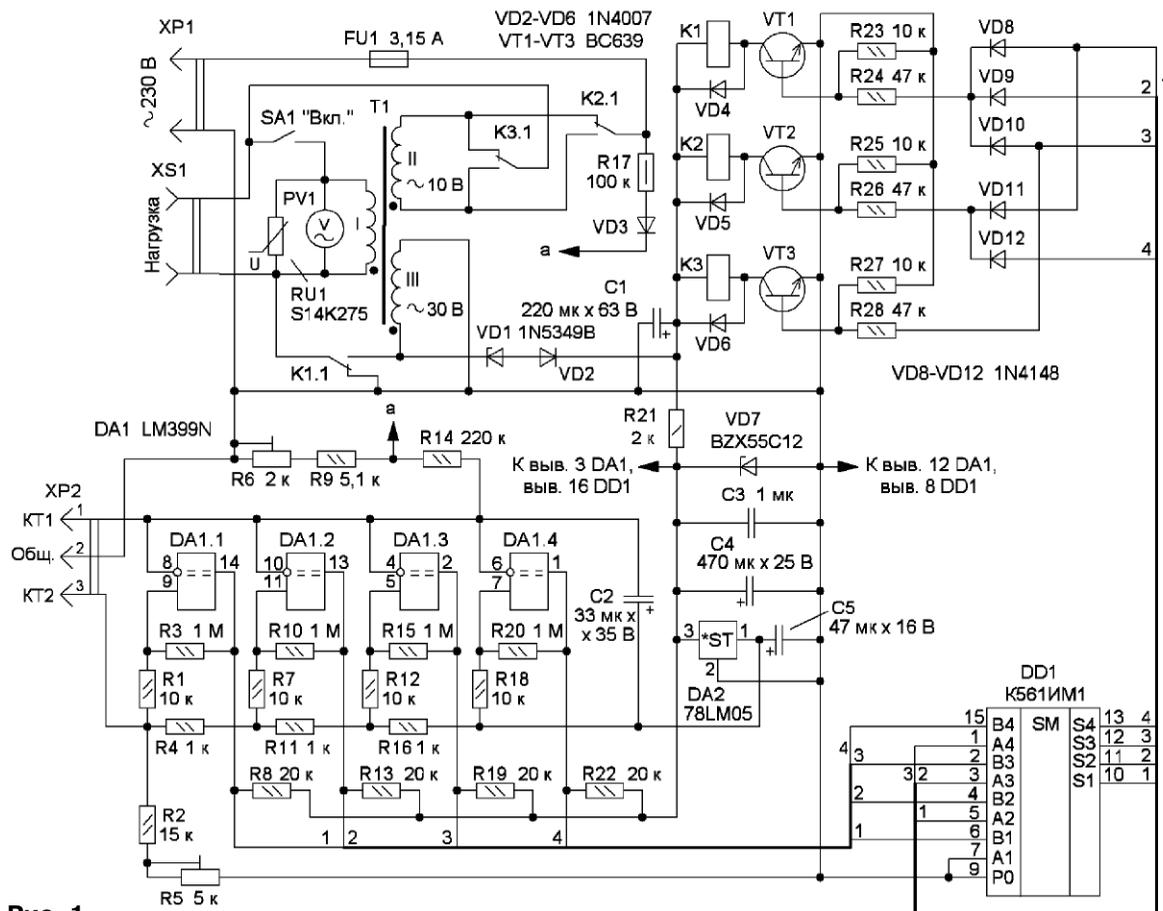


Рис. 1

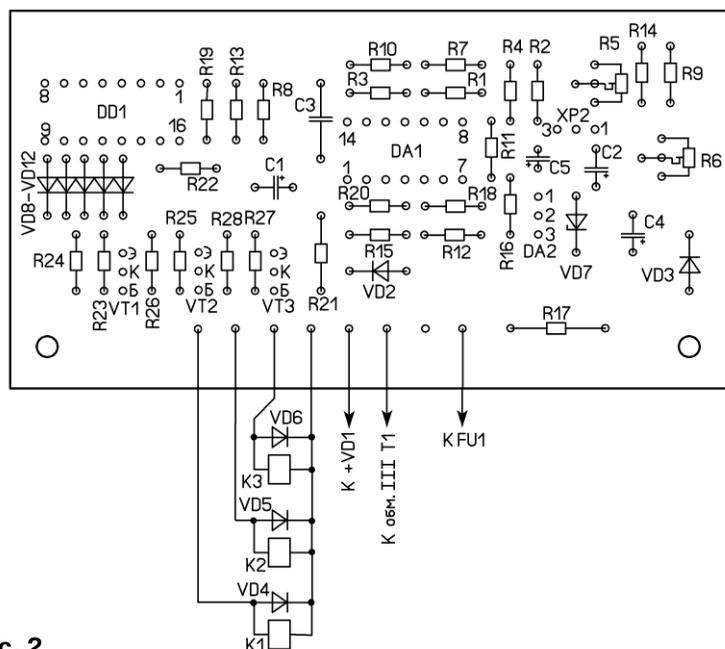
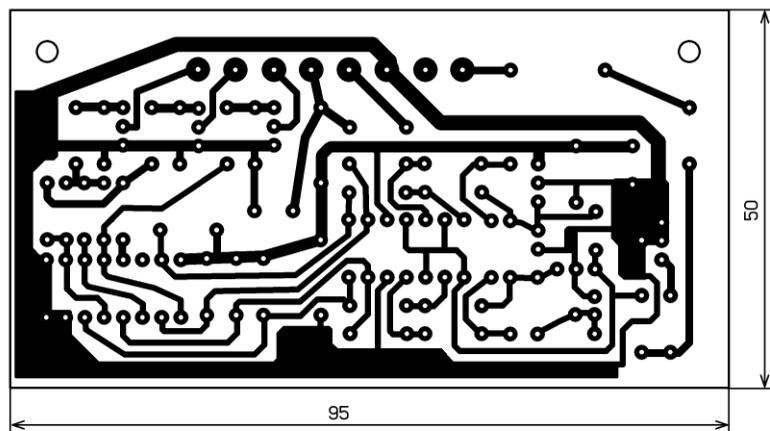


Рис. 2

напряжением стабилизатора DA2 и делителями на резисторах R2, R4, R5, R11 и R16. Напряжение на неинвертирующем входе компаратора DA1.4 — 5 В, что соответствует порогу снижения сетевого напряжения до 210 В, а на неинвертирующем входе компаратора DA1.1 будет напряжение 4,29 В, что соответствует сетевому напряжению 180 В. Точное значение этого напряжения ($U_{КТ2}$) устанавливаются подстроечным резистором R5 и контролируют вольтметром в контрольной точке КТ2, для этого на печатной плате установлен трёхконтактный штыревой разъём PLS с точками контроля напряжения КТ1 и КТ2. С помощью съёмного гнездового разъёма PLD с припаянными проводами к плате подключается вольтметр для измерения напряжения.

Если напряжение на выходе стабилизатора DA2 $U_{ОБР} = 5$ В и при использовании трансформатора со вторичными обмотками с напряжениями 8 В и 24 В, $U_{КТ2} = 4,43$ В. Первый порог будет 212 В, а последний — 188 В. В случае, если у

трансформатора вторичные обмотки с напряжениями 12 В и 36 В, $U_{КТ2} = 4,13$ В, а верхний и самый нижний пороги будут соответственно 208 В и 172 В. Установка порогов срабатывания производится подстроечным резистором R6.

Для этого на резистор R17 подают переменное напряжение 210 В и подстроечным резистором R6 устанавливают напряжение 5 В на контрольной точке КТ1. Для безопасности налаживающие платы желательно производить отдельно, подавая на диод VD2 напряжение +24 В, а -24 В — на эмиттерные транзисторы от малоомощного блока питания, а напряжение 210 В можно получить с помощью разделительного трансформатора, регулируя это напряжение с помощью ЛАТР или переменного резистора.

Каждый компаратор имеет характеристику переключения с гистерезисом, определяемым соотношением сопротивлений резисторов R1R3, R7R10, R12R15, R18R20, что позволяет исключить дребзг контактов реле и ложные

срабатывания. Значение гистерезиса в пересчёте на сетевое напряжение составляет примерно 5 В. По мере снижения напряжения сети на выходах компараторов, начиная с DA1.4, последовательно появляются сигналы с уровнем лог. 1. Микросхема DD1 — полный четырёхразрядный сумматор со сквозным переносом — позволяет выделить сигнал лог. 1 только с выхода компаратора с меньшим порогом срабатывания, игнорируя сигналы остальных. Например, при срабатывании компараторов DA1.4, DA1.3, DA1.2 из-за падения напряжения в сети ниже 190 В, но выше 180 В, только на выходе S2 сумматора DD1 появится сигнал с уровнем лог. 1. Выходы сумматора DD1 соединены с шифратором каналов реле, реализованным на диодах VD8—VD12, который обеспечивает необходимую комбинацию срабатывания реле K1—K3. Так, при снижении напряжения сети до первого порога 210 В срабатывает только реле K2. На втором пороге 200 В срабатывают реле K1 и K3, на третьем пороге 190 В — только реле K1 и на четвёртом пороге 180 В срабатывают K1 и K2. Вторичные обмотки трансформатора T1 синфазно или противофазно соединяются с первичной обмоткой и подключаются к сети, обеспечивая относительную стабильность напряжения на выходе в пределах одной ступени.

Конденсатор C2 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, его подключение к выходу стабилизатора DA2 позволяет исключить ложное срабатывание младшей ступени и соответственно включение реле K1 и K2 при первоначальной подаче сетевого напряжения или кратковременном его перебое. В случае неисправности или аварийного повышения напряжения в сети защита внешних потребителей осуществляется с помощью варистора RU1 и предохранителя FU1, ток срабатывания которого выбирают по реальному току нагрузки. Авторские экземпляры стабилизаторов были изготовлены на мощность нагрузки 300...800 Вт, поэтому в них используются предохранители с рабочим током от 2 А до 5 А. Отдельная ступень для снижения выходного напряжения не предусматривалась, так как такая необходимость отсутствовала, но, в случае необходимости, с помощью простейшего порогового устройства можно включить только реле K3 — напряжение на выходе снизится на величину напряжения обмотки II трансформатора. При выключении стабилизатора выключателем SA1 на нагрузку через нормально замкнутые контакты реле K1—K3 поступает сетевое напряжение напрямую.

Большинство элементов стабилизатора размещены на печатной плате (рис. 2) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Внешние подключения платы можно сделать с помощью пайки монтажных проводов или установить клеммник 2EDGRC-5.0-08p-14-00АН с ответной частью 2EDGK-5.0-08p-14-00АН. Возможно применение любых других подходящих доступных клеммников с шагом между контактами 5 мм. Внешний вид смонтированной платы

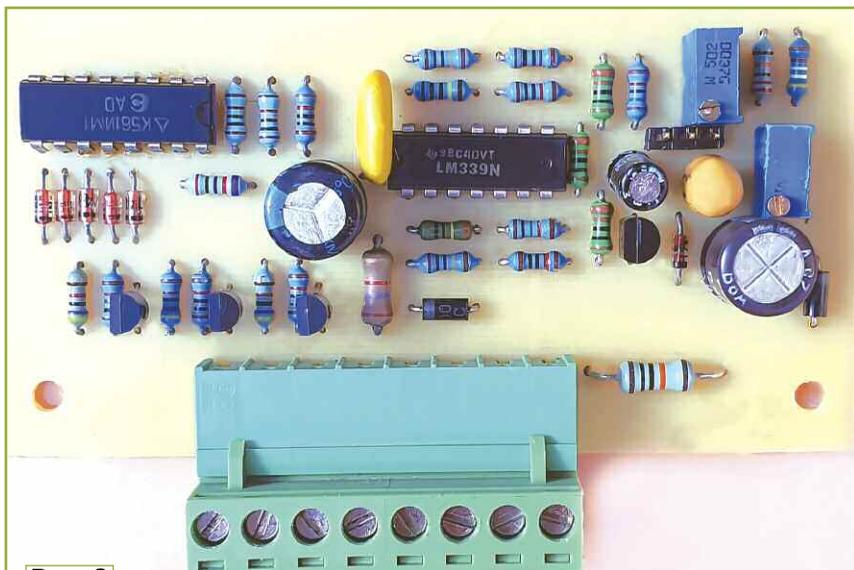


Рис. 3

показан на рис. 3. Реле в разных вариантах стабилизатора использовались разные с обмотками на напряжение 24 В, поэтому печатные платы для них не изготавливались, а монтаж диодов VD4–VD6 и обмоток трансформатора производился прямо на выводах реле. Стабилитрон VD1, предназначенный для снижения избыточного напряжения, поступающего на плату и катушки реле при использовании трансформатора с обмоткой III на 30 или 36 В, припаян навесным монтажом. Его напряжение стабилизации должно быть 12 или 24 В. В случае использования реле с обмотками на напряжение 12 В рациональней снизить напряжение не стабилитроном, а сделать отвод на 12 В от обмотки III трансформатора или использовать для этой цели отдельную обмотку или дополнительный маломощный трансформатор.

Внешний вид одного из вариантов стабилизатора приведен на рис. 4. В устройстве использованы реле FINDER Туре 40.51.9.024.0000. В других вариантах использовались реле 793P-1C-S 24VDC с допустимым током контактов 16 А и 833H-1C-C 24VDC с допустимым током 12 А. В конструкции использованы импортные металлоплёночные резисторы с допуском 1% и мощностью 0,125 Вт. Можно, конечно, использовать любые другие доступные резисторы, но во избежание проблем при налаживании сопоставления резисторов в обвязке компараторов желательно подобрать близкими к приведенным на схеме. Подстроечные резисторы R5 и R6 — однооборотные RM063 или многооборотные СП5-2ВБ, 3296W-1 производства Bourns. Транзисторы VT1–VT3 должны выдержи-

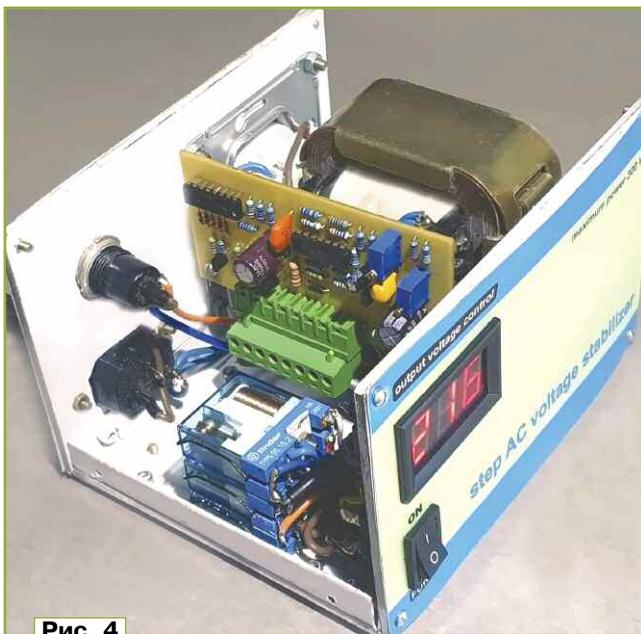


Рис. 4

вать не менее двукратной амплитуды напряжения обмотки III, иметь максимальный ток коллектора не менее 0,5 А и коэффициент передачи тока h_{210} более 200. Можно использовать отечественные транзисторы КТ972А, КТ503Е, КТ630Б, КТ3117А. Диоды 1N4148 можно заменить маломощными серий КД521, КД522, 1N4448, диоды 1N4007 заменимы диодами серии КД243. Очень важно, чтобы конденсатор С2 имел маленький ток утечки и высокую надёжность. В авторском варианте использован танталовый конденсатор с радиальными выводами ёмкостью 15...47 мкФ с номинальным напряжением не менее 16 В. Этот конденсатор обеспечивает задержку срабатывания реле 2...3 с. Остальные оксидные конденсаторы — серии К50-35 или импортные аналоги с температурным диапазоном до +105 °С. В качестве микросхемы компаратора DA1

можно использовать импортные LM139, LM239 или отечественные К1401СА1 с коррекцией печатной платы. Аналогом отечественного сумматора К561ИМ1 является микросхема CD4008А.

Самым важным элементом устройства является трансформатор, от которого зависят максимальная мощность стабилизатора, энергопотребление на холостом ходу и надёжность устройства. Вторичные обмотки должны быть намотаны максимально толстым проводом, какой только позволяет окно каркаса. При подборе готового трансформатора следует иметь в виду, что вторичных обмоток у него должно быть две. Для стабилизированного питания холодильника или кондиционера достаточно использовать трансформаторы с габаритной мощностью по магнитопроводу в пределах 100...180 Вт. Минимальное сечение обмоточных проводов вторичных обмоток определяется из условия: на каждый 1 мм² должно приходиться не более 6 А тока нагрузки. При монтаже трансформатора очень важно определить начало и конец всех обмоток для правильного их включения. В авторском варианте контроль выходного напряжения осуществляется цифровым вольтметром PV1 переменного тока, не имеющим торговой марки, с максимальным пределом измерения напряжения 500 В, приобретённым в Интернете.

По окончании монтажа и налаживания производят комплексную проверку работы устройства. Для этого временно вместо предохранителя FU1 подключают лампу накаливания мощностью около 100 Вт и запитывают стабилизатор без нагрузки через ЛАТР, плавно устанавливая напряжения, соответствующие точкам переключения ступеней стабилизации. Лампа накаливания не должна загораться, а выходное напряжение скачком меняется на величину ступени регулирования. Все работы следует проводить с чрезвычайной осторожностью, поскольку все элементы устройства не имеют гальванической развязки от сети. По окончании проверки и устранения возможных ошибок плату покрывают защитным лаком и производят окончательную сборку прибора. Устройство собрано в металлическом корпусе, размер которого в основном определяется размерами используемого трансформатора. У экземпляра, показанного на рис. 4, габаритные размеры — 150×130×100 мм. Если монтаж выполнен без ошибок, проверка и налаживание произведены заранее, стабилизатор начинает работать сразу и без проблем.

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/09/stab.zip> на нашем FTP-сервере.

Универсальная комбинированная электронная нагрузка

С. СЕМИХАТСКИЙ, г. Ейск Краснодарского края

Основные параметры выпрямителей, стабилизаторов напряжения, преобразователей и других источников питания радиоэлектронной аппаратуры необходимо измерять под нагрузкой. Такой нагрузкой часто является мощный переменный резистор либо набор постоянных и переменных резисторов, которыми устанавливают ток нагрузки исследуемого блока питания от десятков миллиампер до нескольких ампер, что на практике не совсем удобно. Электронные эквиваленты нагрузок, конструкций которых опубликовано в журнале "Радио" достаточно много, позволяют практически полностью устранить недостатки пассивных резисторных нагрузок. Но, к сожалению, удалось найти всего лишь одно описание электронной нагрузки, с помощью которой можно проверять параметры высоковольтных блоков питания, и то вскользь, без подробностей [1], а остальные — сильные, но низковольтные, при этом они используются чаще.

Подавляющее большинство электронных нагрузок выполнены по схеме источника тока, управляемого напряжением. При таком техническом решении мощность электронной нагрузки определяется, прежде всего, мощностью токоизмерительного резистора и максимальной мощностью, которую может рассеять силовой транзистор вместе с теплоотводом (при необходимости с вентилятором).

А какие напряжения и токи вообще применяются радиолюбителями в своей практике? Анализ популярной литературы [2] и [3], многочисленных публикаций в журнале "Радио" позволил сделать вывод о том, что для 90 % конструкций на полупроводниковых элементах используются блоки питания с выходным напряжением до 50 В и током нагрузки до 5 А (не последнюю роль играет ряд номинальных напряжений оксидных конденсаторов: 25 В, 35 В, 50 В, 63 В, да и их разница в цене), а в высоковольтных блоках питания для 99 % конструкций используются напряжение до 400 В и ток нагрузки до 0,5 А. Кроме того, существует ещё один важный момент — все сетевые блоки питания содержат конденсаторы фильтра. Размах амплитуды пульсаций выходного напряжения, а это один из основных параметров источника питания, линейно зависит от другого основного параметра источника питания — тока нагрузки. Пульсации напряжения на выходе выпрямителей, как правило, прямо пропорциональны току нагрузки и обратно пропорциональны ёмкости фильтрующих конденсаторов [4]. При токе нагрузки 10 А пульсации будут в

два раза больше, чем реально измеренные при токе нагрузки 5 А. А для получения таких же пульсаций, как и было раньше, при токе нагрузки 10 А необходимо в два раза увеличить ёмкость фильтрующего конденсатора.

Исходя из вышеизложенного, автору нужна электронная нагрузка, которая будет обеспечивать максимальный ток 5 А для полупроводниковых конструкций и 0,5 А для ламповых с допустимым напряжением несколько сотен вольт. Почему универсальная? Совсем не потому, что она повторяет идеи, изложенные в [5], а потому, что, во-первых, она имеет собственный источник питания и поэтому не зависит от исследуемого блока питания; во-вторых, интервал токов, а особенно напряжений, очень широк; в-третьих, возможно применение различных типов силовых полупроводниковых приборов. В-четвёртых, сильноточная и высоковольтная нагрузки независимы друг от друга, поэтому при повторении конструкции можно изготовить ту, которая нужна, причём вплоть до исключения мощных резисторов. Почему комбинированная? В ней используются мощные резисторы.

Прежде чем заняться разработкой собственно схемы электронной нагрузки, решено было провести практические исследования тепловых характеристик и параметров имеющихся полу-

проводников промышленного изготовления, показанный на **рис. 1**. Размеры его основания — 220×85 мм, толщина основания — 3 мм, высота рёбер — 12 мм, толщина рёбер — 3 мм, общая площадь — около 900 см². Но он предназначен для установки транзисторов в корпусе КТЮ-3-20, поэтому транзистор КТ827А (корпус КТ-9/ТО-3) был установлен с обратной стороны, а транзисторы IRF730, в окончательном варианте — с лицевой стороны. На обратной стороне теплоотвода также размещены два датчика температуры, предназначенных для измерения температуры. Первый — транзистор 2SB772, который установлен на фланце исследуемого транзистора, второй — диод Д217, закреплённый на теплоотводе, как это показано на **рис. 2**. Для получения корректных результатов измерения температуры этот диод установлен с помощью фланца из отрезка ламината, который защищает диод от прямого попадания воздушного потока вентилятора. Все транзисторы и датчики температуры были установлены с применением теплопроводной пасты КПТ-8.

Для внешнего дополнительного охлаждения применялся вентилятор размерами 80×80×25 мм от компьютера, который располагался над корпусом исследуемого транзистора на расстоянии 17 мм от теплоотвода. Для измерения температуры одновременно использовались две приставки к мультиметру [6] и [7]. Также в качестве блока питания был использован мощный источник тока, описанный в [8] (выпрямитель с конденсаторами фильтра для проверки тепловых параметров транзисторов, а источник тока для проверки тепловых параметров резисторов). Измерения проводились при температуре окружающего воздуха +24 °С и постоянно работающем вентиляторе, учитывая при этом некоторую инерционность тепловых процессов.

Были получены следующие результаты. Для проверки мощных резисторов использовался источник тока [8], при измерении температуры применялся датчик на транзисторе 2SB772, который в первом случае крепился к керамическому резистору пластиковой бельевой прищепкой, а к резистору ПЭВР-50 — с помощью небольшой металлической струбины непосредственно в паз с витками высокоомного провода по центру резистора. Резистор CR-L сопротивлением 0,1 Ом с допуском ±5 %, мощность 5 Вт при токе 5 А, падении напряжения 0,5 В и рассеиваемой мощности 2,5 Вт нагревался до температуры 75 °С за 12 мин, достигая устойчивого

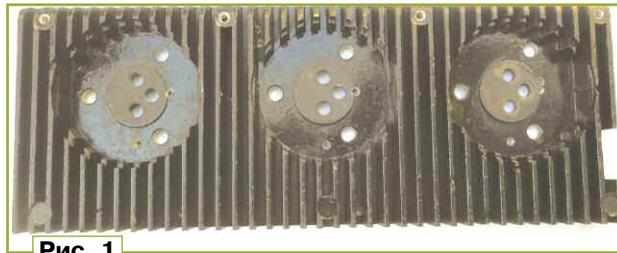


Рис. 1

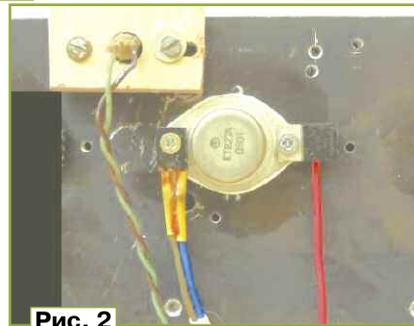


Рис. 2

проводниковых приборов, мощных резисторов и теплоотвода при условиях эксплуатации, близких к реальным и обеспечивающих планируемые параметры устройства. В наличии был теп-

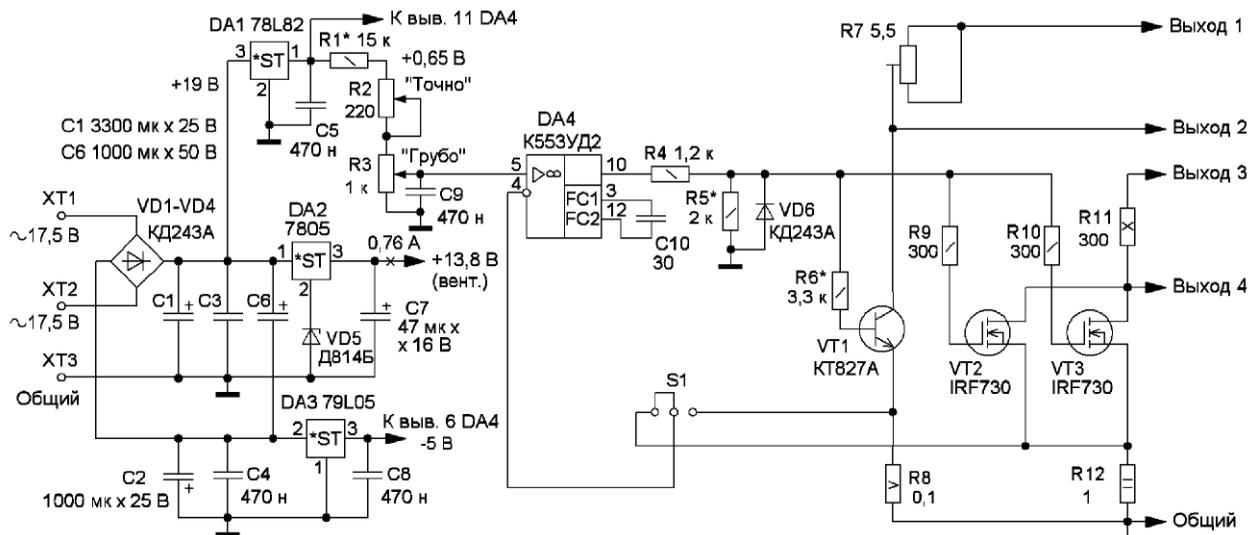


Рис. 3

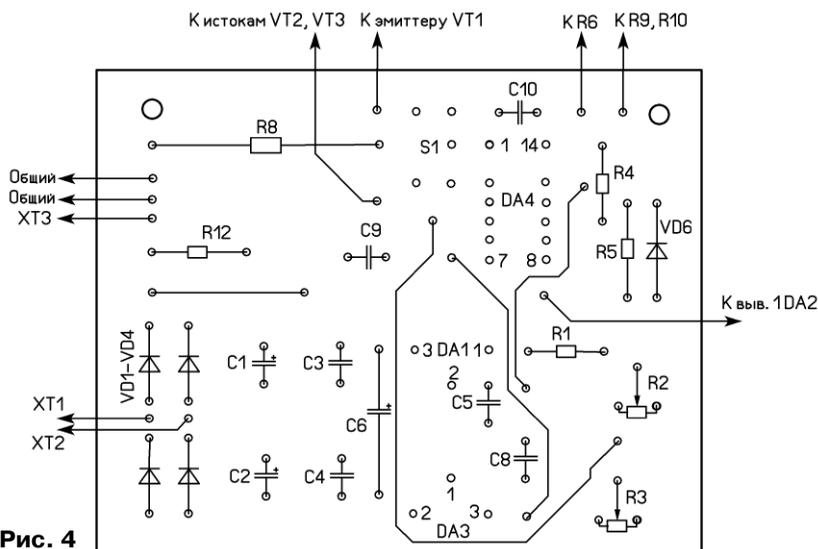
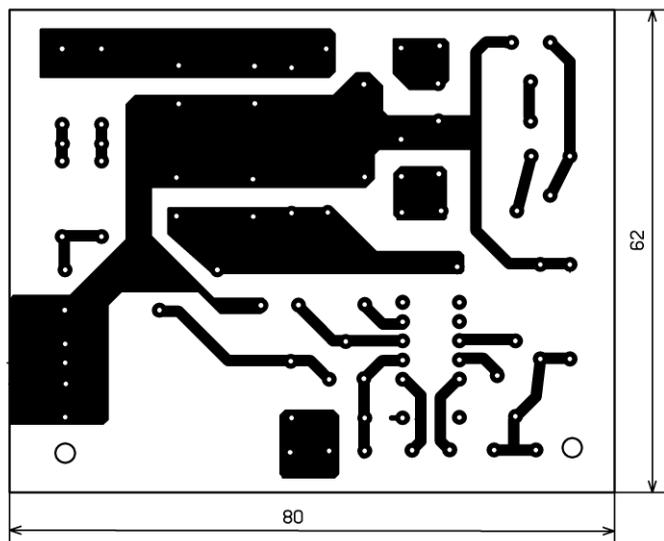


Рис. 4

теплового равновесия при температуре окружающего воздуха 24 °С. Резистор ПЭВР-50 сопротивлением 22 Ом поде-

лён хомутом пополам на два резистора сопротивлением по 11 Ом, которые включены параллельно. Следовательно,

но, общее сопротивление равно 5,5 Ом. Без обдува вентилятором резистор нагревается до 85 °С за 3 мин, при этом падение напряжение — 17,4 В, ток — 3,16 А, рассеиваемая мощность — 55 Вт. Эксперимент был прекращён. С вентилятором размерами 92×92×25мм результаты оказались получше, за 7 мин резистор нагрелся до температуры 57 °С, достигнув температурного равновесия, при этом напряжение — 9,8 В, ток — 6 А, рассеиваемая мощность — 59 Вт. К сожалению, у автора нет более мощного источника питания, чтобы проверить предельные значения мощности и температуры. Вот и определилось самое слабое звено — резистор ПЭВР-50. Максимальное напряжение прибавки к силовому транзистору источника тока составит 12 В при токе нагрузки 5 А. Что тоже довольно неплохо, т. е. добавляются дополнительные 60 Вт, отбираемые от исследуемого блока питания.

Для транзистора КТ827А результаты измерений оказались следующими: напряжение база—эмиттер, при котором транзистор начинает открываться, — 1,109 В, при увеличении тока коллектора до 3,5 А напряжение на коллекторе упало до 24 В, а мощность, рассеиваемая коллектором, — 84 Вт. Через 8 мин после прогрева температура корпуса достигла теплового равновесия и составила 70 °С, напряжение база—эмиттер — 1,275 В, ток базы — 0,352 мА, $h_{21Э}$ — 9943.

Исследования на мощность рассеивания транзисторов IRF730 (они подобраны в пару по пороговому напряжению между затвором и истоком с помощью тестера LCR-T4-ESR) не проводились, поскольку известно, что теплоотвод без проблем справляется с мощностью 84 Вт, а допустимая мощность рассеивания двух транзисторов IRF730, включённых параллельно, составляет 148 Вт [9]. Максимальная рассеиваемая этими транзисторами мощность — около 75 Вт. Она распределяется практически поровну, что вполне реально, учитывая, что каждый транзистор охлаждается своим вентилятором.

Схема электронной нагрузки показана на **рис. 3**. Мостовой выпрямитель на диодах VD1—VD4 и конденсаторах C1—C4, C6 обеспечивает двухполярное питание электронной нагрузки. Для получения стабильных характеристик применены интегральные стабилизаторы напряжения на микросхемах DA1, DA3, которые обеспечивают питанием ОУ DA4 и регулируемый делитель образцового напряжения на резисторах R1—R3. На стабилитроне VD5 и интегральном стабилизаторе напряжения DA2 выполнен источник питания для четырёх компьютерных вентиляторов. Собственно сама электронная нагрузка представляет собой классический мощный источник тока, управляемый напряжением, на ОУ DA4 и транзисторе VT1 или высоковольтных полевых транзисторах VT2, VT3, в зависимости от выходного напряжения исследуемого блока питания. Резистором R3 устанавливают выходной ток грубо, резистором R2 — точно, переключкой S1 переключают интервал напряжений. Резисторы R8, R12 — токоизмерительные. Резистор R5 выполняет двойную функцию. Во-первых, это нагрузка ОУ, и хотя она потребляет небольшой ток, база и затворы мощных транзисторов в любом случае через этот резистор будут соединены с общим проводом, подано на устройство или исследуемый блок питания напряжение или нет. Во-вторых, подборкой сопротивления этого резистора устанавливается ток огра-

ниваемую мощность на активных элементах. Резисторы R9, R10 — антипаразитные, они предотвращают самовозбуждение полевых транзисторов.

Большая часть деталей устройства установлена на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм, чертёж которой приведён на **рис. 4**. Применены постоянные резисторы — МЛТ, C2-23 с допуском $\pm 5\%$, резистор R8 — CR-L керамический проволочный цементный с допуском $\pm 5\%$, резистор R12 — C5-16-T или C2-29B-2 Вт с допуском $\pm 1\%$. Переменные резисторы R2, R3 — СП4-1 или аналогичные, подходящие по размерам. Резистор R11 составлен из двух последовательно соединённых резисторов ПЭВ-50 сопротивлением 150 Ом. Оксидные конденсаторы — K50-35 или аналогичные импортные, остальные конденсаторы — K73-17, K10-17 либо аналогичные импортные, малогабаритные. Вместо транзистора KT827A можно применить транзистор KT829A или KT819ГМ по схеме Дарлингтона.

Микросхема K553УД2 установлена в панель, её можно заменить на ОУ KP140УД7, KP140УД6, исключив конденсатор C10. Микросхему 78L82 можно заменить отечественной микросхемой KP1181ЕН9А или аналогичными импортными на напряжение стабилизации 8...9 В, но следует обратить внимание на возможные различия в цоколёвках. Замена микросхемы 79L05 — отечественная микросхема KP1168ЕН5.

Резисторы R6, R9, R10 установлены непосредственно на выводах транзисторов VT1, VT2, VT3 соответственно. Внешний вид действующего макета (корпус не планируется делать во избежание ухудшения тепловых характеристик, а соответственно и уменьшения мощности, отбираемой от проверяемого блока питания) электронной нагрузки показан на **рис. 5** и на **рис. 6**.

В устройстве можно применить трансформаторы с двумя одинаковыми вторичными обмотками, например, ТПП251-127/220-50, ТПП266-127/220-50, включив их соответствующим образом [10] и задействовав все три контакта ХТ1—ХТ3, либо изготовить его самостоятельно, учитывая напряжения и токи, указанные на схеме.

И хотя устройство достаточно простое, перед практическим применением его необходимо наладить. Сначала подборкой сопротивления резистора R1 устанавливают напряжение +0,65 В на делителе R1—R3. Затем, в целях обеспечения безопасности, используя мощный низковольтный блок питания, устанавливают пороги срабатывания защиты от превышения максимальных токов источника тока. Первым настраивают высоковольтный источник тока. Через токоограничивающий резистор сопротивлением 5,5 Ом на стоки транзисторов VT2, VT3 подаётся напряжение питания. Переключку S1 удаляют, тем самым разрывается цепь ООС, и на выходе ОУ DA4 появляется

Рис. 6

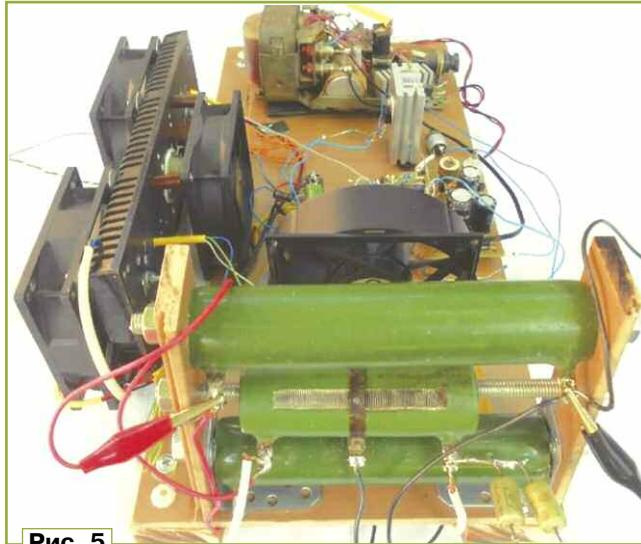
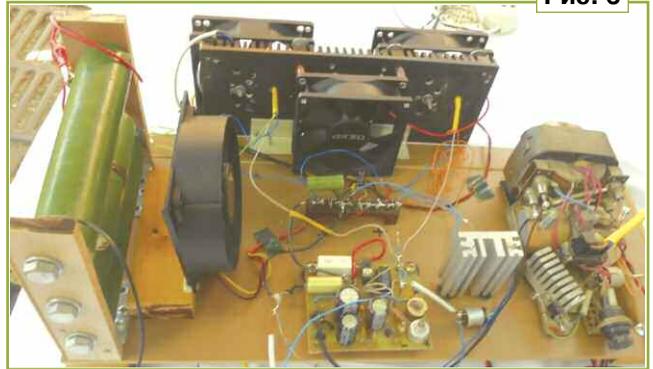


Рис. 5

нения при исследовании высоковольтных источников питания. После установки резистором R3 "Грубо" тока нагрузки, равного нулю, а это обязательное условие для начала проведения измерений, и подачи напряжения питания на электронную нагрузку на выходе ОУ может появиться напряжение около -3,7 В. Цепь R4VD6 ограничивает его на уровне -0,6 В. Резисторы R7, R11 — нагрузочные для источника тока. Их применение позволяет увеличить интервал выходных напряжений исследуемого блока в два раза при максимальных токах и в два раза снизить рас-

делитель напряжения. Диоды КД243А можно заменить любыми из серии 1N400х.

Переключка S1 — от устройства сенсорного выбора программ СВП-3 либо малогабаритный переключатель, подходящий по размерам. Они обязательно должны обеспечивать надёжное соединение контактов. Микросхема DA2 установлена на отдельный тепловод, способный рассеивать не менее 5 Вт мощности. Стабилитрон VD5 и конденсатор C7 смонтированы на десятиконтактной монтажной планке, на неё же выведено и питание четырёх вентилято-

напряжение около +7,5 В. Подборкой резистора R5 устанавливают на резисторе R12 напряжение 0,53...0,55 В, что будет соответствовать току ограничения 0,53...0,55 А. После этого аналогичную процедуру проводят для транзистора VT1, подбирая резистор R6 и измеряя напряжение на резисторе R8. Использование токоограничительного резистора сопротивлением 5,5 Ом обязательно.

Для получения приемлемого теплового режима в электронной нагрузке применено четыре вентилятора. Их технические характеристики приведены на **рис. 7**. Необходимо обратить внимание, прежде всего, на скорость вращения и воздушный поток. Вентиляторы работают постоянно.

Основная систематическая относительная погрешность измерений для больших токов составляет $\pm 5,5\%$ ± 1 единица младшего разряда (ЕМР), так

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Универсальный эквивалент нагрузки. — Радио, 2005, № 1, с. 35.
2. **Сухов Н. Е.** Радиолюбби. Лучшие конструкции УНЧ и сабвуферов своими руками. — С.-Пб.: Наука и Техника, 2012.
3. **Торопкин М. В.** Ламповый Hi-Fi усилитель своими руками. — С.-Пб.: Наука и Техника, 2005.
4. **Титце У., Шенк К.** Полупроводниковая схемотехника. Справочное руководство. — М.: Мир, 1982.
5. **Бирюков С.** Универсальный эквивалент нагрузки. — Радио, 2022, № 4, с. 12—15.
6. **Семихатский С.** Приставка-термометр к цифровому мультиметру. — Радио, 2010, № 4, с. 51, 52.
7. **Семихатский С.** Приставка к мультиметру для измерения температуры. — Радио, 2024, № 7, с. 43, 44.
8. **Семихатский С.** Регулируемый стабилизатор тока 0...6 А. — Радио, 2024, № 2, с. 17, 18.
9. IRF730. — URL: <https://www.vishay.com/docs/91047/91047.pdf> (04.07.24).
10. **Сидоров И. Н., Скорняков С. В.** Трансформаторы бытовой радиоэлектронной аппаратуры. Справочник. МРБ. — М.: Радио и связь, 1994.
11. Мощные полупроводниковые приборы. Транзисторы. Справочник. Под ред. Голомедова А. В. — М.: Радио и связь, 1985.

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/09/nagr.zip> на нашем FTP-сервере.



Рис. 7

как в качестве измерительного устройства применяется цифровой мультиметр. При необходимости её уменьшения надо применить на месте резистора R8 резистор C5-16MB-5 ВТ с допуском $\pm 0,5\%$. Тогда основная погрешность составит $\pm 1\% \pm 1 \text{ EMR}$. Дополнительной погрешностью из-за небольшого базового тока можно пренебречь ввиду его малости. Основная систематическая относительная погрешность измерений для больших напряжений составляет $\pm 1,5\% \pm 1 \text{ EMR}$.

Для повышения надёжности транзисторов при эксплуатации электронной нагрузки следует выбирать режимы с коэффициентами нагрузки по напряжению и мощности в интервале 0,7...0,8, при этом ток и напряжение не должны превышать допустимых значений [11]. Поэтому для транзистора KT827A при

токе коллектора 5 А максимальное напряжение на коллекторе — 17...18 В. При токе коллектора менее 5 А напряжение исследуемого блока питания — не более 80 В, при этом постоянная рассеиваемая мощность коллектора не должна превышать 90 Вт. При использовании полевых транзисторов IRF730 предельное напряжение измеряемого блока питания — около 320 В. Его можно увеличить путём установки более высоковольтных транзисторов, не превышая при этом допустимую мощность рассеивания на стоках.

При налаживании и эксплуатации электронной нагрузки необходимо соблюдать правила электробезопасности при работе с высокими напряжениями и не проверять температуру теплоотводов и мощных резисторов рукой во избежание получения ожогов.

ИЗ ИСТОРИИ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

"Электроника видео-82"

А. ЧЕЧНЕВ, ГБПОУ КС 54, г. Москва

История создания и промышленного освоения производства легендарного отечественного цветного кассетного видеоманитона "Электроника ВМ-12" (фото 1) до сих пор полна загадок и предположений. Предлагаемый вниманию читателей материал, полностью основанный на официальных документах, позволит получить ответы на некоторые спорные вопросы по этой теме. Очень надеюсь на это.

В период с 1973 г. по 1981 г. в СССР ПО "Электроника" и ЛНПО "Позитрон" были разработаны восемь моделей бытовых видеоманитонов, в том числе одна модель кассетного аппарата (модель 505) (фото 2). В 1982 г. в



Фото 1

ПО "Комплекс" была освоена модель цветного катушечного магнитофона (модель 591) с суперуплотнённой системой записи-воспроизведения продолжительностью 2,5 ч.

Министерство электронной промышленности (МЭП) являлось головной организацией, отвечающей за уровень бытовой видеотехники в стране. Руководством МЭП в инициативном порядке было принято решение о разработке перспективной модели цветного кассетного видеоманитона "Электроника видео-82", о чём, собственно, и было сказано в документе У-244 от

№: Тип, наименование	Основные характеристики видеомagneтофона	Предприятие: разработчик	Год освоения	Технический уровень (аналог)	Предложение ГИПУ	Примечания, проблемы
1. "Электроника 501-видео"	Чернобелый, катушечный, носовой, время 40 мин. разрешающая способность - 250 линий	ПО "Электроника"	1974-75	аналог А -3400 соответств. зарубежным моделям 1969 года	снять с производства в 1981г.	1. Организация тиражирования 2. Организация основного пункта видеослеса
2. "Электроника Л1-08"	Чернобелый, катушечный, переносной, время 2,5 час разрешающ. способ. 250 лн.	ЛНПО "Позитрон"	1973-74	1975 г. авторский	снят с производства в 1981г.	3. Выпуск высокоэффективных видеолент. 4. Орг. производства специал ИТ.
3. "Электроника 502, 550 видео"	Чернобелый, катушечный, переносной, время 40 мин, разреш. способ. цвет. 250 лин.	ПО "Электроника"	1974-75	аналог -1000 Ф.Филипс 1970г.	Снять с производства	5. Широкая реклама и низкая цена до 800 руб
4. "Электроника 505 видео"	Цветной кассетный, переносной, время 40 мин, разреш. способ. цвет. 250 лин.	ПО "Электроника"	1977	1975 г. Ф.Филипс -1500	Снят с производства	6. Выпуск ц. видеокамер.
5. "Электроника-508 Видео"	Цветной катушечный, переносной, время 40 мин, разреш. способ. цвет. 220лн.	ПО "Электроника"	1979	1975 -5120	Снять с производства	7. Качество и надежность бытового видеопарага.
6. "Электроника 551 видео"	Цветной катушечный, стационарный, время 2 час, разреш. способ. 250 лин.	ЛНПО "Позитрон"	освоен не был	нет аналога	-	8. Стагнация с промышленными телевизорами
7. "Электроника 552 видео"	Цветной, катушечный, стационарный, с катушкой, время 2,0 час, разреш. способ. 250лн.	ЛНПО "Позитрон"	не был освоен	нет аналога (свалка)	-	

Фото 2

24 июня 1981 г. Прошу обратить внимание на важный момент. Это был не приказ, как должно быть в подобных случаях, а более скромный документ — указание. Чуть позже, учитывая сжатые сроки задания, в июле, сентябре и в декабре 1981 г. выходят ещё указания под номерами У-297, У-344, У-357 и У-457. Документы подписаны заместителем министра МЭП В. Г. Колесниковым. Так о чём говорилось в этих документах?

С целью обеспечения разработки и серийного производства видеомagneтофонов по внутриминистерской кооперации ПО "Электроника", ПО "Комплекс", ЛНПО "Позитрон", ПО "Ала-Тоо" и несколькими институтами должны были

быть поставлены разработки большого числа механических узлов и деталей, а также 21-го вида интегральных микросхем, 12-ти типов транзисторов, двух типов диодов и фототранзистор, 22-х видов дросселей, десяти типов фильтров, 11-ти типов переключателей, двух типов линий задержки, двух

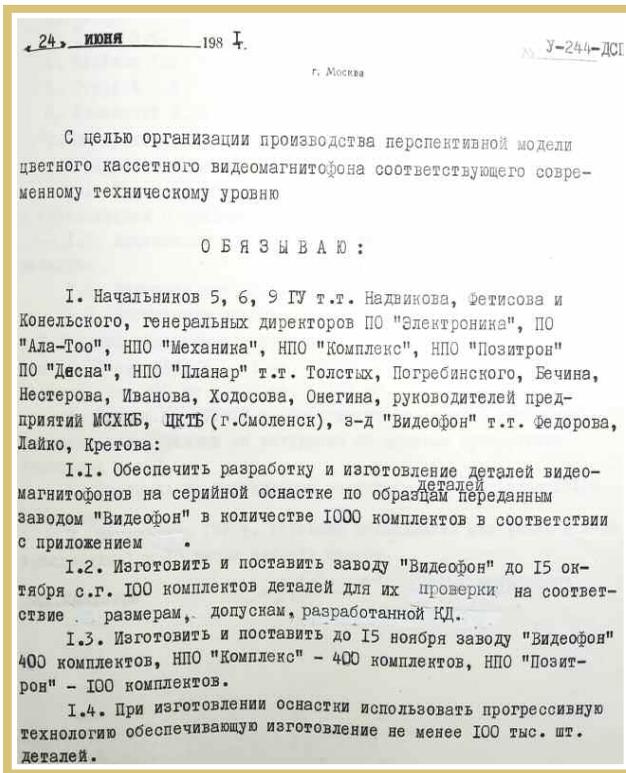


Фото 4

приложение № указания МЭП от 24.06.81г. № У-244-ДСП

Исполнитель	количество деталей			
	Из пресс-материалов	литых из алюминия	штампованных	резино-технических изделий
0 "Ала-Тоо"	59	13	10	-
10 "Механика"	28	-	30	-
10 "Комплекс"	52	-	44	20
0 "Позитрон"	-	-	-	9
0 "Десна"	17	-	-	20
0 "Планар"	10	-	30	-
0 Воронежское ЦКТБ	10	-	-	-
0 "Видеофон"	27	5	14	200

Фото 3

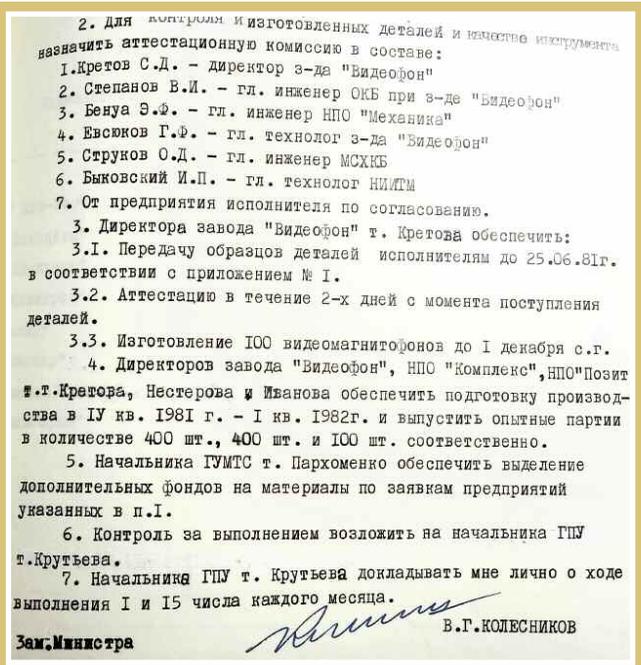


Фото 5

типов кварцевых резонаторов и других электронных компонентов: переменных резисторов, резисторных сборок, конденсаторов. Всего в работе должны были принять участие 32 предприятия отрасли, в том числе предприятия и опытные производства НИИ для изготовления механики и резинотехнических комплектующих — пассиков и др. (фото 3). Интересный момент, образцы всех применяемых деталей, в том числе и перечисленных на фото 3, для конечных исполнителей должен был поставить директор Воронежского завода "Видеофон" С. Д. Кретов до 25 июня 1981 г. Замечу, что про происхождение самих деталей ни где и ничего не написано в доступных документах. Более того, спустя год согласно Приказу МЭП № 339 от 24 июня 1982 г., с целью ускорения разработки нового видеомagneтофона, завод "Видеофон" с ОКБ Воронежского ПО "Электроника" прекратил

своё существование как структурная единица и был ликвидирован путём объединения с НИИ полупроводникового машиностроения (НИИПМ) того же Воронежского ПО "Электроника". Приказ также обязывал руководителей НИИПМ создать отдельное подразделение по разработке и серийному освоению видеотехники.

Масштабный проект — ну, что тут скажешь. Согласно вышеприведённым указаниям все разработки компонентной базы должны были быть завершены в первом квартале 1982 г., при том что к 1 декабря 1981 г. ПО "Электроника" должна была изготовить 100 видеомагнитофонов (фото 4, фото 5). Поскольку есть некоторое повторение в этих требованиях, предполагаю, что на начальном этапе производства планировали использовать смешанную комплектацию.

К 15 марта 1982 г. ответственные предприятия разработали девять типов микросхем, 12 типов полупроводниковых приборов, 39 типов конденсаторов с учётом подобранных аналогов, дроссели, фильтры, линии задержки, кварцевые резонаторы, 11 типов переключателей и два вида стирающих головок.

Не были завершены разработки 11 типов микросхем, фототранзисторов и видео головок:

— НИИ "Вента" не разработал аналог ИМС AN6341;

— Александровский завод им. 50-летия СССР не разработал аналог ИМС AN6677;

— ПО "Комплекс" не доработало синхрозвуктовую магнитную головку до соответствия аналогу;

— в ПО "Электроника" не разработаны ИМС микропроцессора и таймера;

— в НИИ "Дельта" не разработаны шесть типов микросхем для видеоканала;

— в НПО "Феррит" не завершена разработка основной видеоголовки;

— ПО "Орбита" — разработано аналог ИМС AN262, не соответствующий по уровню шумов аналогу;

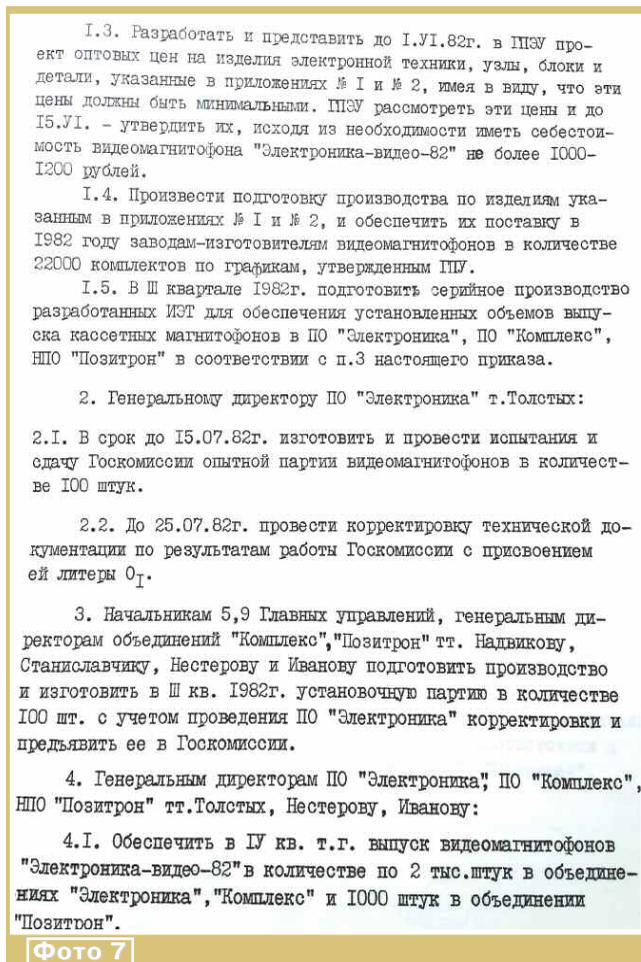
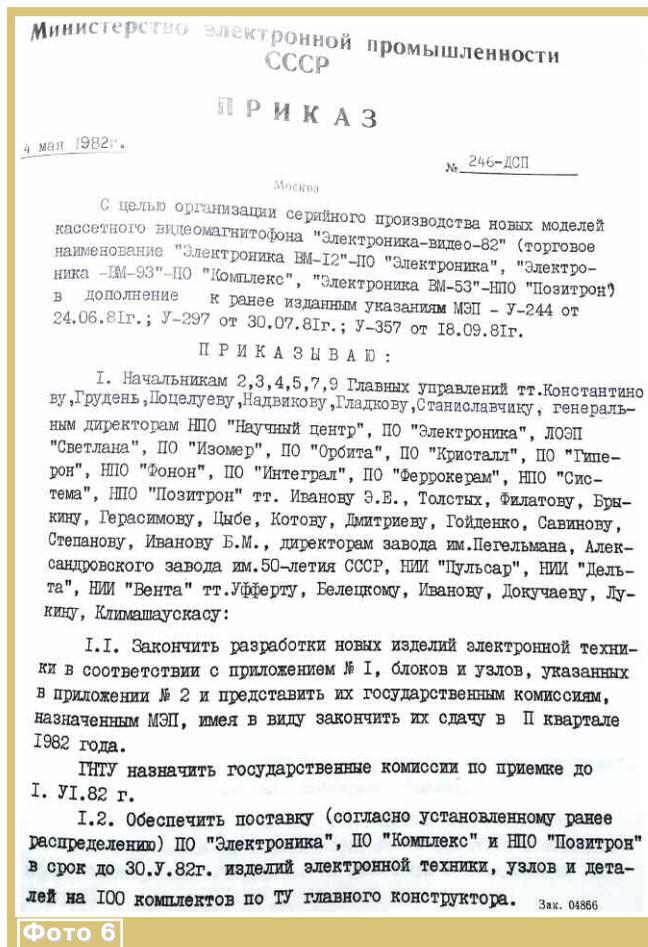
— в ПО "Ала-Тоо" не завершена разработка разъемов, соответствующих по механической прочности, термостойкости и упругости аналогам. Много было вопросов по качеству изготовления литых и штампованных комплектующих этого объединения.

Таким образом, в силу объективных причин срок сдачи Государственной комиссии опытной партии в 100 шт. перенесли на 15 июля 1982 г. По плану МЭП до конца 1982 г. три объединения суммарно должны были изготовить 4500 шт. видеомагнитофонов "Электроника видео-82", в том числе: ПО "Электроника" — 2000 шт., ПО "Комплекс" — 2000 шт., НПО "Позитрон" — 500 шт. Это было предусмотрено приказом МЭП № 246 от 4 мая 1982 г. Он так и

начинался: "С целью организации серийного производства новых моделей кассетного видеомагнитофона "Электроника видео-82" и в дополнение к ранее изданным указаниям МЭП". Приказ довольно объёмный, привожу только ключевые моменты, по которым можно понять исполнителей и большую часть поставленных задач (фото 6— фото 13). В приказе написано, как видеомагнитофон "Электроника видео-82" стал называться "Электроникой ВМ-12".

Параллельно с разработкой видеомагнитофона началось создание серийного производства видеокассет, набора развлекательных и учебных программ, а также кинофильмов. Необходимо было решить вопрос и с тиражированием видеоконтента.

К сожалению, ПО "Электроника" не обеспечило в срок сдачу опытной партии 100 шт. видеомагнитофонов, соответственно ПО "Комплекс", ЛНПО "Позитрон" не смогли произвести установочную партию по 100 шт. к концу третьего квартала 1982 г. Причиной указанного отставания по выполнению приказа № 246 были значительные трудности, возникшие при разработке изделий электронной техники, механических деталей и узлов, связанных с отсутствием полных аналогов ряда материалов и пластмассы, что вынужденно потребовало увеличения сроков разработки компонентов, отработки инст-



рументов и оснастки, поиска материалов, удовлетворяющих конструктивным требованиям, усиления работ по повышению качества входящих деталей и изделий. Из 86 типов электронных компонентов, подлежащих разработке, сдано Госкомиссии 70 разработок, 16 типов поставлялись по ТУ главного конструктора. По состоянию на 12.01.1983 г. не были закончены работы по аттестации и доработке капризных компонентов, выявленных на испытаниях плат и снижающих общую надёжность видеомagneфона.

Таким образом, в силу изложенных выше обстоятельств, в марте 1983 г. только ПО "Электроника" изготовило 29 видеомagneфонов, причём с применением японской комплектации. Все 29 шт. были поставлены на испытания. Надо сказать, что параллельно были созданы мощности для производства 5000 шт. видеомagneфонов в год. Эта цифра была только в планах объединения на 1983 г. План выполнен не был. К тому же воронежское объединение не в полном объёме поставляло комплектующие ПО "Комплекс" и ЛНПО "Позитрон", что, в свою

и требовали дополнительной доработки. Кроме того, всеми предприятиями-изготовителями деталей и узлов поставка осуществлялась некомплектно, что создавало дополнительные трудности. Понятно, что вопросы нужно было решать. Одним из самых тяжёлых был вопрос с производством видеоголовок. Не было необходимых качественных материалов и оборудования для их производства. Поэтому начальнику внешнеторгового объединения "Электронзагранпоставка" Инаури до конца второго квартала 1983 г. предписывалось закупить 3000 шт. пластин из монокристал-

4.2. В течение 1982г. создать производственные мощности, обеспечивающие выпуск в 1983 году видеомagneфонов по 10 тыс. штук по объединениям "Электроника" и "Комплекс" и 2 тыс.штук объединению "Позитрон" с наращиванием мощностей к 1985 году для выпуска 100 тыс.штук, в том числе ПО "Электроника" и ПО "Комплекс" по 40 тыс.штук, НПО "Позитрон" – 20 тыс.штук.

4.3. В месячный срок представить на утверждение графики выпуска видеомagneфонов в 1983г. и в срок до 25.08.82г. согласовать с предприятиями-поставщиками графики поставок ИЭТ, узлов и блоков видеомagneфонов, согласно приложениям № 1 и №2.

5. Генеральному директору ПО "Электроника" т.Толстых, генеральному директору НИО "Электронстандарт" т.Валькову до 25.05.82г. разработать РТМ "Система управления качеством", предусмотрев в ней при необходимости входной контроль ИЭТ, готовых блоков и узлов, тренировку готовых блоков и узлов, контроль и тренировку готовых видеомagneфонов, еженедельные выборочные испытания видеомagneфонов со склада готовой продукции, ежедневную обработку полученной информации о качестве изделий на различных стадиях производства.

6. Генеральным директорам ПО "Электроника", ПО "Комплекс", ЛНПО "Позитрон", НПО "Планар", НПО "Механика", ПО "Десна, ПО "Ала-Тоо" тт. Толстых, Нестерову, Иванову, Онегину, Бечину, Волосатову, Погребинскому, директору СЦКБ т.Романову организовать специализированные участки по производству деталей и узлов для видеомagneфонов, обеспечить их квалифицированными кадрами и измерительным инструментом; заключить во II квартале с.г. договор на поставку узлов и деталей по приложению № 2 согласно графику поставок.

7. Начальникам ГЭС т.Хандогину, ГУК т.Иванову незамедлительно выделять фонды на серийно выпускаемые ИЭТ в соответствии с заявками объединений "Электроника", "Комплекс", "Позитрон".

Фото 8

НИИ "Дельта" не закончил разработку и аттестацию двух типов микросхем из шести. Срок разработки и аттестации неоднократно переносился, последний срок был обозначен 30.01.1983 г. Была выявлена низкая надёжность микросхемы управления двигателем разработки Александровского завода. И это несмотря на введённую 168-ми часовую электротермотренировку и подобные мероприятия. Восемь типов транзисторов (из 26 типов) не соответствовали аналогам в режиме их применения в видеомagneфоне по отдельным параметрам или разбросу параметра от номинала (серии транзисторов КТ645, КТ639, КТ626, КТ503, КТ633, КТ315, КТ602 и КТ312). Не решены вопросы обеспечения производства пассивов для видеомagneфона качественной резиной. Резина отечественного производства обеспечивала бесперебойную работу механики только в течение 500 ч. Не были согласованы технические условия на ряд новых компонентов с основными потребителями.

очередь, создало предпосылки для невыполнения этими организациями поставок блоков и узлов в Воронеж. Вопрос упаковки тоже не был решён. ПО "Комплекс" и ЛНПО "Позитрон" к работам по выпуску установочных партий приступили, но не собрали ни одного полностью работоспособного аппарата из-за отсутствия необходимой комплектации и механических узлов. Необходимо отметить, что на тот момент практически всеми предприятиями и организациями ещё не в полной мере были решены вопросы получения материалов необходимого качества и с параметрами, соответствующими материалам, применённым в аналогах. Также в недостаточной степени отработаны вопросы технологии изготовления деталей и узлов, обеспечения их качества. В результате этого имел место большой возврат на доработку или полный брак на входном контроле, а также в процессе сборки.

Изготовленная оснастка и инструмент в большинстве случаев не обеспечивали необходимую точность, качество

8. Начальникам ГВМС, ГУК, ГТУ тт.Пархоменко, Иванову, Райнову обеспечить запланированный выпуск новых моделей видеомagneфонов и комплектующих изделий к ним необходимыми материальными-техническими ресурсами и металлорежущим оборудованием в соответствии с заявками и расчётами предприятий-изготовителей.

9. Начальнику ГЦУ т.Стуколову:
9.1. Внести изменения в план 1982 г. по выпуску видеомagneфонов с учетом снятия с производства старых моделей. Установить план 1982 г.: ПО "Электроника" – 6,5 тыс.штук, в т.ч. 2 тыс.шт. "Электроника-видео-82"; ПО "Комплекс" – 10 тыс.штук, в т.ч. 2 тыс.шт. "Электроника-видео-82"; НПО "Позитрон" – 0,5 тыс.штук "Электроника-видео-82".

9.2. Совместно с ФЭ (т.Трофимовым) предусмотреть средства на создание задела незавершенного производства.

10. Начальнику 6 Главного управления т.Фетисову изготовить в 1982 г. по 10 тыс.комплектов печатных плат для объединений "Комплекс" и "Позитрон" и 20 тыс.комплектов для объединения "Электроника". Обеспечить их поставку с апреля т.г. равномерно по месяцам.

11. Генеральному директору ПО "Электроника" т.Толстых в течение 1982 года создать мощности по производству 22 тыс.штук узлов вращающихся головок и обеспечить поставку их в количестве 11 тыс.комплектов объединениям "Комплекс" (10 тыс.) и "Позитрон" (1 тыс.).

12. Начальникам 5,9 Главных управлений тт.Надвикову, Станиславчику, начиная со II полугодия т.г., обеспечить изготовление силами подведомственных предприятий 10 тыс.комплектов печатных плат для объединений "Комплекс" и "Позитрон".

13. Начальнику МСХБ т.Федорову во II квартале т.г. разработать и передать объединениям "Электроника", "Комплекс", "Позитрон" конструкторскую и технологическую документацию на упаковку видеомagneфона и типографский оригинал – макеты товароописательной документации.

Фото 9

лического феррита. Ему же приказали рассмотреть возможность закупки импортного прецизионного металлообрабатывающего оборудования и измерительных приборов по заявкам главных управлений и объединений. Забегая немного вперёд, замечу, что это было выполнено в срок.

Генеральному директору ПО "Электроника" в I квартале 1983 г. необходимо было обеспечить предприятия-изготовители узлов и деталей комплектом учётной документации с литерой "01" и до 1 февраля 1983 г. закончить доработку и передачу полного комплекта конструкторской документации НПО "Позитрон" и ПО "Комплекс".

Начальнику Главэлектронсбыта Хандогину нужно было срочно рассмотреть заявки главков и объединений на серийные компоненты и выделить на них фонды.

Все поставляемые для производства видеомagneфона электронные компоненты с начала 1983 г. должны были быть подвергнуты процессу электротермотренировки.

Также было поручено начальнику 7-го Управления Гладкову подготовить ещё одно обращение в Совет Министров о необходимости разработки новой резины.

По комплектующим ситуация выглядела так. Цветной кассетный видеоманитонфон включает в себя 296 различных узлов с общим числом деталей 677, из них 172 изготавливаются на металлорежу-

164 транзистора 19-ти типов, диодов, стабилитронов, светодиодов — 165 шт. (17 типов). По 39 элементам были проведены новые разработки, среди них — 19 типов интегральных схем, линии

1	МРД45038С или ТС5012ВР	ПО "Изомер"
2	ММ1405VQ	ПО "Электроника"
3	М54819L	НИИ "Вента"
4	АН 6350	—"
5	АН 6341M	—"
6	АН 6677	з-д им.50-летия СССР
7	АН 6320M	з-д им.Пегельмана
8	АН 262	ПО "Орбита"
9	АН 304	ПО "Орбита"
10	АН 6310	НИИ "Дельта"
11	АН 6332	—"
12	АН 6342 M	—"
13	АН 6360	—"
14	АН 6362	—"
15	АН 6371	—"
16	ММ1435 VV	ЦКБ при ВЗПП
17	ДУ 838	ПО "Гиперон"
18	VCP 0031 (LQOT-50X)	НИИ "Фонон"
19	АН 6551	ПО "Кристалл"
Транзисторы		
1	2С С 2206	ПО "Интеграл"
2	2С Д636	—"
3	2С Д973	—"

Фото 11

<u>Фильтры</u>		
1	VL P0083T K-8I	ПО "Феррокерам", НПО "Феррит", НПО "Позитрон"
2	VL P0112T K-8I	—"
3	VL P0115T K-A3	—"
4	VL P0090T K-A3	—"
5	VL P0094T K-A3	—"
6	VL F 095T K-8I	—"
7	VL F 0113T K-8I	—"
8	VL F 0085 BI	—"
9	VT T0093B0M3	—"
10	4.5 С 30M I	—"
Линии задержки		
1	VL P0012 (A12C) I2/2 (IH)	ЛОЭП "Светлана"
2	VL P0026I B24M S I8 (2H)	—"
Переменные резисторы		
1	E VL BAZI2BI5 (100ком)	ПО "Гиперон"
2	E V MNI Q A00BI5 (100 ком)	—"
3	E V VZA 016824 (22ком)	НИИЭМП
Резисторная сборка		
1	E X P010773 (47 ком x10)	НИИЭМП
Прочие		
1	Трансформатор VL T0052	ПО "Феррокерам", НПО "Феррит"
2	Вакуумный катодолеминисцентный индикатор П404	Саратовский з-д ПУИ
Переключатели		
1	SW/CA-003	НПО "Система"
2	IK (M)	—"
3	VSS0052	—"
4	E S D I4I45	—"
5	E S B I4I30	—"

Фото 13

14. Утвердить перечень ИЭТ, разрешенных к применению (приложение № 3).

15. Контроль за выполнением настоящего приказа возложить лично на начальников главных управлений и на Первого заместителя Министра т. Колесникова.

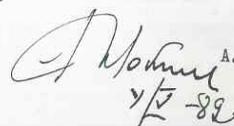
Министр  А.И. Шокин

Фото 10

<u>Фототранзистор</u>		
1	PM150 MM	НИИ "Пульсар"
Конденсаторы пленочные		
1	EQQMIH153KZ (50B D6015 мкФ)	НПО "Позитрон"
2	EQQMIH563KZ (50B 0,056мкФ)	—"
3	EQQMIH823KZ (50B 0,082мкФ)	—"
4	EQQMIH273UZ (50B 0,027мкФ)	—"
5	EQQ MIH682KZ (50B0,0068 мкФ)	НПО "Позитрон"
Дроссели		
1	VL Q B 80 I02K (1 мН)	НПО "Феррит", ПО "Феррокерам"
2	VL Q B F06T10I (100 мН)	—"
3	VL Q B 80 W22I (220 мН)	—"
4	VL Q E L 06F820 (82 мН)	—"
5	VL Q E L 06T15I (150 мН)	—"
6	VL Q E L 06F3R3 (3,3 мН)	—"
7	VL Q E L 06F100 (10 мН)	—"
8	VL Q E L 06F180 (18 мН)	—"
9	VL Q E L 06F2R 7 (2,7 мН)	—"
10	VL Q E L 06F47I (470 мН)	—"
11	VL Q E L 06F18I (180 мН)	—"
12	VL Q 80 W I20 (12 мН)	—"
13	VL Q E L 06F220 (22 мН)	—"
14	VL Q E L 06F39I (390 мН)	—"
15	VL Q E L 06F1R2 (1,2 мН)	—"
16	VL Q E L 06F470 (47 мН)	—"
17	VL Q 7H222 (2,2 мН)	—"
18	VL Q 02F682 (6,8 мН)	—"
19	VL Q E L 06F330 (33 мН)	—"
20	VL Q E L 06F560 (56 мН)	—"
21	VL Q E L 06F6 R8 (6,8 мН)	—"
22	VL Q E L 06F3R9 (3,9 мН)	—"

Фото 12

щих станках, 279 — штампованных, 201 — прессованных пластмассовых, 18 — методом литья и 30 печатных плат.

В видеоманитоне используются 1730 электронных и радиокомпонентов, среди них — 26 ИМС 24 типов,

задержки, видеоголовки, фильтры, катушки индуктивности и др.

Из 39 позиций по 22 элементам были изготовлены опытные партии и утверждены ТУ. По остальным изготовлены опытные партии, но ТУ отсутствовали. Платы "Видео", изготавливаемые НПО "Позитрон", не прошли испытаний в собранных видеоманитонах. В платах были применены импортные микросхемы (6 шт.). Очень сложное положение сложилось с поставками ПО "Комплекс" узла управления двигателем БВГ Александровского завода. Такое со-

-Контрольно-измерительное оборудование :			
1. Прибор для измерения отношения сигнал/шум фирма "Роде Шварц", ФРГ	- 4 шт.	- 25,2 т.р.	Поставлено: 3 шт. - апрель 1985 г. 1 шт. - октябрь 1985 г.
2. Тестер для контроля печатных плат мод. 60 фирма "Маркони", Англия	- 1 шт.	- 230 т.р.	Поставлено : 1985 г.
3. Тестер для контроля печатных плат мод. 80X фирма "Маркони", Англия	- 1 шт.	- 310 т.р.	Поставлено : 1985 г.
4. Система контроля видеокассет фирма "Файншерб", ФРГ	- 1 комп.	- 10,2 т.р.	Поставлено: сентябрь 1983 г.
5. Регенератор телесигналов мод. ЭА-110 фирма "ГОК-А", Япония	- 1 комп.	- 10,2 т.р.	Поставлено: сентябрь 1983 г.
6. Видеомагнитофоны :			
мод. NR-3370EP	- 1 шт.	- 2.0 т.р.	Поставлено: июль 1982 г.
мод. NR-2200ES фирма "JVC", Япония	- 1 шт.		
7. Видеомагнитофоны :			
мод. NV-2000	- 45 шт.	- 65,0 т.р.	Поставлено: ноябрь 1982 г.
мод. NV-333	- 5 шт.		
мод. NV-7000EM фирма "Манусета", Япония	- 10 шт.		

Фото 14

2- СТАНКИ :			
1. Станки намотки статоров и якорей электродвигателей видеомагнитофонов фирма "Токио Боски", Япония	- 3 шт.	- 160 т.р.	Поставлено: 2 кв. 1983 г.
-Комплектующие изделия : Япония			
1. Блок видеоголовок :			
мод. VEO-181	- 800 шт.	- 100 т.р.	Поставлено: 1982 г.
мод. VEO-131	- 800 шт.		
2. Электродвигатели мод. VEO-133	- 800 шт.		
3. Сервисный инструмент	- 6 комп.		
4. Пассажки	- 75 т. шт.	- 9,0 т.р.	Поставлено:

Фото 15

стояние разработок компонентов ставило в тяжёлые условия производство видеомагнитофонов и создавало серьёзные трудности по сдаче в марте 1983 г. темы Государственной комиссии.

В видеомагнитофоне планировалось использовать большое число компонентов серийного изготовления. Эти изделия, по экспертным оценкам, на стадии разработки документации были определены как аналоги. Однако по результатам изготовления опытной партии было установлено, что ряд транзисторов, диодов, конденсаторов, поставляемых по существующим ТУ, не удовлетворяют требованиям. Всем заводам-поставщикам было предписано срочно внести дополнение в ТУ с целью отбора элементов для удовлетворения соответствующих требований.

Аналог (NV-2000 Panasonic) разрабатываемого видеомагнитофона имел высокие показатели качества и надёжности. Образец аналога отработал 2000 ч при непрерывной двухсменной работе, и при этом его

Наименование оборудования		Количество
1	2	3
1	Бесцентровый шлифовальный станок 150 СЛ-2 ф. "АГАТОН", Швейцария	1
2	Токарно-револьверный станок с ЧПУ мод. "Примус" ф. "ВАШЕР", ФРГ	5
3	Токарные автоматы продольного точения мод. Т-4, РН-10, РН-20, ТС-7 ф. "ТОРНОС", Швейцария	8
4	Координатно-гирюбойный пресс с ЧПУ мод. РВС-600 ф. "БРЕКСЕР", Швейцария	1
5	Пресс холодной высадки в специальном исполнении мод. МК-400, ф. "ГРЕБЕНЕР", ФРГ	1
6	Токарно-револьверные автоматы в специальном исполнении ф. "ЭБОЗА", Швейцария	3
7	Универсально-фрезерный станок с контурным программным управлением мод. МНО-500 ИИИ ф. "ГЛКО", ФРГ	1
8	Лоботочарные станки особо высокой точности в спе- циальном исполнении ф. "КУММЕР", Швейцария	5
9	Развальцовочные станки в специальном исполнении ф. "БРЕКСЕР", Швейцария	3
10	Электроэрозионный прошивочный станок мод. ДМА-315 ф. "АИИ", Швейцария	1
11	Электронскоровый вырезной проволоочный станок мод. ВЭС-4.30 ф. "АИИ", Швейцария	1
12	Агрегатный станок для сверления отверстий в блоке видеоголовок ф. "МИКРОН ХЕБЛЕР", Швейцария	2

Фото 16

параметры сохранили все эксплуатационные показатели. Задача создания высоконадёжного серийного цветного видеомагнитофона, по мнению всех участников процесса, технологически

могла решиться только путём использования в процессе производства специализированного металлообрабатывающего оборудования, стенов, устройств и приспособлений для изготовления и контроля. Организационно эту задачу могли решить, в том числе, путём создания новой системы контроля качества производства. На тот момент времени и первое, и второе только начали создавать на предприятиях, отвечающих за внутриминистерскую программу создания и производства видеомагнитофона "Электроника ВМ-12".

Совет Министров СССР 10 сентября 1982 г., предвидя всю сложность организации промышленного производства видеотехники вообще и кассетного цветного видеомагнитофона в частности, своим распоряжением № 1911-рс выделил МЭП целевым назначением 42 млн инвалютных рублей на закупку лицензии, комплекта технологического оборудования и технической документации, необходимых для организации в СССР массового производства бытовых кассетных магнитофонов. Постановлением Совета Министров СССР № 1023 от 25 октября 1983 г. было разрешено использовать 10 млн инвалютных рублей из средств, выделенных по РСМ № 1911-рс для закупки прецизионного металлорежущего технологического и измерительного оборудования. По сути, параллельно с освоением серийного производства на существовавших на то время производственных мощностях создавалось новое производство.

Для ПО "Электроника" у фирмы "Вадо" (Япония) было закуплено оборудование для изготовления деталей и узлов видеомагнитофона, а также оборудование для сборки шасси на сумму 5,7 млн руб. Основная часть оборудования была запущена в производство с середины 1984 г., шесть сборочных автоматов фирмы "Ситизен" были поставлены в начале 1986 г. Кроме того, было закуплено 15 токарных станков с ЧПУ фирмы "Шаублин" (Швейцария), один суперфинишный станок фирмы "Нагель" (ФРГ). Для НПО "Феррит" закуплен комплект контрольно-измерительного оборудования фирмы "Белдекс" (Япония) для участка по производству видеоголовок. Одновременно был решён вопрос закупки у фирмы "Вако-Казки" линии по производству видеоголовок. Монтаж был произведён в ноябре 1985 г. Смонтировано 24 единицы оборудования. Также было закуплено оборудование для сборки лентопотяжного механизма. Из частично приведённого ниже документа можно понять масштабы перевооружения производств (фото 14—фото 22).

Как же развивалось производство в условиях его организации? К 20 апреля 1983 г. ПО "Электроника" изготовило 86 видеомагнитофонов из опытной пар-

тий. Так, только в одном НИИПМ выпущено 141 изменение (фото 23).

Продолжу по начало серийного производства. ПО "Электроника" за 1984 г. изготовило 1620 видеомагнитофонов. ЛНПО "Позитрон" за этот период изготовило 532 шт. Все они были реализованы организациями на технологические нужды. ПО "Комплекс" в 1984 г. произвело 1459 шт. До 31 декабря 1984 г. продажа осуществлялась только по безналичному расчёту. Поставки в торговую сеть (магазины "Электроника") начаты с 1 января 1985 г. Цифры производства в документах разных авторов и ведомств несколько отличаются, но отличия не существенны и позволяют в целом понять общую картину. С 1985 г. масштабы серийного производства возросли в разы на всех предприятиях и неуклонно повышались все последующие годы. Мероприятия по оснащению производств новым современным металлорежущим и контрольно-измерительным оборудованием, жёсткий контроль и электротермотренировка всех радиоэлементов плюс накопленный опыт дали положительный результат.

Фирменная торговая сеть в городах Москве, Воронеже, Ленинграде и Минске готова была приступить к продаже видеомагнитофонов населению в начале декабря 1984 г. Несколько любопытных моментов, на мой взгляд:

- доставка, установка и настройка на дому видеомагнитофонов для покупателей указанных городов;

- право приобретения покупателями в период гарантийного срока эксплуатации десяти видеокассет;

ВЫПОЛНЕНИЕ ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА И ПОСТАВОК ПО 1984 г.

НАИМЕНОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ УЗЛА ДЕТАЛИ	I кв.		II кв.		III кв.		IV кв.	
	ПЛАН	ФАКТ.	ПЛАН	ФАКТ.	ПЛАН	ФАКТ.	ПЛАН	ФАКТ.
ВИДЕОМАГНИТОФОН	1000	160	1500		2100		2900	
ЛПМ								
ВСЕГО:	1400	750	1400		1400		1400	
В Т.Ч. ПО „КОМПЛЕКС“	1100	528	1100		1100		1100	
ПО „ПОЗИТРОН“	300	222	300		300		300	
ИЗМЕРИТЕЛЬ ВРЕМЕНИ								
ВСЕГО:	1400	1000	1400		1400		1400	
„КОМПЛЕКС“	1100	750	1100		1100		1100	
„ПОЗИТРОН“	300	250	300		300		300	
УСТРОЙСТВО ВКЛЮЧ.								
ВСЕГО:	1400	1400	1400		1400		1400	
„КОМПЛЕКС“	1100	1100	1100		1100		1100	
„ПОЗИТРОН“	300	300	300		300		300	
ПЛАТЫ - 4 НАИМЕН.	3800	3800	4000		4400		4400	
ПРУЖИНА 6 НАИМЕН.	3800	3800	4000		4400		4400	
ЖГУТ - 2 НАИМЕН.	3800	3800	4000		4400		4400	
ШАЙБА - 3 НАИМЕН.	3800	3800	4000		4400		4400	
ПО „ПЛАНАР“								
„КОМПЛЕКС“								
СТОЙКА 374 ПО „ФЕНИКС“ 3-Д ПЫЛЬТ	3800	3800	4000		4400		4400	
ОСЬ 620								
СТОЙКА 373								
ЛЕГЕСТОК	3300	3300	4300		4300		4300	

Фото 23

— магазины создавали обменный фонд для обеспечения покупателей видеомагнитофоном на случай гарантийного ремонта. Постановка видеомагнитофона на гарантийное обслуживание происходила путём заполнения специальной карточки владельца в трёх экземплярах;

— торговый персонал всех фирменных магазинов в вышеуказанных горо-

дах прошёл обучение по предторговому обслуживанию видеомагнитофонов. Это неудивительно — техника была высшей категории сложности;

— предоставление права покупателям на пользование услугами пунктов проката видеокассет при магазинах "Электроника". В Москве в качестве пилотного проекта Московское специальное художественное бюро (МСХБ МЭП) "Эстел" совместно с НИИ "Исток" разработали и оборудовали экспериментальный пункт проката при московском магазине "Электроника" с целью последующего использования данного проекта для остальных пунктов проката.

При ЦКРО "Электроника" была создана служба проката и тиражирования видеокассет, разработаны "Временные правила проката видеокассет на территории СССР", включая, в том числе, и "оперативную карточку движения видеофильмов".

Техническим обслуживанием в Москве, Воронеже, Ленинграде и Минске обязали заниматься ПО МЭЛЗ (завод "Цвет"), ПО "Электроника", ЛНПО "Позитрон" и ПО "Комплекс" соответственно. Под это в указанных городах были выделены помещения,

оборудованные надлежащим образом.

Не всё удалось рассказать в столь небольшом повествовании, но, надеюсь, в целом картина маленькой технологической и организационной революции в нашей электронной промышленности, связанной с разработкой серийного производства цветного кассетного видеомагнитофона, стала понятней и ясней.

Вариант маломощного усилителя для головных телефонов

А. ШУМИЛОВ, г. Архангельск

Иногда так хочется посмотреть телевизор в вечернее или ночное время, поскольку почему-то именно в это время показывают интересные фильмы или телепередачи. В таком случае, чтобы не беспокоить окружающих, приходится делать громкость меньше и садиться ближе к экрану телевизора, что впоследствии может не слишком хорошо сказаться на зрении. К тому же, если у человека проблемы со

слухом, он просто вынужден делать громкость телевизора больше, причём в любое время суток, что также создаёт проблему для окружающих. И в результате часто идёт "битва" за право обладания пультом дистанционного управления телевизора.

Если в телевизоре есть гнездо для подключения головных телефонов (и, как правило, оно есть), а у пользователя имеются головные телефоны с длин-

ным (3...4 м) проводом или удлинителем с аналогичными штекером и гнездом (как правило, TRS 3,5 мм), то проблема индивидуального "тихого" прослушивания звукового сопровождения телепередач некоторым образом снимается, поскольку при подключении штекера головных телефонов в соответствующее гнездо механически отключаются динамические головки телевизора, и сигнал идёт только на подключённые

головные телефоны, причём через гасящие резисторы. Однако в процессе прослушивания звукового сопровождения телепередач на головные телефоны можно иногда так значительно увеличить громкость телевизора (особенно, когда уровень громкости может регулироваться как пультом телевизора, так и пультом роутера или ТВ-приставки), что при случайном отключении штекера головных телефонов при работающем телевизоре можно получить лишний шум от резкого всплеска уровня звука во вновь подключённых динамических головках. К тому же частые подключения/отключения штекера могут привести к последующему повышенному износу, к поломке или ослаблению внутренних контактов этого гнезда. В результате звука у телевизора может не быть вообще, и такое гнездо придётся заменять, что невозможно без разборки корпуса телевизора. В старых кинескопных телевизорах такое гнездо, как правило, вообще находится на общей плате телевизора, поэтому для замены этого гнезда потребуются отключать и вынимать всю плату.

Поскольку питать УГТ предполагалось напряжением 5 В (от USB-гнезда телевизора), а ввиду высокого коэффициента усиления этого усилительного каскада, входной сигнал требовал некоторого ограничения его уровня, схема усилителя была немного дополнена и доработана. Схема доработанного УГТ представлена на **рис. 1**.

Принцип работы такого усилительного каскада и его особенности описаны в [1].

Настройка УГТ очень проста: при отсутствии входного сигнала и при подключённых к гнезду XS1 стереофонических головных телефонах подстроечным резистором R4 устанавливают половинное напряжение питания в точке соединения коллекторов транзисторов VT1 и VT2 и плюсового вывода конденсатора C5. При питании этого УГТ непосредственно от USB-гнезда телевизора можно вообще обойтись без выключателя питания, поскольку потребляемый усилителем ток очень мал (около 1,4 мА при отсутствии светодиода HL1). Для подключения головных телефонов применено стереогнездо

2SC1815, BC327 и BC337 и им подобные, а также отечественные транзисторы серий КТ361 и КТ315, желательны с одинаковыми буквенными индексами.

Переменный резистор R2 установлен малогабаритный марки RV09 для вертикального монтажа на плату, хотя при наличии достаточного свободного места в используемом корпусе можно применить любой переменный резистор сопротивлением 10...22 кОм. Ёмкость конденсаторов C1 и C2 может быть 1—4,7 мкФ; C6 — 100—470 мкФ; C7 — 0,1—1 мкФ; C5, C8 — 1000—2200 мкФ; сопротивление резистора R7 — 1—10 Ом. Сопротивление подстроечного резистора R1 подбирают по максимальной яркости свечения используемого индикаторного светодиода и с таким расчётом, чтобы ток через этот светодиод не превысил 10 мА. Светодиод HL1 — любого цвета свечения на напряжение 1,5...3,5 В, желательны малогабаритный. Постоянные резисторы — МЛТ или аналогичные импортные, в том числе для поверхностного монтажа.

Стереофонический вариант УГТ не планировался, поскольку не помещался в имеющийся в наличии малогабаритный корпус (размерами 50×50×20 мм). Звук и питание к УГТ подводились двойным экранированным кабелем длиной 4 м (каждая жила сигнального провода экранирована отдельно). Кабель от телевизора до места прослушивания звука (до дивана) проводился вдоль плинтуса, за шкафом, под ковром и за диваном, чтобы не задеть за этот провод и чтобы он не попадался на глаза любопытным домашним животным, например коту (**рис. 2**).

При наличии корпуса большего размера или при наличии компонентов для поверхностного монтажа можно спаять подобный стереофонический УГТ, однако для подведения звука и питания от телевизора придётся применять уже тройной экранированный кабель (например, кабель марки ШГЭС-4) или подводить плюсовую линию питания к УГТ отдельным проводом, что не всегда удобно и возможно.

В случае отсутствия в телевизоре гнезда USB для питания УГТ следует использовать выносной сетевой мало мощный блок питания (БП) с выходным напряжением 3,6...12 В и током не менее 100 мА, подключаемый к ближайшей сетевой розетке 220...230 В. В качестве такого БП можно использовать, например, старое ненужное зарядное устройство от сотового телефона, смартфона или планшета, или БП от старого ненужного компьютерного модема. В таком случае вместо штекера XP2 USB 2.0 (см. рис. 1) следует установить гнездо с ответной частью, соответствующей штекеру выходного провода используемого выносного БП. Для дополнительного сглаживания сетевых помех, возможно, придётся увеличить ёмкость конденсатора C8 и (или) установить малогабаритный дроссель в разрыв плюсовой линии питания. При питании УГТ от

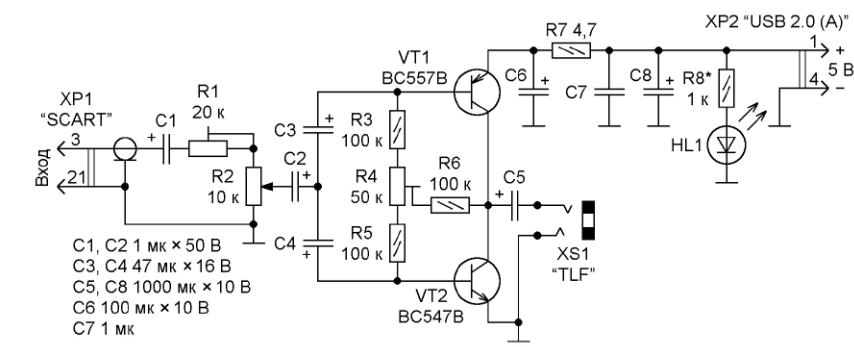


Рис. 1

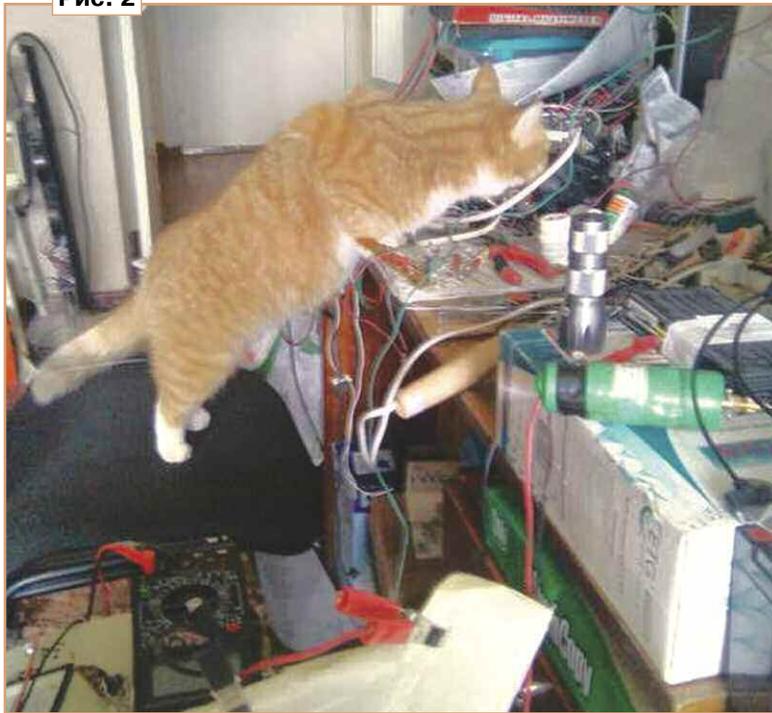
Поэтому, чтобы увеличить срок службы такого гнезда, есть смысл это гнездо вообще не эксплуатировать, а для прослушивания звукового сопровождения телепередач сделать отдельный усилитель для головных телефонов (далее — УГТ). Как правило, звуковой сигнал с линейного выхода телевизора можно получить с гнезда SCART (выходы: 3 — левый канал, моно; 1 — правый канал; корпус — общий минусовый провод). Изредка бывает линейный выход телевизора с гнёзд RCA (выход AUDIO OUT). Питание УГТ (5 В) очень удобно взять с USB-гнезда телевизора (если оно там имеется).

В журнале "Радио" публиковалось множество схем маломощных УНЧ. Однако, при попытке использования таких усилителей в качестве УГТ, их мощность оказалась явно избыточной, что требовало установки дополнительных гасящих резисторов, которые значительно, и причём не в лучшую сторону, влияли на качество звуковоспроизведения. В поисках подходящей схемы маломощного усилителя случайно вспомнил про давно опубликованную в журнале "Радио" простую схему усилительного каскада [1].

типа TRS под штекер 3,5 мм (с наружным крепёжом гайкой). При этом следует учесть, что общий провод используемых стереофонических головных телефонов никуда не подключён. Хотя звук и получается монофонический, однако, поскольку излучатели стереофонических головных телефонов в данном случае включены в противофазе, это придаёт звучанию некую "пространственность", несколько напоминающую псевдостереофонию. Недостатком такого подключения является полное отсутствие звука при повреждении хотя бы одного сигнального провода используемых головных телефонов. С разными экземплярами этого УГТ применялись различные головные телефоны с общим сопротивлением пары излучателей 64...90 Ом.

В устройстве можно использовать любые маломощные кремниевые транзисторы разной структуры с максимально допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 10 В и максимальным током коллектора не менее 50 мА, в том числе транзисторы для поверхностного монтажа. При неоднократном повторении УГТ успешно работали комплементарные пары транзисторов: 2SA1266 и 2SC3198, 2SA1015 и

Рис. 2



источника питания с выходным напряжением 10...12 В не забудьте установить конденсаторы С6—С8, рассчитанные на номинальное напряжение не менее 16 В, и дополнительно подобрать оптимальное сопротивление резистора R8.

Если прокладывать дополнительный кабель для питания УГТ или использовать выносной сетевой БП по каким-либо причинам неприемлемо, можно организовать автономное питание этого УГТ от встроенного в его корпус малогабаритного аккумулятора. УГТ работоспособен при напряжении питания от 3 В. Однако длительную автономную работу УГТ сможет обеспечить разве что литий-ионный аккумулятор типоразмера 18650 или литий-ионный плоский от сотового телефона (желательно со встроенным драйвером зарядки и защиты, с номинальным напряжением 3,6...3,9 В, ёмкостью 800 мА·ч и более), поэтому для размещения такого УГТ со встроенным аккумулятором потребуется корпус большего размера. В этом случае потребуются дополнительное гнездо на корпусе УГТ для последующей подзарядки такого аккумулятора от внешнего БП и уже обязательно кнопка включения/отключения питания.

Для подзарядки такого встроенного аккумулятора от зарядного устройства или БП с выходным напряжением 5 В и током не менее 500 мА можно, например, использовать схемное решение с гасящими излишек напряжения маломощными диодами [2]. Фрагмент схемы с использованием таких диодов показан на рис. 3. Нумерация элементов продолжается начатую на рис. 1. Светодиод HL2 индицирует подключение зарядного устройства, SA1 — выключатель питания. В качестве гнезда для

подключения зарядного устройства можно использовать как гнездо USB 2.0 (Type-A, mini, micro), так и любое другое

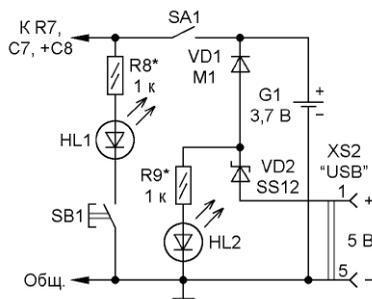


Рис. 3

гнездо под имеющийся штекер используемого зарядного устройства. На рис. 3 приведена цоколёвка гнезда USB 2.0 Type-B micro, как наиболее распространённого в настоящее время и подходящего для подключения большинства сетевых зарядных устройств от сотовых телефонов, смартфонов и планшетов с выходным напряжением 5 В. На рис. 1 показана цоколёвка штекера USB 2.0 Type-A. Информацию по цоколёвке различных гнезд и штекеров USB 2.0 можно посмотреть в Интернете [3, 4].

Вместо диода M1 (VD1) можно применить любой из серий M2—M7 (для поверхностного монтажа), любой из серии 1N400х или подобный с максимальным током не менее 1 А и падением напряжения 450...550 мВ. В качестве диода с барьером Шоттки вместо SS12 (VD2) можно применить любой из серий SS12—SS19, SS22—SS29 и им подобные для поверхностного монтажа, а

если есть достаточно свободного места на плате и в используемом корпусе, то применить 1N5817, 1N5818, 1N5819, SB140A или подобный с максимальным током не менее 1 А и падением напряжения 150...200 мВ. Диоды VD1 и VD2 желательно заранее подобрать на макетной плате по оптимальному зарядному току устанавливаемого аккумулятора G1 (как правило, 10...15 % от паспортной ёмкости аккумулятора). Возможно, в процессе такого подбора потребуется диод VD2 заменить перемычкой или диод VD1 заменить на два три диода с барьером Шоттки, включённых последовательно. Всё будет зависеть от конкретного используемого аккумулятора и его оптимального зарядного тока. Например, для зарядки аккумулятора BL4011 (с номинальным напряжением 3,7 В и паспортной ёмкостью 1,28 А·ч) током 200 мА были подобраны диоды для поверхностного монтажа: SS12 (VD2) и диод с маркировкой F4 6J (VD1) с суммарным падением напряжения 576 мВ.

Для значительного увеличения времени работы УГТ от встроенного аккумулятора можно вообще исключить резистор R8 и светодиода HL1 (см. рис. 1). Однако, по мнению автора статьи, самым оптимальным вариантом для кратковременной индикации включения автономного питания этого устройства всё-таки будет установка в разрыв цепи R8HL1 нормально разомкнутых контактов обычной тактовой кнопки с самовозвратом (кнопка SB1 на рис. 3). Такую малогабаритную кнопку можно установить снаружи на пластиковый корпус УГТ, вплавив её выводы паяльником в заранее просверленные отверстия и соединив эти выводы многожильными проводами с катодом светодиода HL1 и общим минусовым проводом устройства.

Ввиду простоты схемы печатная плата этого УГТ не разрабатывалась. Обычно бралась уже готовая плата, например, от старого нерабочего импортного кинескопного телевизора. Под уже имеющийся в наличии пластиковый корпус вырезался кусок платы подходящего размера, желательно с уже имеющимися площадками для установки двух транзисторов и прочих элементов, освобождался от ненужных радиодеталей и по периметру обрабатывался напильником. Расположение деталей устройства адаптировалось к имеющимся печатным проводникам используемой платы, в случае необходимости печатные проводники перерезались, также сверлились дополнительные отверстия, ставились перемычки и стойки.

Следует отметить, что часто гораздо удобнее припаивать детали навесным монтажом только со стороны печатных проводников используемой платы. При использовании односторонней печатной платы это позволяет не отвлекаться при монтаже деталей и подборе нужных печатных проводников на противоположную сторону печатной платы.

Так или иначе, габариты корпуса УГТ будут определяться в основном размерами используемых полярных оксидных конденсаторов, размерами пере-

менного резистора R2, а также размерами встроенного аккумулятора G1 (если он будет использован). В качестве выключателя питания SA1 (см. рис. 3) может быть использован или малогабаритный тумблер, или малогабаритная кнопка с фиксацией в нажатом положении, или выключатель, совмещённый с регулятором громкости R2.

Крепёж кнопки включения/отключения питания может быть следующим. В подходящем удобном месте используемого пластикового корпуса сверлится отверстие диаметром чуть меньше размера корпуса кнопки и плоским надфилем доводится до нужного размера. Желательно, чтобы корпус кнопки входил в отверстие с небольшим трением. Соединительные провода к такой кнопке желательно припаять заранее, до её монтажа в корпус устройства.

После монтажа и окончательной проверки работоспособности кнопки она фиксируется изнутри корпуса устройства клеем на резиновой основе.

При прослушивании звука на головные телефоны, подключённые к этому УГТ, следует иметь в виду следующее. До момента такого прослушивания рекомендуется уменьшить с пульта дистанционного управления (ПДУ) громкость телевизора до минимума. На ПДУ следует нажать на кнопку "MUTE" (временное отключение УНЧ телевизора). В большинстве современных телевизоров временное отключение УНЧ включённого телевизора прекращается или при повторном нажатии кнопки "MUTE", или при любом нажатии на клавиши регулировки громкости на ПДУ. Следует также иметь в виду, что в некоторых моделях телевизоров временное отключение УНЧ может прекращаться только после повторного нажатия на кнопку "MUTE" и от нажатия на клавиши регулировки громкости на ПДУ не зависит. Следует также иметь в виду, что уровень звука линейного выхода телевизора (выход звукового сигнала с гнезда SCART)

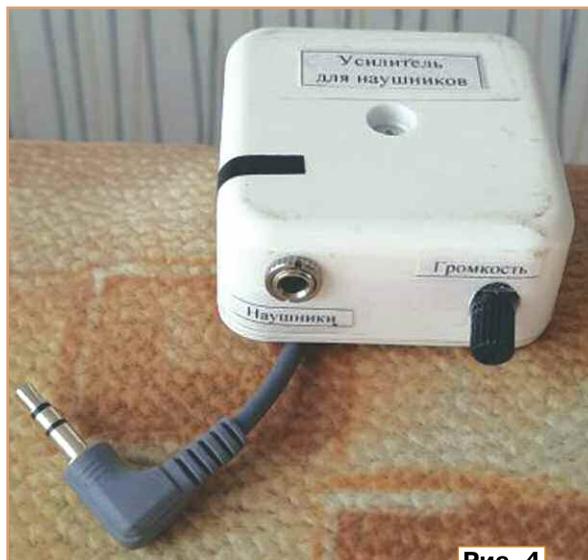


Рис. 4

пультом дистанционного управления не регулируется, поэтому при прослушивании звукового сопровождения телепередач на этот УГТ громкость звука следует регулировать только переменным резистором R2 (см. рис. 1), а ПДУ будет нужен только лишь для переключения каналов телепередач.

В качестве корпуса такого УГТ автор статьи неоднократно использовался удобный малогабаритный пластиковый корпус от "Коробки распаячной для открытой проводки" размерами 50×50×20 мм. УГТ в сборе показан на рис. 4.

В показанном на рис. 4 экземпляре УГТ выключатель питания не устанавливался, поскольку питание было взято от USB-гнезда телевизора. Ошибочно установленный излишне яркий индикаторный светодиод заклеен полоской чёрной липкой ленты. На корпус УГТ с помощью прозрачной липкой ленты приклеены пояснительные надписи.

Некоторым недостатком такого устройства является "привязанность" пользователя к определённому месту просмотра телепередач и прослушива-

ния их звукового сопровождения, а достоинством — простота и малый срок изготовления. С другой стороны, место просмотра телепередач, как правило, всегда постоянно (обычно это кресло или диван напротив телевизора), да и длина провода обычных головных телефонов, в случае необходимости, позволит переместиться как минимум в пределах одного метра. Длину соединительного кабеля УГТ следует рассчитать с запасом 1...1,5 м. При наличии всех необходимых компонентов устройство можно изготовить буквально за один вечер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Двухтактный усилительный каскад со встречной динамической нагрузкой. — Радио, 1976, № 9, с. 61.

2. Шумилов А. Вариант устройства для проверки ПДУ. — Радио, 2023, № 4, с. 13—15.

3. Распиновка разъёмов USB 2.0. — URL: <http://rones.su/techno/usb.html> (02.07.24).

4. Распиновка USB-разъёмов для зарядки телефонов. — URL: <https://2shemi.ru/raspinovka-usb-razemov-dlya-zaryadki-telefonov> (02.07.24).

От редакции. Для ограничения максимального зарядного тока в случае глубокой разрядки аккумулятора желательно последовательно с диодом VD1 установить токоограничивающий резистор сопротивлением 6,8...10 Ом мощностью 0,5 Вт.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Радиодетали от классических до экзотических!

www.radiodetali.perm.ru

Тел: 8-800-201-75-54

* * *

Дистанционные курсы обучения программированию микроконтроллеров STM32, AVR, Arduino, PIC, STM8 и др.

Занятия проводятся по электронной почте или с помощью программы Skype.

Обучение может быть направлено на решение стоящей перед вами задачи.

www.electroniclab.ru/courses.htm
т. +7-912-619-5167

* * *

Для Вас, радиолюбители!

Радиодетали, наборы, корпуса, материалы — наложенным платежом. Каталог по запросу.

426072, г. Ижевск, а/я 1333,

ИП Зиннатов Р. К.

rtc-prometej@yandex.ru

WhatsApp / тел. 8-912-443-11-24

ВЧ-СВЧ-индикатор радиоизлучений в мультиметре

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Об аналогичном индикаторе ВЧ-СВЧ-радиоизлучений было рассказано в [1]. Он собран на основе обратного диода [2, 3], который работает как детектор. Устройство предназначено для проверки работоспособности

радиопередатчиков различных устройств, например, беспроводных головных телефонов, сотовых телефонов, компьютерных мышей и клавиатур, работающих в различных диапазонах частот (Bluetooth, Wi-Fi и т. д.).

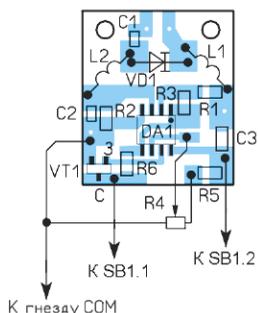
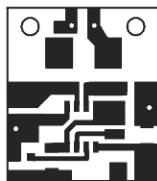
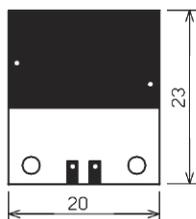


Рис. 3

Дроссели L1, L2 намотаны проводом ПЭВ-2 0,2 на оправке диамет-

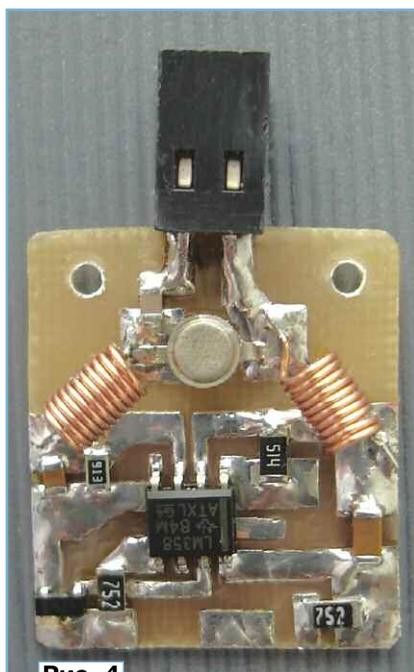


Рис. 4

клеен к крышке мультиметра так, чтобы в выключенном состоянии толкатель был утоплен в отверстие (рис. 6), а во включённом состоянии немного выступал из отверстия (рис. 7). Так можно легко определить, включено или нет устройство. Для нажатия на толкатель переключателя можно использовать щупы мультиметра. При этом следует

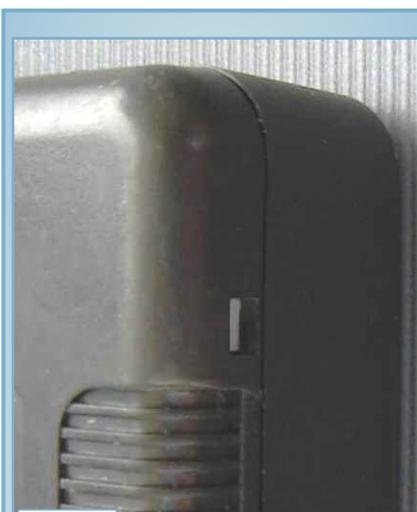


Рис. 6



Рис. 7

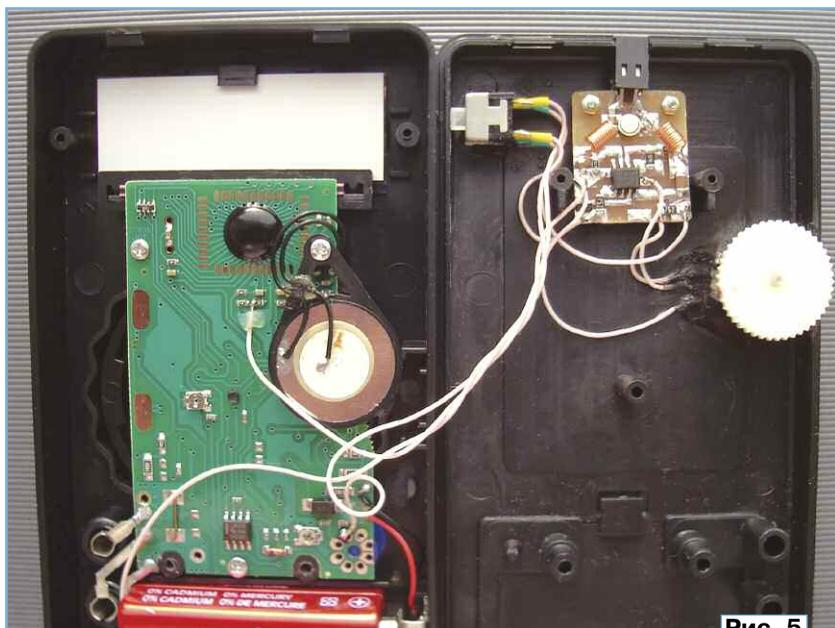


Рис. 5

ром 2,5 мм и содержат 17...20 витков. Гнездо и вилка (2×2) изготовлены из разъёмов PLS2 и PLD2.

Для движка переменного резистора в стенке корпуса сделан паз соответствующих размеров. Для толкателя кнопочного выключателя в стенке корпуса мультиметра сделано прямоугольное отверстие, а сам выключатель при-

учесть, что во включённом состоянии индикатор влияет на показания мультиметра.

С индикатором желательно использовать симметричные антенны, например рамочные или полуволновые диполи соответствующего диапазона, а также более сложные направленные антенны. О конструкции таких антенн

подробно рассказано в [1]. При этом лучше применять замкнутые антенны, которые менее подвержены воздействию низкочастотных сигналов и наводок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нечаев И. Компактный индикатор радиоизлучений ВЧ-СВЧ. — Радио, 2024, № 6, с. 41—44.
2. Обращённый диод. — URL: <https://click.ru/39in2f> (30.06.24).
3. ЗИ402А, ЗИ402Б, ЗИ402В, ЗИ402Г, ЗИ402Д, ЗИ402Е, ЗИ402И, АИ402Б, АИ402Г, АИ402Е, АИ402И. — URL: <https://click.ru/39imqv> (30.06.24).
4. Нечаев И. Искатель скрытой проводки в мультиметре. — Радио, 2024, № 5, с. 55—57.

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/09/ind2.zip> на нашем FTP-сервере.



И. РЕШЕТНИКОВ, г. Видное Московской обл.

16-канальная исполнительная плата

Завершает рассказ об аппаратной части контроллера исполнительная плата на 16 каналов. Её схема приведена на рис. 1. Структурно она аналогична предшественникам: μ C-расширитель, управляющие ключи и дополнительная периферия, устанавливаемая в зависимости от проекта. В предлагаемой конструкции использованы 16-канальные расширители MCP230017, в качестве ключей использованы твердотельные реле, дополнительно на плате, аналогично с остальными, предусмотрено место для установки микросхемы ПЗУ и часов реального времени. Питание осуществляется от внешнего источника постоянным напряжением 9...28 В через импульсный DC/DC преобразователь на микросхеме LM2596, собранный по типовой схеме, или от головного устройства, если устройства собираются в группу, как описано в первой части статьи, в этом случае модуль питания не устанавливается.

Собрано устройство на плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (рис. 2). Плата максимально оптимизирована для изготовления в домашних условиях: печатные проводники в большинстве своём шириной 0,8 мм, минимальный зазор тоже 0,8 мм, что позволяет легко изготовить плату как фрезеровкой, так и травлением, можно даже просто нарисовать её специальным флюмастером. На плате в районе адресных входов расширителей (напомним, что расширитель имеет четырёхбитный SLA-код по типу микросхемы и трёхбитный адрес, устанавливаемый при монтаже), каждая из линий A0—A2 должна обязательно быть подключена либо к общему проводу, либо к линии питания — все микросхемы в сборке (а в ней может быть несколько таких модулей) обязательно должны иметь разные адреса. Устанавливают адреса каплей припоя или припаиванием короткого отрезка лужёного провода длиной

2...3 мм между соответствующим выводом микросхемы и общим проводом или линией питания со стороны печатных проводников. Собранный плата показана на рис. 3.

Контроллер собран в корпусе, аналогичном описанному ранее в моей статье "Программируемый логический контроллер для бытовой автоматики" ("Радио", 2020, № 11, с. 36—41; № 12, с. 38), расположение элементов управления на корпусе сохранено, необходимо лишь добавить отверстие прямоугольной формы для сетевого разъёма (рис. 4).

Сборка особенностей не имеет, в описываемом проекте интерфейсы часов и ПЗУ не задействованы. Параметры платы: 16 каналов управления

Конфигурирование устройства

Типовая конфигурация полной системы управления — один "полноценный" ПЛК с управляющим модулем и дополнительные ПЛК, собранные по схеме ведущих устройств, исполнительные платы могут быть самые разные, главное — соблюдать правило уникальной нумерации расширителей. По опыту до десяти микросхем на шине работают без проблем.

Управляющая программа тоже универсальна и работает с любыми типами расширителей, но важно правильно выполнить настройку, настроечная таблица хранится в памяти EEPROM микроконтроллера (МК), её загрузка/обновление описаны в первой части

Адрес HEX	Адрес DEC	Размер	Описание
000h		16*16	16 блоков описателей внешних устройств
100h	256	4*128	Описатели точек ввода/вывода
30Ah	778	4	IP-адрес ПЛК
30Eh	782	4	IP-адрес управляющего сервера
312h	786	6	MAC-адрес ПЛК
318h	792	6	MAC-адрес управляющего сервера
325h	805	2	Номер порта ПЛК
327h	807	2	Номер порта управляющего сервера

нагрузкой 230 В до 40 Вт, разделённых на две силовые линии Ф1 и Ф2 (это линии "фазы", нагрузка подключается между выходом реле и "нейтралью", которая на плату не заводиться, если линия "фазы" одна, то их объединяют), 12 дискретных входов для кнопок или выключателей, два дискретных выхода с открытым коллектором (ОК), один оптоизолированный выход на диодной оптопаре PC817. Все выходы с ОК имеют на выходе защитный диод, что позволяет управлять релейной нагрузкой. Ключи с ОК выполнены на двух транзисторах исключительно для унификации с прошлыми версиями, чтобы обеспечить управление "нулём", желающие могут р-п-р транзистор смело исключить, используемый расширитель имеет выход лог. 1 с достаточной нагрузочной способностью.

Структура данных с адресами в конфигурационной таблице приведена в таблице.

Рассмотрим конфигурацию подробнее, начнём с конца, с настройки интерфейса сети. Немного теории. Каждый компьютер в сети имеет несколько адресов (в протоколе задействован только протокол IPv4, протоколу IPv6 здесь места нет); физический адрес сетевого интерфейса, который называется MAC, имеет формат шести восьмидесятибитных чисел, IP-адрес, по которому компьютер идентифицируется в локальной сети, и номер порта, благодаря которому на одном компьютере могут обрабатываться запросы различных приложений.

Физический адрес сервера — это адрес головного компьютера КРИСС, посмотреть его можно в системной кон-

Продолжение.

Начало см. в "Радио", 2024, № 7

соли. Его надо вписать в раздел "MAC-адрес управляющего сервера". Для ПЛК адрес надо придумать самостоятельно, но лучше не писать, что попало, а использовать генераторы MAC-адресов, которых множество в Интернете. При этом хорошим тоном считается соблюдение правил: самодельным устройствам назначаются адреса из интервала "локальные, одиночные устройства". Не вдаваясь в детали, рекомендуется просто указать в генераторе префикс 02, все адреса с таким префиксом точно будут удовлетворять требованиям. Пример такого MAC-адреса "02-

C4-8D-EA-BD-2E". Кстати, придумывая физический адрес для КРИССа, необходимо руководствоваться теми же правилами.

IP-адрес уникален для каждого устройства, он присваивается либо автоматически DHCP-сервером, либо назначается вручную. Ни КРИСС, ни ПЛК автоматическое назначение адреса не поддерживают, поэтому его надо назначить самостоятельно. Адрес имеет вид четырёх восьмибитных чисел, разделённых точкой, например, типичный для домашней сети адрес может быть 192.168.0.112, посмотреть его для

обычного компьютера с ОС Windows можно командой ipconfig.exe. Обычно, опять же, не погружаясь в детали, первые три числа задают адрес сети, важно, чтобы IP-адрес ПЛК принадлежал этой сети. Ещё один момент, на который следует обратить внимание, — чтобы не было конфликтов IP-адресов, назначенные вручную адреса не должны пересекаться с назначенными автоматически. Проще всего это проверить так: если автоматически назначенный адрес у компьютера в проводной сети (это обязательно, Wi-Fi и проводные сети имеют часто разные адреса сетей)

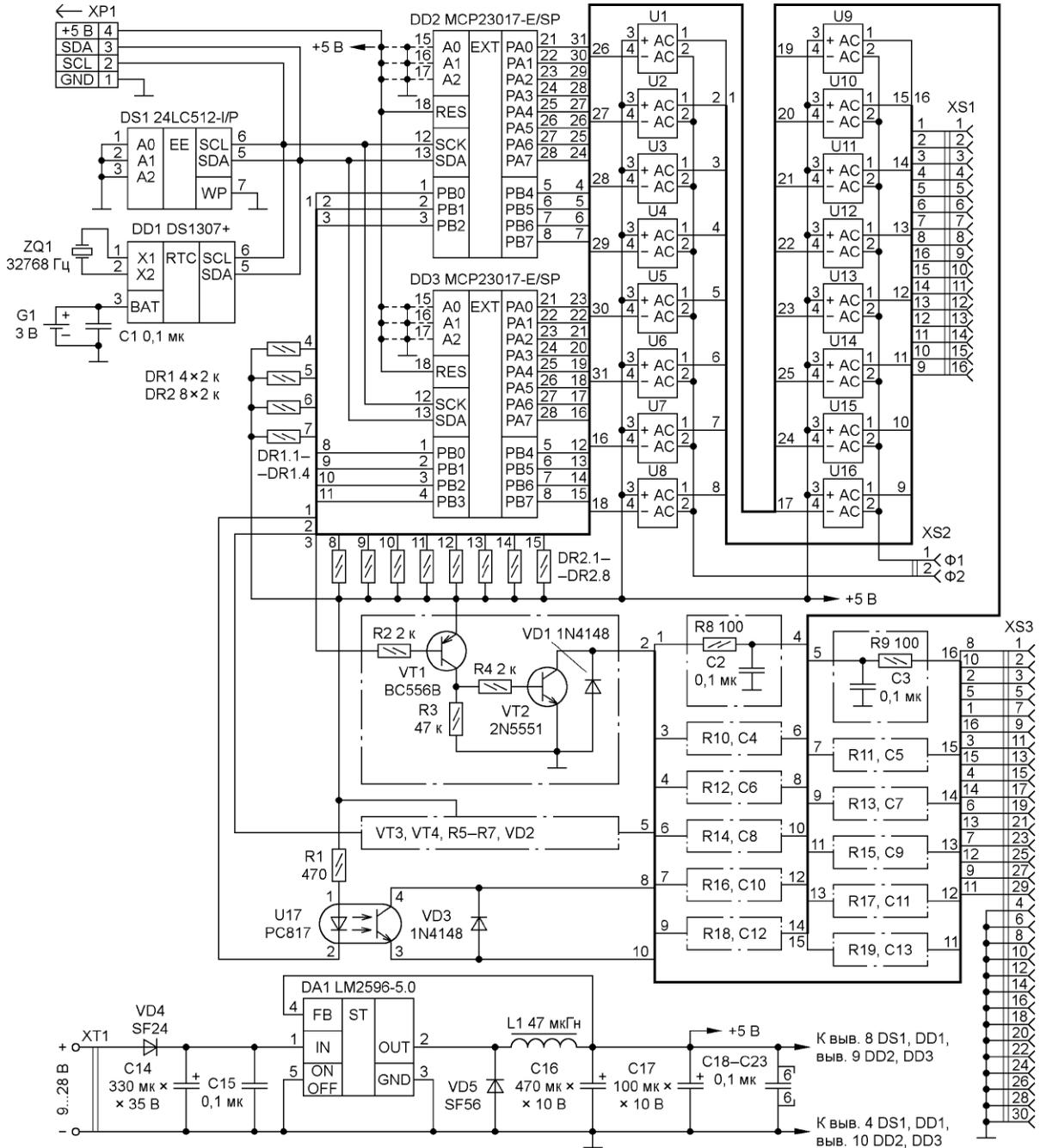


Рис. 1

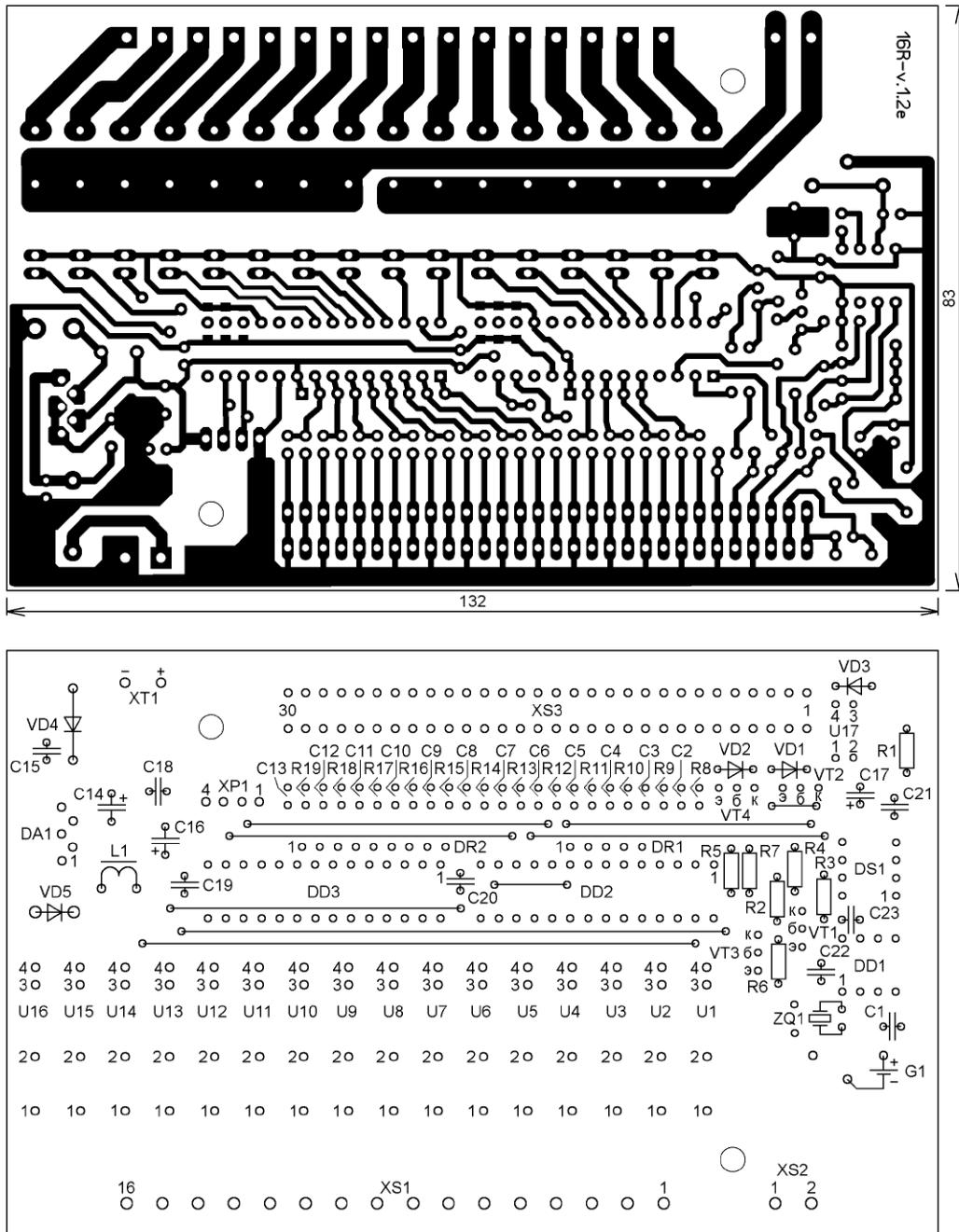


Рис. 2

большой, например *.*.*.253, то значит, что адреса назначаются со старшего адреса вниз и можно смело выбирать адрес, например *.*.*.10. И наоборот. Адреса, заканчивающиеся на 5* в домашней сети, как правило, "безопасны".

Номер порта может быть любой, но опять же, есть соглашение, что для нестандартных устройств он должен быть больше 50000, например 50001. В конфигурацию надо для этого занести число С351h, младший байт заносится первым, т. е. в конфигурации это будет 51h, С3h. Адрес порта рекомендуется делать одинаковым для ПЛК и сервера.

Далее надо расписать устройства ввода-вывода. Каждый дескриптор занимает 16 байт и фиксирован для разных каналов и исполнительных плат (все числа по умолчанию шестнадцатеричные):
кнопка на панели головного устройства, подключена к порту С3 МК:

```
01 26 08 00 08 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01
```

индикатор SYS на панели головного устройства, подключён к порту D4 МК:

```
01 29 10 10 10 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01
```

восьмиканальное устройство на расширителях PCF8574 (xxx — адрес A2-A1-A0 расширителя):

```
03 0100xxx0 20 FF 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01
```

восьмиканальное устройство на расширителях PCF8574A (xxx — адрес A2-A1-A0 расширителя):

```
03 0111xxx0 20 FF 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01
```

16-канальное устройство на расширителях MCP1637 (xxx — адрес A2-A1-A0 расширителя):

```
86 0100xxx0b 02 00 FF 00 FF 00 00 00 00 FF FF FF FF 01
```

```
86 0100xxx0b 02 00 0F 00 FF 00 00 00 00 FF FF FF FF 01
```

индикатор на драйвере TM1637:
головное устройство:

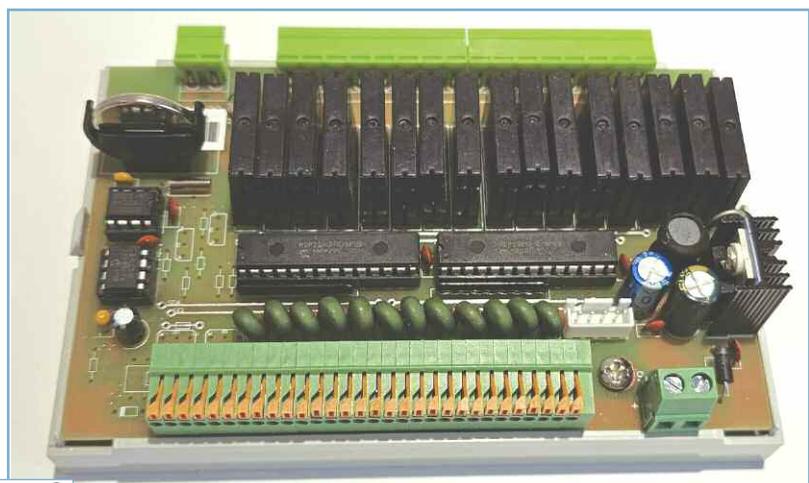


Рис. 3

Полный набор описателей определяется вашей конфигурацией. Например, в авторской сборке, показанной на рис. 6 в первой части статьи, конфигурация каналов выглядит, как показано на рис. 5. Если интересует настройка под свои конфигурации, пишите запросы в редакцию, будет предоставлена более детальная инструкция по настройке. При продумывании конфигурации обратите внимание, что MCP23017 и PCF8574 имеют одинаковые базовые адреса SLA.

Финальная часть настройки — конфигурация точек управления. Точка управления — это конкретная линия управления конкретного канала. Описатель состоит из четырёх байт:

код устройства (01—FE, одинаков для всех описателей), код точки управления (01—FE, должен быть уникален для каждого описателя), адрес канала

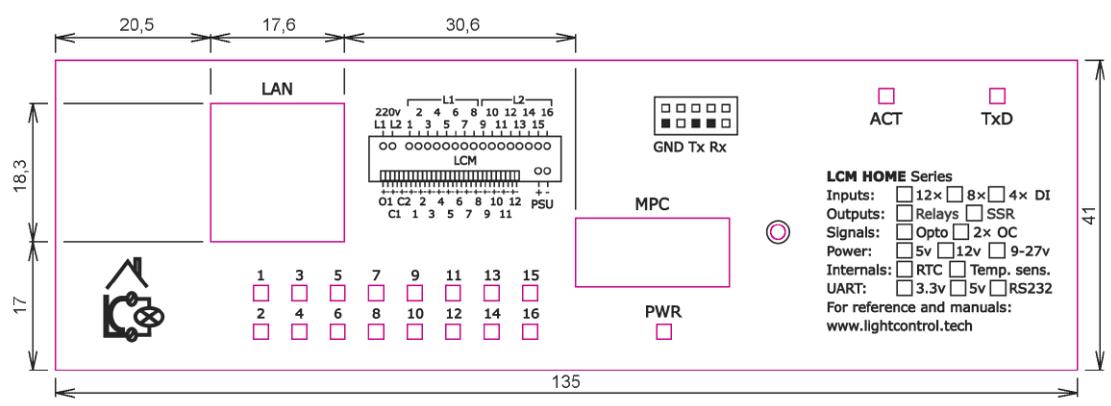


Рис. 4

```

00000: 07 29 40 20 02 00 00 0E FF 01 01 00 00 00 00 01
00010: 86 4E 02 00 FF FF FF 00 00 00 00 FF FF FF 01
00020: 86 48 02 00 0F FF FF 00 00 00 00 FF FF FF 01
00030: 86 4A 02 00 FF FF FF 00 00 00 00 FF FF FF 01
00040: 86 40 02 00 0F FF FF 00 00 00 00 FF FF FF 01
00050: 07 23 02 04 02 00 00 0E FF 01 01 00 00 00 00 01
00060: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00070: 86 4C 02 00 0F FF FF 00 00 00 00 FF FF FF 01
00080: 07 23 08 10 02 00 00 0E FF 01 01 00 00 00 00 01
00090: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
000A0: 01 29 10 10 10 00 00 00 00 00 00 00 00 10 01
000B0: 01 26 08 00 08 00 00 00 00 00 00 00 08 00 01
000C0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
000D0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
000E0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
000F0: 90 23 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00100: F0 80 00 00 F0 81 00 01 F0 82 00 02 F0 83 00 03
  
```

Рис. 5

ввода-вывода (00—0F), адрес линии управления.

Правила формирования байта описания линии управления определяются типом канала (показана битовая структура байта адреса линии):

tm1637 — 000G0SSS, G — номер регистра GRID (0 или 1 в данном проекте), SSS — номер сегмента SEG (0—7), в данном проекте допустимые значения 00—07, 10—17. Кроме этого, есть служебный канал с кодом 80, который служит для управления яркостью и включением/выключением индикации;

порт МК: номер бита в порту, допустимые значения 00—07;

mcp23017 — 000R0PPP, R — номер регистра (A = 0, B = 1), PPP — номер входа (0—7), в данном проекте допустимые значения 00—07, 10—17;

pcf8574(a) — 00000PPP, PPP — номер входа (0—7), допустимые значения 00—07.

Таблица точек управления должна описывать все задействованные в проекте линии управления: входы и выходы ПЛК, индикаторные светодиоды, кнопка на панели МК, всего их может быть 128, по опыту этого вполне хватает. Далее в протоколе обмена пара "код устройства — код точки управления" будет использоваться как уникальный идентификатор.

07 29 40 20 02 00 00 0E FF 00 00 00 00 00 00 01
 ведомое устройство, в котором драйвер подключён к каналам В1, В2:
 07 23 02 04 02 00 00 0E FF 00 00 00 00 00 00 01
 ведомое устройство, в котором драйвер подключён к каналам В3, В4:

07 23 08 10 02 00 00 0E FF 00 00 00 00 00 00 01
 *
 Всего строк с каналами управления может быть 15, одна строка, последняя в перечне, служебная и имеет вид
 90 23 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

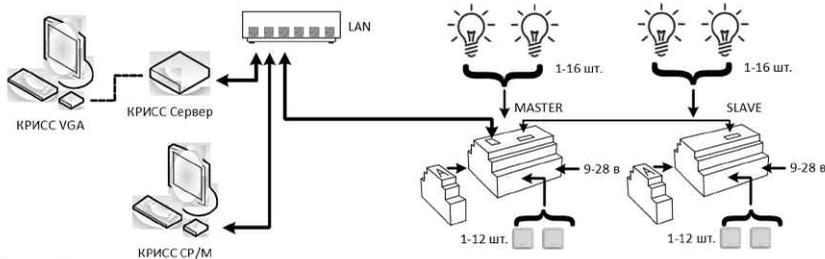


Рис. 6

Конфигурация КРИСС в режиме сетевого сервера

Поскольку главная идея статьи — показать, что можно строить свои интеллектуальные системы и без китайских модулей, рассмотрим общую конфигурацию модельной системы управления (рис. 6). Два ПЛК, один в конфигурации головного устройства, второй в конфигурации ведомого, соединённые шлейфом, как описано в первой части статьи, осуществляют контроль сигналов управления (выключатели или кнопки) и управляют силовой нагрузкой, в нашем случае лампами, каждый ПЛК обрабатывает 12 входных и 16 выходных каналов.

Головной ПЛК подключён к домашней локальной вычислительной сети. Логика работы реализована в отдельном управляющем сервере, построенном на платформе компьютера КРИСС СР/М. Можно использовать и полноценный компьютер, но это слишком избыточно.

Микропрограмма МК ЦПУ компьютера реализована так, что может рабо-

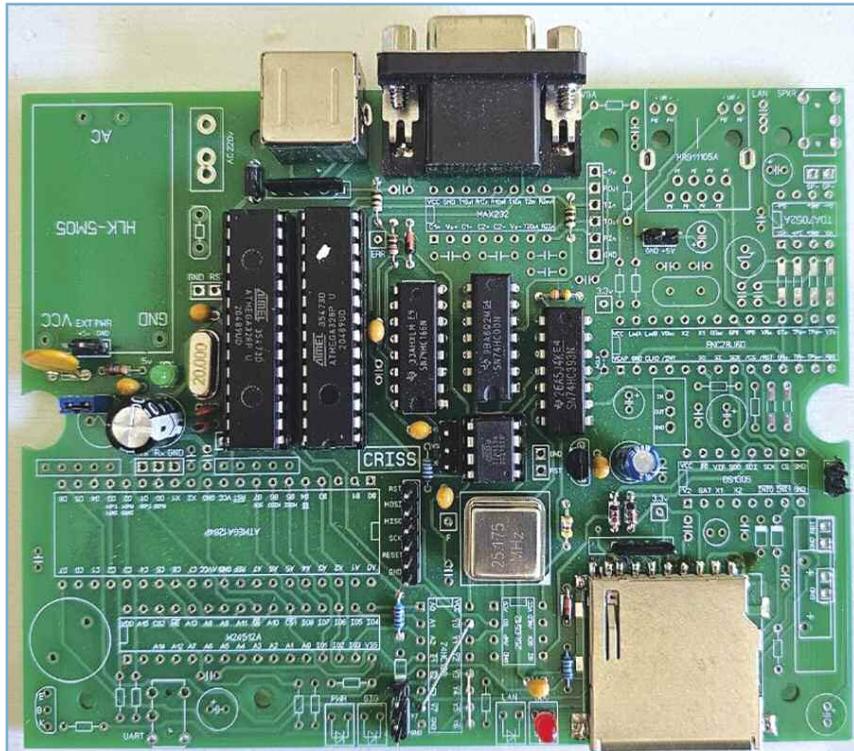


Рис. 7



Рис. 8

тать без контроллера внешних устройств, в таком варианте нужны всего три микросхемы самого компьютера (МК ЦПУ, ОЗУ, декодер адреса шины) и сетевой модуль. В продолжении статьи схема и плата возможной реализации такого сетевого сервера на базе архитектуры КРИСС будут описаны подробно.

Для взаимодействия с сервером есть несколько вариантов:

1. Через последовательный порт UART, подключённый к МК ЦПУ (напомним, что в КРИСС СР/М есть два последовательных порта, один совместимый по уровню сигналов со стандартом RS-232, второй — UART 5 В).

2. Через доступ по локальной сети, используя специальную программу на настольном ПК.

3. Через подключение к серверу отдельного модуля, представляющего собой КРИСС, но без МК ЦПУ, ОЗУ и декодера адреса.

С первыми вариантами всё понятно, чуть подробнее — про третий. Системная шина компьютера SPI требует три линии: MOSI, MISO, SCK. Дополнительно требуется сигнал выбора, в нашем случае два таких

сигнала — для контроллера внешних устройств и SD-карты. Таким образом, компьютер можно "разделить" на две части, соединяемые шестипроводным кабелем (не забываем про GND). Если нужна полная функциональность, в том числе с возможностью загрузки обновления, то необходимо добавить ещё два сигнала: сигнал RESET KBU и сигнал RESET МК ЦПУ.

Выглядит такой блок, как показано на рис. 7. Никаких переделок стандартной платы не требуется, хотя в данной конкретной реализации для удобства подключения сигналы выведены на слегка модифицированный разъём SYS (рис. 8). Питается каждая половина компьютера от своего источника питания, но можно их и объединить. С подключённым расширителем внешних устройств серверная конфигурация превращается в полноценный компьютер.

В продолжении рассмотрим работу компьютера в режиме сервера, особенности его настройки, опишем протокол взаимодействия и фрагменты кода на языке высокого уровня.

(Окончание следует)

Малая академия наук "Искатель" — старт в науку крымских школьников

Леонид ПУЗАНКОВ (R7KA), г. Симферополь, Крым

В настоящее время коллективной радиостанцией Крымской СЮТ UC6K руководит опытный коротковолновик и воспитатель Константин Валентинович Ернев (RX7K).

Многие радиолюбители Крыма прошли школу подготовки на коллективной радиостанции областной СЮТ в г. Симферополе. Для некоторых из них занятия помогли выбрать профессию, для других увлечение радио стало жизненной потребностью. В школьные годы на станцию пришёл Василий Бекетов, который своим трудом и творчеством добился звания действительного члена МАН "Искатель". За свои спортивные достижения он получил звание "Мастер спорта СССР". Позднее Василий Бекетов (UU2JJ) на базе коллективной радиостанции СЮТ UK5JAX в начале 80-х годов впервые в Крыму, изготовив необходимые антенные устройства, осуществил УКВ-радиосвязи с отражением от поверхности Луны (**фото 2 на 2-й с. обложки**). Кроме того, Василий является автором целой серии радиолюбительских трансиверов "Крым", всегда занимавших на радиовыставках призовые места.

Ряд радиооператоров коллективной радиостанции МАН "Искатель" впоследствии стали чемпионами Украины, Европы, призёрами международных соревнований и чемпионов мира по радиосвязи. Среди них Анатолий Прозоров (UU7JM, R7KM), Юрий Прозоров (UU2JX), Владимир Хорин (UU5JR), Константин Ернев (UU2JZ, RX7K), Валерий Герасимов (UU5JX, RU7KA), Юрий Яворский (UU0JX, R7KU) и другие.

МАН "Искатель" осуществляет свою образовательную деятельность во внеурочное и внешкольное время и объединяет учеников общеобразовательных школ, лицеев, гимназий и студентов высших учебных заведений возрастом до 18 лет. В МАН "Искатель" в девяностых годах работало семь на-

учных отделений (более 30 секций), объединявших в своих рядах сотни школьников Крыма. С самого начала создания МАН были учреждены звания кандидата в действительные члены академии и действительного члена академии. Для получения этих званий соискателю необходимо было сделать "творческий взнос": практически разработать какое-то новое устройство и (или) написать доклад, имеющий новизну или научную ценность. Свою работу соискатель обязан был защитить на сессиях МАН.

Некоторые радиооператоры коллективной радиостанции МАН занимались под руководством преподавателей Таврического национального университета (ТНУ) исследовательской и изобретательской деятельностью и стали действительными членами МАН. Среди них Евгений Деревянюк (UU5AW) — дипломант международного конкурса "Старт в науку"; призёры III этапа Всеукраинского конкурса-защиты НИР МАН Денис Левченко (UU5JSC) и Сергей Пузанков (UU5SP). Сергей также победитель II этапа Всекрымского инновационного экологического конкурса юных исследователей, изобретателей и новаторов "Мы — творцы третьего тысячелетия" (**фото 3 на с. 1**). Научным руководителем у Сергея Пузанкова был специалист изобретательской лаборатории МАН, профессиональный патентовед, автор более 200 изобретений Владимир Николаевич Новицкий. Совместно с НПО "Симплекс и Красный Крест" был проведён инновационный экологический конкурс юных исследователей, изобретателей и новаторов, в котором успешно участвовал и Сергей.

После окончания средней школы Евгений Деревянюк, Денис Левченко и Сергей Пузанков продолжили учёбу в университетах по радиотехнической специальности.



Звание действительного члена МАН имел и школьник из Джанкоя Евгений Мещеряков (UU5DX), который за успехи в исследовательской работе по радиотехнике в период с 2000 по 2001 гг. был стипендиатом Правительства Крыма. Действительным членом МАН был и Виктор Пузанков (UU5TN, с 2014 г. — RU7KN), который в 2006 г. стал победителем II этапа научно-исследовательских работ школьников Крыма. Победителем этого этапа стала и Александра Асеева (наблюдательский позывной UU-J-88), которая за свои научные работы завоевала звание действительного члена академии. Она окончила школу с золотой медалью и уехала на учёбу в СПбГУ. Александра продолжила участвовать как радионаблюдатель в различных соревнованиях. В период учёбы приезжала в Москву, где посетила с экскурсией подводную лодку-музей Б-396 "Новосибирский комсомолец". В радиорубке подводной лодки, где развилась любительская радиостанция RU3AWK, Александра прошла ритуал посвящения в моряки-подводники и под контролем начальника радиостанции провела несколько радиосвязей (**фото 4**).

Благодаря инициативе руководителя МАН Э. П. Неверодского впервые в Крыму в 90-х годах была создана ВВБ, а затем и телекоммуникационный интер-

Окончание.

Начало см. на 2-й с. обложки

нет-узел CRIS, ставший первым и популярнейшим провайдером в Крыму, который в своё время успешно вводил в мир телекоммуникационных проектов наиболее подготовленных действитель-

ных каникул к Чёрному морю (Партенит, Мисхор, Евпатория и др.) и на базу в Соколиное, где участники МАН продолжили работать над своими научными темами и отдыхали. Часто в лагерь МАН

нально это учреждение подчиняется Министерству образования, науки и молодёжи Республики Крым. Девизом МАН "Искатель" является лозунг "Познавай, изобретай, воплощай!".

В МАН в настоящее время работает 10 научных отделений, имеющих в своём составе около 50 секций. В них принимают дошкольников и учащихся с 6 лет. Сейчас при защите научно-исследовательских работ на звание кандидата в действительные члены и действительного члена академии соискатель обязан сдать экзамен и по базовой дисциплине (физика, химия, математика, информатика и др.). Коллективная любительская радиостанция МАН UC6K входит в отделение технических наук.

В жизни коллективной радиостанции UC6K 21 мая 2024 г. произошло важное событие. Благодаря организаторской и технической помощи И. Я. Ковалева (R7KAY) [3] был проведён сеанс радиосвязи с российским сегментом МКС. У микрофона на любительской радиостанции МКС RS0ISS находился космонавт российского экипажа Николай Александрович Чуб. Практически все члены коллектива радиостанции МАН за время сеанса успели задать различные вопросы космонавту, который исчерпывающе ответил на них и рассказал о работе в космосе и особенности пребывания в невесомости. Следует заметить, что сеанс радиосвязи с российским космонавтом прошёл чётко и устойчиво в период всего пролёта МКС над Крымом. Радиооператоры коллективной радиостанции и другие присутствующие на мероприятии лица высоко оценили проведённое мероприятие.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ломакина А. Н.** Найди свою звезду: Рассказ о Малой акад. наук Крыма "Искатель". — Изд-во "Молодь", Киев, 1982, 199 с.
2. **Пузанков Л.** История радиолубительского движения и радиоспорта в Крыму. — ООО "Форма", Симферополь, 2023.
3. **Пузанков Л.** Космические связи радиостанции Симферопольского колледжа радиоэлектроники. — Радио, 2024, № 3, с. 57, 58.



Фото 4 **Александра Асеева (UU-J-88) на коллективной радиостанции RU2AWK.**

ных членов МАН, обеспечивая их участие в международных программах "Глобальная лаборатория", "Виртуальный класс" и др. Это позволило совместно с МГУ впервые на Украине проводить дистанционное телекоммуникационное тестирование школьников Крыма "Телестинг", результаты которого учитывались при поступлении в высшие учебные заведения России.

В помещении радиостанции UU2JWA в девяностые годы была также установлена и смонтирована аппаратура для вхождения любительских радиостанций Симферополя, использовавших пакетную связь, в глобальную сеть Flexnet. Для этого было организовано три канала связи на частотах 28 МГц, 144 МГц и 432 МГц. Предоставил для этой цели антенны, оборудование и организовал пакетный узел связи Игорь Залатов (UU8JA).

В течение многих лет в составе МАН работала секция "охотников на лис" (спортивная радиопеленгация). Руководила этой секцией неутомимая Бирюкова Ольга Витальевна. Очень много школьников Крыма занимались этим увлекательным видом спорта.

Многие из выпускников МАН "Искатель" стали преподавателями крымских вузов. Среди них канд. техн. наук А. И. Козлов, канд. мед. наук К. А. Ефетов и др. В 1999 г. президентом МАН Крыма "Искатель" избрали ректора ТНУ им. В. И. Вернадского, академика Академии наук Украины Багрова Николая Васильевича. Пост президента МАН некоторое время занимал д-р геогр. наук Вахрушев Борис Александрович, профессор, декан географического факультета ТНУ.

В летний период МАН "Искатель" организовывала лагерные сборы для талантливых учащихся. Более сотни членов МАН выезжали в период школь-

в летний период приезжали известные в нашей стране гости — учёные, писатели, космонавты, спортсмены, которые выступали перед мановцами. Из состава инженерно-технической секции путёвки в лагерь получали и радиооператоры, которые своими успехами в радиоспорте и подготовленными научными исследованиями заслужили это.

В 2013 г. МАН Крыма "Искатель" отметила своё 50-летие. Оказалось, что на 21 апреля этого года было выдано 10350 билетов действительных членов МАН. Среди них немалое число радиолубителей!

В настоящее время МАН Крыма "Искатель" — Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования. Директором этого учреждения является Члех Виктория Владимировна. Функцио-



ОБУЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ И ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ РАДИОСВЯЗИ в учебном центре ООО «Фирма «Радиял» (г. Углич)

- ▶ Основы радиосвязи
- ▶ Распространение радиоволн
- ▶ Управление радиостанцией
- ▶ Виды модуляции
- ▶ Частотные диапазоны
- ▶ Регламент радиосвязи
- ▶ Устройство антенн
- ▶ Практические занятия
- ▶ Дальность радиосвязи и другое
- ▶ А также музей радиостанций и антенн



+7 (495) 775-43-19



radial@radial.ru



www.radial.ru

Бесконтактный датчик из электретного микрофона и конструкции на его основе

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Электретные микрофоны (ЭМ) широко распространены и используются в звукотехнике, связи и других областях радиоэлектроники. С момента разработки и серийного производства размеры этих микрофонов неуклонно уменьшались (рис. 1). ЭМ являются разновидностью конденсаторных [1, 2], в которых используется так называемый электрет [3] в виде гибкой плёнки. Основным свойством этого материала является наличие встроенного постоянного электрического поля. В ЭМ такая плёнка выполняет функцию одной из обкладок конденсатора. Такая конструкция обладает большим выходным сопротивлением, поэтому обязательным элементом такого микрофона является согласующий каскад на полевом транзисторе.

Конструкцию ЭМ, например, распространённого CZN-15E, поясняет рис. 2. Его основой является печатная плата, в отверстия которой впаяны выводы стока и истока полевого транзистора, которые и являются выводами микрофона. На плате размещается стакан из диэлектрического материала, в котором находится полевой транзистор. Сверху стакана размещён металлический диск, соединённый с затвором полевого транзистора. Затем следует диэлектрическая шайба, на которой установлена плёнка из электретного материала. На ней установлена металлическая шайба, и всю эту конструкцию скрепляет металлический корпус (как правило, алюминиевый), кото-

рый развальцован со стороны печатной платы. По её краю с внешней стороны имеется кольцевой печатный проводник, который соединён с истоком полевого транзистора с помощью пайки, а с корпусом — за счёт развальцовки.

в металлическом диске сделаны отверстия для прохождения акустических волн. Отверстия в корпусе иногда защищают от пыли и посторонних предметов с помощью тканевого материала, прозрачного для этих волн. В малогабаритных ЭМ конструкция немного другая, но принцип работы такой же.

В ЭМ используются специально для них разработанные полевые транзисторы. В сравнительно больших микрофонах это транзисторы 2SK1227 и 2SK596 [4]. Последний транзистор имеет встроенные резистор и защитный диод (рис. 3).



Рис. 1

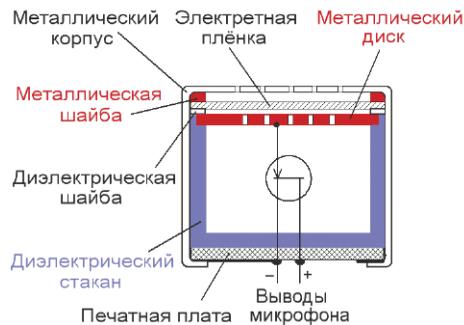


Рис. 2

В такой конструкции под действием акустических волн электретная плёнка изгибается, что приводит к появлению переменного напряжения на затворе полевого транзистора, которое им и усиливается. В верхней части корпуса и

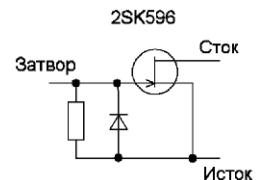


Рис. 3

Рассмотрим более подробно конструкцию на примере ЭМ CZN-15E [5], который показан на рис. 4 и рис. 5. Его акустическое отверстие защищено тканью, алюминиевый корпус развальцован со стороны печатной платы и соединён с минусовым выводом микрофона. Для разборки этого ЭМ надо с помощью острых малогабаритных кусочек разогнуть развальцованную часть корпуса и



Рис. 4



Рис. 5

снять его. В результате откроются внутренние элементы микрофона (рис. 6) — диэлектрический стакан 1 с платой и металлическим диском, который соединён с затвором полевого транзистора, электретная плёнка 2 с металлической шайбой 3 и диэлектрическая шайба 4.

Диэлектрический стакан с платой и металлическим диском (рис. 7) уже можно использовать как бесконтактный датчик. В разобранном виде эти элементы показаны на рис. 8, затвор полевого транзистора с помощью контактной сварки закреплён на металлическом диске. Если такой доработанный (разобранный) датчик включить по стандартной схеме (рис. 9), за счёт большого входного сопротивления полевого транзистора он очень эффективно воспринимает наводки, прежде всего сетевые, и усиливает их. Если приближать палец или руку к металлической шайбе, даже не прикасаясь к ней, на выходе может быть амплитуда переменного напряжения несколько вольт. Это напряжение можно использовать как сигнал, по которому будет срабатывать какое-либо устройство.

Теперь можно рассказать об одном из устройств, в котором можно использовать такой бесконтактный датчик. Самое простое из них — искатель скрытой проводки. Причём за счёт высокой чувствительности датчика такое устройство может быть простым. В Интер-

нете есть много описаний таких устройств. Например, в одном из них [6], искатель собран на транзисторе из ЭМ. Схема его действительно проста, но, во-первых, совсем не обязательно было разбирать микрофон полностью, во-вторых у него нет регулятора чувствительности, а в-третьих, наблюдать за изменением яркости свечения светодиода не очень удобно, а иногда практически невозможно, особенно при ярком освещении. Гораздо удобнее применить искатель со звуковым сигнализатором.

Поэтому для предлагаемого вниманию читателей устройства ЭМ доработан по-другому. Был применён ЭМ CZ034 [7], который практически не отличается от CZN-15E. Алюминиевый

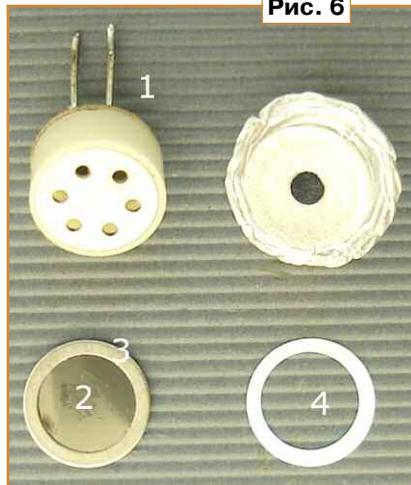


Рис. 6

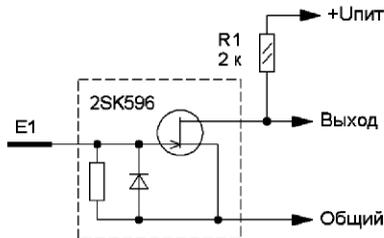


Рис. 9

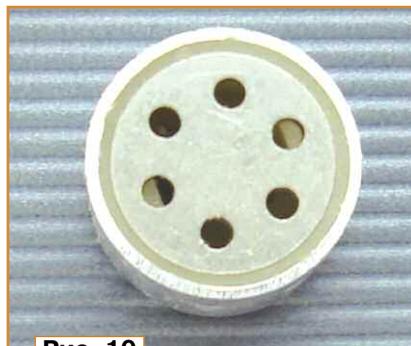


Рис. 10

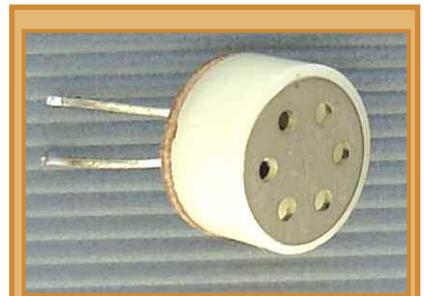


Рис. 7

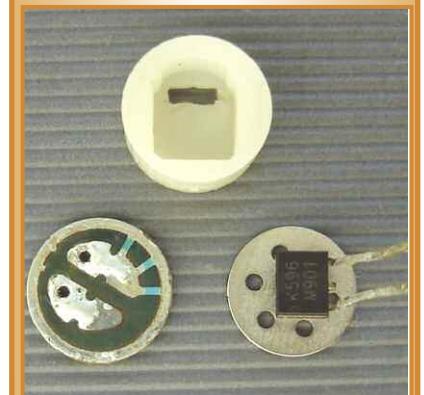


Рис. 8

корпус не удалён, а только с помощью напильника или наждачной бумаги была аккуратно сточена его передняя часть, а затем удалены металлическая и диэлектрическая шайбы и электретная плёнка (рис. 10). Затем острым резком удаляют полоску экрана, чтобы металлический диск выступал из корпуса на 0,5...1 мм. Для защиты от пыли металлический диск можно закрыть прозрачным скотчем. Перед такой доработкой алюминиевый корпус надо припаять к печатному проводнику общего провода на печатной плате, чтобы сохранить электрический контакт между проводником и корпусом. Для этого придётся применить флюс для пайки алюминия. Затем после промывки места пайки корпус по краю платы приклеивают эпоксидным клеем для обеспечения его надёжной фиксации.

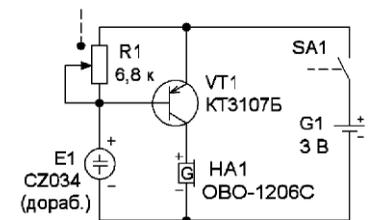


Рис. 11

Оставшийся корпус хорошо экранирует металлический диск от наводок с тыловой стороны датчика.

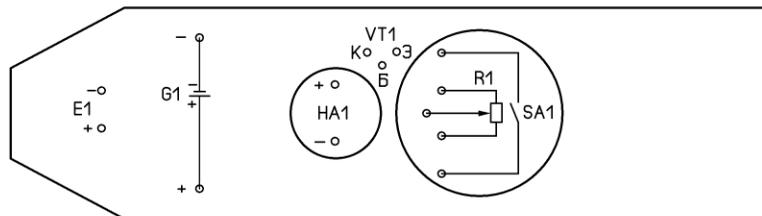
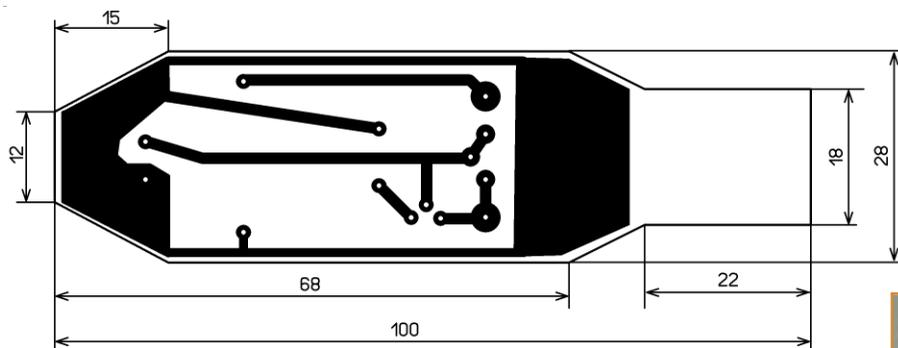


Рис. 12

Схема искателя скрытой проводки показана на рис. 11. Сразу после включения искателя движок переменного резистора R1 (совмещён с выключателем питания SA1) находится в верхнем по схеме положении,



Рис. 13

транзистор VT1 закрыт, а звуковой сигнализатор HA1 обесточен. Через полевой транзистор датчика протекает ток

увеличения напряжения наводки громкостью увеличивается, а модуляция уменьшается.

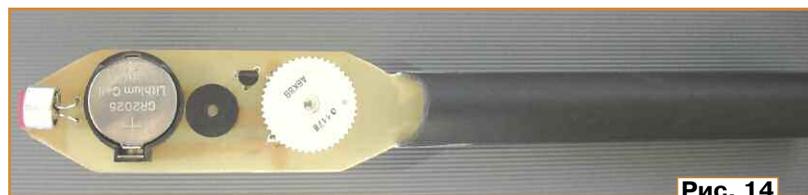


Рис. 14

не более 0,35 мА. Изменяя положение движка переменного резистора, можно установить такой режим транзистора VT1, при котором он находится на грани открывания. Если поднести искатель к сетевой проводке, на него будет наводиться переменное напряжение, которое усилит полевой транзистор датчика и затем поступит на его выход. Минусовая волна переменного напряжения будет открывать транзистор VT1, и в этот момент на акустический сигнализатор HA1 со встроенным генератором поступит питающее напряжение. Поэтому сигнал сигнализатора будет промодулирован частотой сети 50 Гц. Причём при небольшом напряжении наводки громкость звукового сигнала небольшая, а модуляция глубокая. При

Конструкция искателя сделана так, чтобы можно было держать его и управлять им одной рукой. Поэтому применён переменный резистор СПЗ-36М с выключателем и печатная плата имеет соответствующую конфигурацию. Чертеж платы и размещение на ней элементов показаны на рис. 12. Изготовлена она из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Для питания применён дисковый Li-Ion гальванический элемент серии CR20xx и соответствующий держатель для него. Транзистор может быть маломощным серий KT209, KT361, BC556—BC558, SK2907. Вид смонтированной платы показан на рис. 13. Датчик не должен выступать за плату. На узком конце печатной платы уста-

новлен держатель — пластмассовая трубка длиной 100...120 мм и диаметром 15...20 мм (держатель от газового светильника). В трубке с помощью ножовки пропилен паз, в который вставлена плата и затем закреплена с помощью эпоксидного или суперклея. С верхней стороны ручки у платы часть трубки срезана (рис. 14), чтобы на месте среза



Рис. 15

поместился большой палец. С его помощью можно включать и выключать искатель и регулировать его чувствительность. Можно обойтись и без отдельной ручки, если сделать плату более длинной и шириной 28 мм.

Для повышения чувствительности можно прикоснуться к медному полигоду общего провода снизу платы. Чтобы при поиске проводки не поцарапать стену или обои, на конец платы можно приклеить отрезок мягкой изоляции от толстого провода (рис. 15).

ЛИТЕРАТУРА

1. Большая советская энциклопедия. Микрофон. — URL: <https://goo.su/1Zt14> (14.06.24).
2. Электретный микрофон. — URL: <https://goo.su/vwRI> (14.06.24).
3. Большая советская энциклопедия. Электреты. — URL: <https://goo.su/Yhf4Ys> (14.06.24).
4. 2SK596S. — URL: <https://goo.su/Dezt9q> (14.06.24).
5. CZN-15E. — URL: <https://goo.su/gBDTDe> (14.06.24).
6. Простой детектор скрытой проводки на одном транзисторе. — URL: <http://bestdiy.ru/prostoj-detektor-skrytoj-provodki-nadodnom-tranzistor.html> (14.06.24).
7. Electret Condenser Microphone. — URL: <https://goo.su/Dw8n> (14.06.24).

От редакции. Чертеж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/09/isk.zip> на нашем FTP-сервере.

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Триптих (от греч. τριπτυχος — тройной, втрое сложенный), как правило производство изобразительного искус-

ства, состоящее из трёх частей. Автор статьи взял на вооружение идею сложения общего из частей, попробовав сде-

лать игрушку-сувенир на основе модулей различных дисплеев.

Статья посвящена практическому использованию нескольких трёхцветных модулей e-paper с диагональю 2,9 дюйма от производителя WeAct Studio (рис. 1) и размерами 128×296 пикселей. Пока в широкой продаже имеются всего четыре вида модулей этого производителя. В отличие от ранее описанного автором модуля [1], этот модуль имеет больший размер, существенно меньшую стоимость и весьма удобную компоновку элементов на плате, позволяющую объединять их по-разному в общий триптих. Автор экспериментировал с настольным вариантом изделия-сувенира (рис. 2), пользуясь набором однотипных печатных крепёжных элементов. Опыты были направлены на создание и оптимизацию алгоритма получения графических изображений для вывода на экраны, разработку 3D-моделей и изготовление элементов крепления модулей в триптихе. Также рассматривались различные варианты взаимного расположения частей изделия согласно графическим темам и способам их восприятия.

На рис. 3 представлены примеры трёх условных групп расположения модулей. В первой группе общая плоскость пиксельных полей как бы ломается и гнётся, поэтому зритель невольно

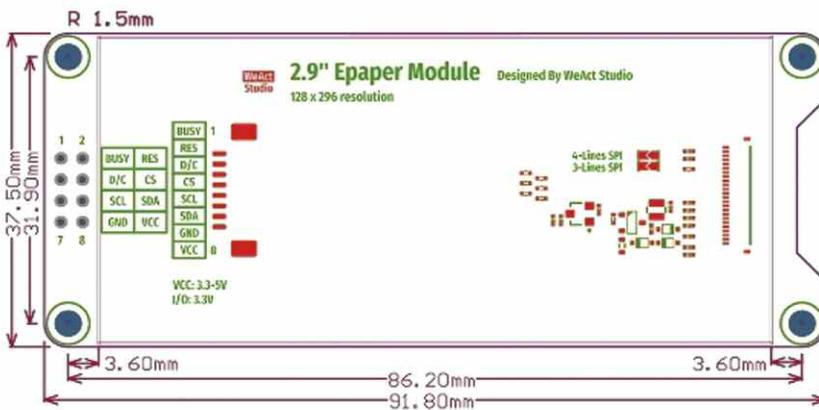


Рис. 1



Рис. 2

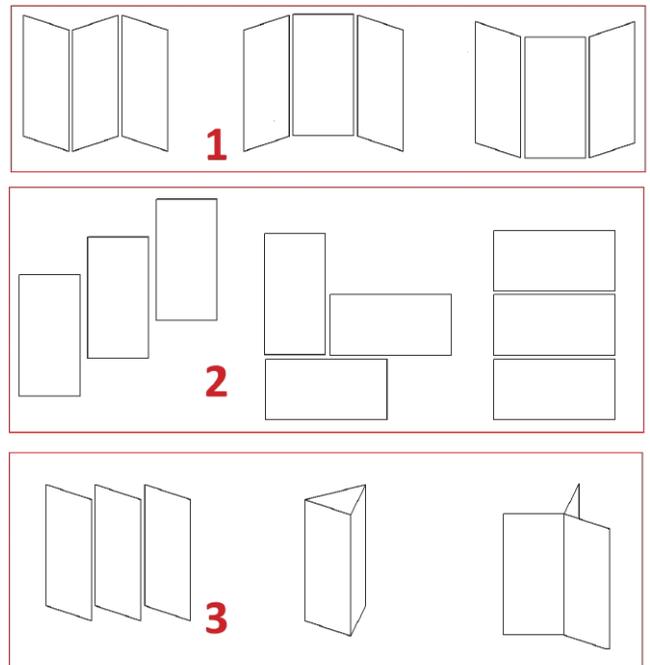


Рис. 3



Рис. 4

ражений, зритель вынужден переходить с места на место или вращать изделие, при этом полноценно воспринять одновременно все части триптиха затруднительно. Недостатком всех экранов, а тем более модулей на их основе, является то, что поле пикселей всегда меньше размеров самого экрана (см. рис. 1) или платы

одной строке. Таким образом, на кант по ширине приходится 15 или 16 потерянных пикселей.

Рассмотрим это подробнее на одном примере, показанном на рис. 4. Рассчитаем нужный размер в пикселях для исходного изображения узоров цветов исходя из геометрии крепёжных элементов сувенира. Представленный вариант — это вариант из группы 2 (см. рис. 3 слева) и отличается лишь наличием небольшого угла поворота относительно оси, перпендикулярной плоскости триптиха (завал на бок). Таким образом, ширина исходной картинке равна $128 \times 3 + 15 \times 4 = 444$ пикселя. Значение складывается из ширины трёх экранов и четырёх боковых кантов, попадающих внутрь изображения. Высота-проекция на вертикаль отрезка между крайней левой нижней точкой первого экрана (отсчёт слева направо) и крайней правой верхней точкой третьего экрана составляет 296 пикселей плюс высота двух "ступенек", на которой находится третий экран. Высота ступеньки, измеренная линейкой, — 16 мм. Следовательно, в двух ступенях помещается 134 пикселя. Таким образом, суммарная высота равна 430 пикселям.

Далее несколько слов об особенностях подготовки и конвертации изображений для трёхцветных дисплеев. Это связано с числом три. Так, для хранения двух цветов пикселя достаточно одного бита (0 — белый или 1 — чёрный), а для трёх — уже два бита (избыточное значение). На практике это реализуется так. Изображение делится на две компоненты-картинки, это чёрно-белая и красно-белая составляющие изображения. Именно они конвертируются в два отдельных массива монохромного изображения. Пример настроек для чёрной компоненты показан на рис. 5. Следует заметить, что красный отрисовывается "поверх" чёрного и белого цветов пикселей, являясь доминантным над чёрным. Это позволяет в чёрной компоненте держать все пиксели изображения, не опасаясь, что красный станет чёрным. Единственным инструментом подготовки изображений, подобных показанным на рис. 4, является графический редактор paint.net (версия 4.2.14). Алгоритм подготовки состоит из нескольких этапов:

- преобразование и сохранение файла изображения в формате с расширением .jpg;

- обрезка и изменение размеров согласно геометрии триптиха (например, 128×296 , 444×430 , 444×296);

- копирование файла на две компоненты;

- редактирование каждого изображения;

- нарезка общего изображения для каждого модуля (128×296);

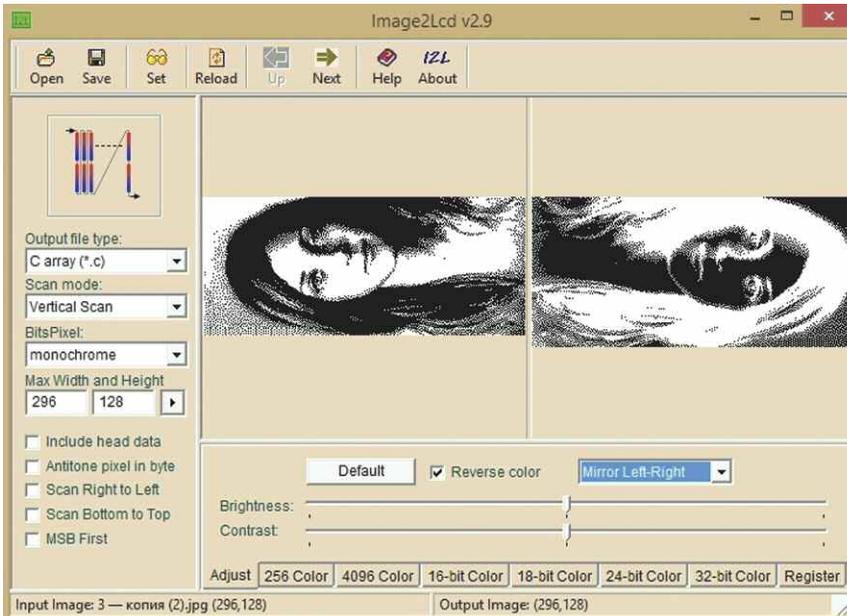


Рис. 5

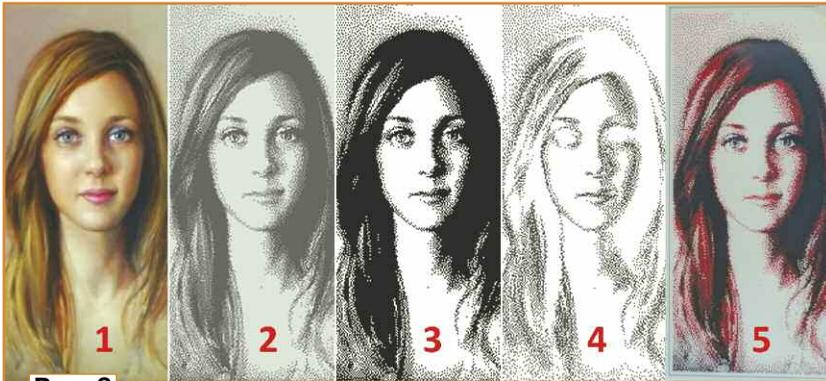


Рис. 6

вынужден слегка менять своё положение для полного и разностороннего рассмотрения изображений. Во второй группе плоскость сохраняется, но привычные рамки изображения исчезают, зритель как бы "дорисовывает" отсутствующие фрагменты. Третья группа подразумевает динамику изменений изоб-

модуля. При их совместном расположении это надо учитывать, особенно разделяя одно общее изображение на фрагменты для тех или иных расположений модуля в триптихе. Ширина бокового лишнего канта у применённого модуля — 3,5...4 мм, а ширина поля пикселей — 30,5 мм при их числе 128 в

изображение

изображение с дизерингом

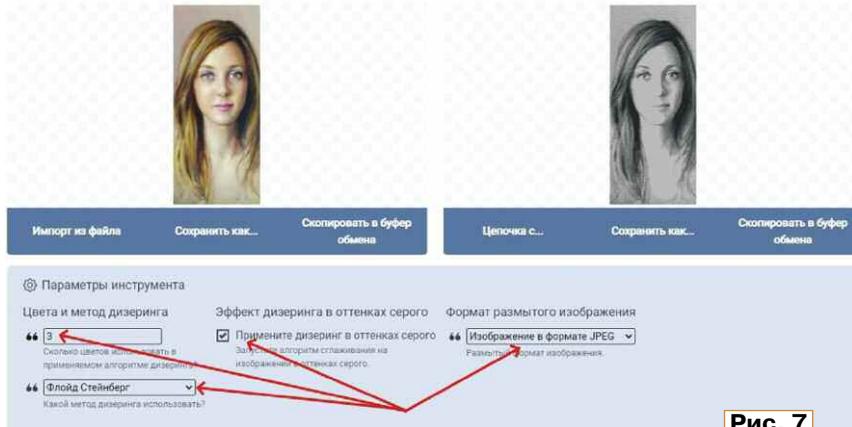


Рис. 7

— конвертирование нарезанных изображений в массивы.

В редакторе для реализации алгоритма автор использовал следующие инструменты и опции: "заливка", "кисть", "изменить размер", "размер полотна", "сделать чёрно-белым".

Для отображения на экранах фото, подобных представленным на рис. 2, алгоритм реализации существенно усложняется. Это связано с тем, что число цветов пикселей на изображении может составлять сотни и тысячи, в то время как дисплеи могут отображать лишь три цвета. Здесь на помощь приходит дизеринг. Исходное цветное изображение 1 (рис. 6) с помощью онлайн-конвертера [2] преобразуют в серое трёх оттенков 2, затем выделяют составляющие (чёрную 3 и красную 4), получая итоговое изображение 5. Автор заменяет тёмно-серые пиксели чёрными, светло-серые меняет на белые, оставляя серым красный цвет.

В настройках для преобразования (указаны стрелками на рис. 7) желательнее подбирать метод дизеринга для каждого изображения индивидуально. В случае, если все методы не дают желаемого качества изображения, следует изменить яркость исходного изображения в сторону уменьшения или увеличения.

После получения файла с изображением в редакторе paint.net (рис. 8) производят визуализацию будущего изображения, перекрашивая пиксели оттенков серого в цвета дисплея. Здесь основной инструмент — "волшебная палочка" 1 в режиме "замена" 2, с на-

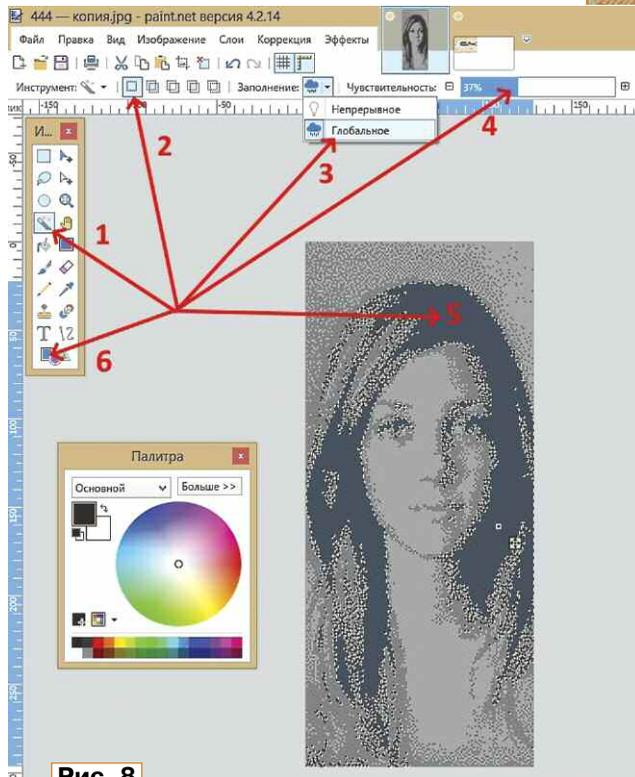


Рис. 8



Рис. 9

стройками "заполнение — глобальное" 3 и "чувствительность" 4. Для выделения области множества 5 точек одного оттенка наводят курсор инструмента и щёлкают левой кнопкой мыши. После выделения область перекрашивается в выбранный цвет с помощью инструмента "фигуры" 6, с настройками "прямоугольник" и "только заливка". Далее файл копируют и с помощью вышеописанных инструментов получают два компонента-файла изображения.

Для практической работы с дисплеями WeAct Studio и их программированием автор воспользовался руководством от производителя-конкурента Waveshare [3]. Блок [1] (рис. 9) для поочередной загрузки изображений требует минимум переделок. На верхней лицевой стороне высверливают дополнительно восемь отверстий



Рис. 11



Рис. 12

для выводов гнезда-переходника (красная стрелка). Его контакты распараллелены с переходником для меньшего экрана 2,13 дюйма. Схема устройства показана на рис. 10. Управляющий скетч существенно изменён из-за смены размера дисплея, оптимизации его работы и работы дисплея-дублира А4. Теперь он отображает исходные изображения 128×296 пикселей в собственных меньших размерах, сохраняя пропорции исходного и учитывая вклад цветных компонент (рис. 11). Этого можно добиться, если применить способ исключения "лишних пикселей". Каждая пятая строка изображения не выводится на экран, а в каждой из оставшихся строк каждая пятая точка также исключается из вывода на дисплей-дублир. Заметить явные искажения изображений автор не сумел, поэтому способ был принят как рабочий вариант вывода картинок из массивов, рассчитанных для экранов другой геометрии.

Несколько вариантов выведенной графики и способов сборки триптиха показаны на рис. 12. При печати крепёжных элементов использовались следующие базовые настройки принтера: высота слоя — 0,2 мм, ширина линии — 0,4 мм, плотность заполнения — 20 %, поддержка — да, температура

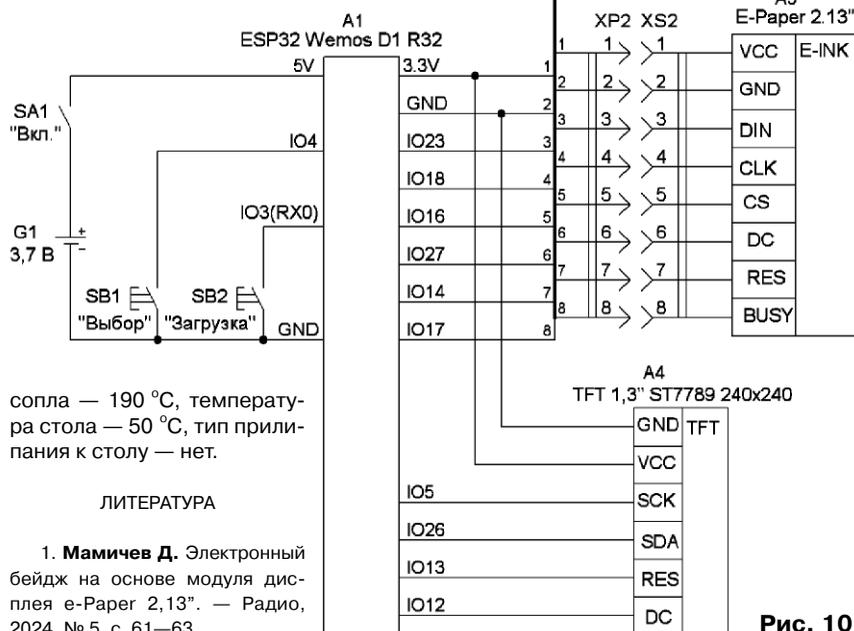


Рис. 10

сопла — 190 °С, температура стола — 50 °С, тип прилипания к столу — нет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамичев Д. Электронный бейдж на основе модуля дисплея e-Paper 2,13". — Радио, 2024, № 5, с. 61—63.

2. Dithering to Image Adderworld's simplest image tool. — URL: <https://onlinetools.com/image/apply-dithering-to-image> (26.04.24).

3. 2.9inch e-Paper HAT (B). — URL: [https://www.waveshare.com/wiki/2.9inch_e-Paper_HAT_\(B\)](https://www.waveshare.com/wiki/2.9inch_e-Paper_HAT_(B)) (26.04.24).

От редакции. На нашем FTP-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/09/tri.zip> находятся материалы проекта.

Игрушечный светофор

С. БИРЮКОВ, г. Москва

Описываемая игрушка может быть очень интересна младшему брату, любящему играть в машинки. В то же время она может стать первой конструкцией при освоении цифровой техники.

Светофор собран на двух цифровых микросхемах — триггере Шмитта K561ТЛ1 (DD1) и счётчике K561ИЕ9 (DD2), его схема приведена на рис. 1. На микросхеме DD1 собран простей-

ший генератор импульсов, который работает так. При подаче напряжения питания конденсатор С1 разряжен, на входах триггера Шмитта DD1.1 с функцией И-НЕ — низкий логический уро-

вень (лог. 0), на выходе — высокий (лог. 1). Конденсатор С1 начинает заряжаться током через резисторы R1 и R2. Когда он зарядится до верхнего порога переключения триггера Шмитта (примерно 60 % напряжения питания), триггер скачком переключится, на его выходе появится лог. 0, конденсатор С1 начнёт разряжаться. Когда он разрядится до нижнего порога переключения (примерно 45 % напряжения питания), триггер переключится, на его выходе появится лог. 1. Пороги переключения триггера приведены для конкретного экземпляра микросхемы при напряжении питания 3,5 В, при больших напряжениях они имеют другие относительные значения [1].

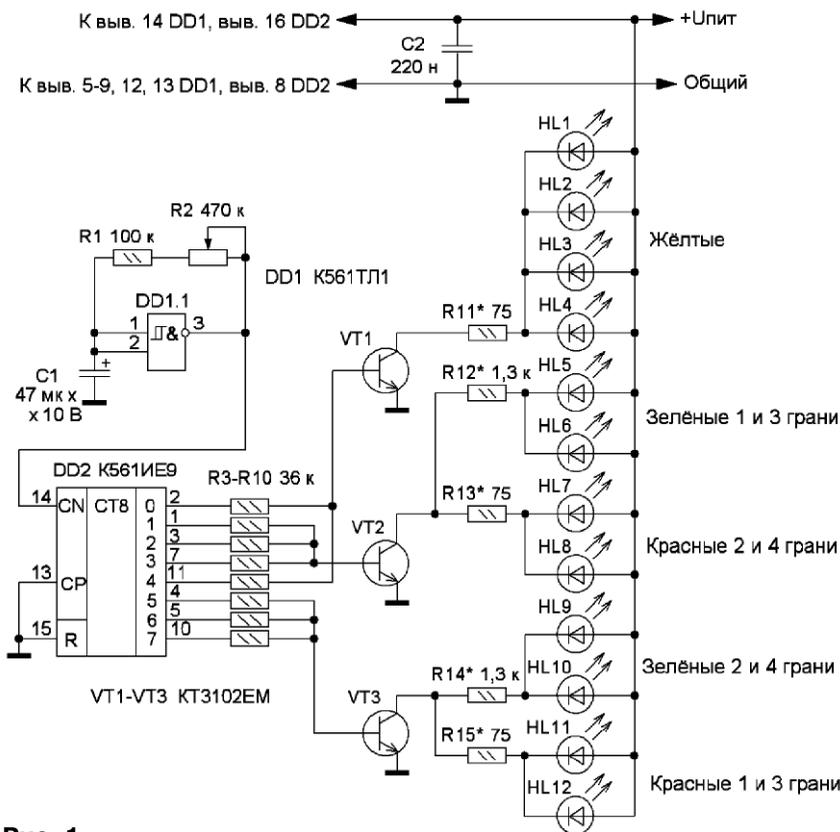


Рис. 1

В результате на выходе триггера Шмитта DD1.1 формируются прямоугольные импульсы с периодом следования от 1,5 до 9 с, который регулируется в указанных пределах резистором R2. Эти импульсы поступают на вход CN микросхемы DD2, которая является счётчиком с коэффициентом деления восемь с дешифратором.

Микросхема имеет три входа — вход сброса (установки исходного состояния) R, вход для подачи счётных импульсов отрицательной (относительно плюса питания) полярности CN и вход для подачи счётных импульсов положительной полярности CP [1]. Установка счётчика в 0 происходит при подаче на вход R лог. 1, при этом на выходе 0 появляется лог. 1, на выходах 1—7 — лог. 0.

Переключение счётчика происходит при спаде (переход из лог. 0 в лог. 1) импульсов отрицательной полярности (относительно плюса питания), подаваемых на вход CN, при этом на входе CP должен быть лог. 0. Можно также подавать импульсы положительной полярности на вход CP, пере-

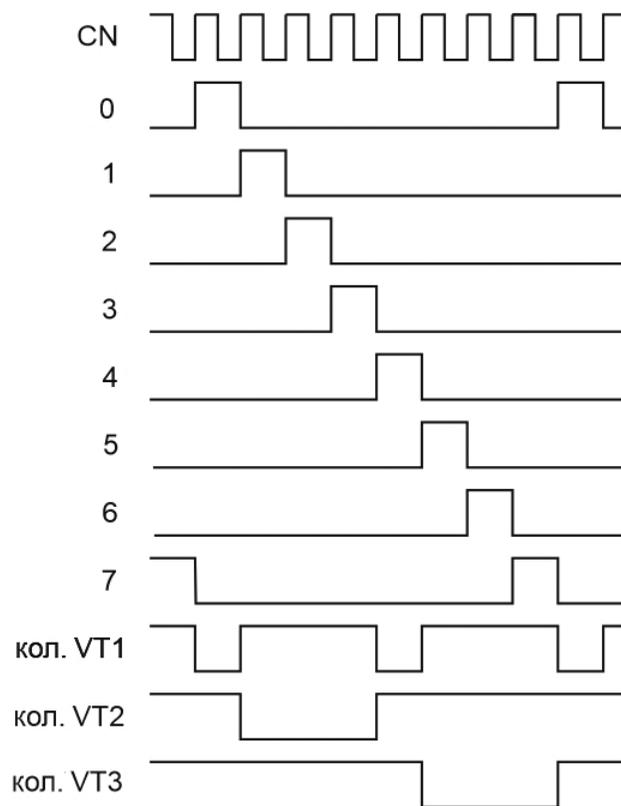


Рис. 2

ключение будет происходить по их спадам (переходам из лог. 1 в лог. 0), на входе CN при этом должна быть лог. 1.

При подаче напряжения питания и отсутствии импульса сброса триггеры этой микросхемы могут оказаться в произвольном состоянии, не соответствующем разрешённому состоянию счётчика. Однако в этой микросхеме есть специальная цепь формирования разрешённого состояния, и при подаче тактовых импульсов счётчик через несколько тактов перейдёт в нормальный режим работы.

Диаграмма работы светофора приведена на рис. 2. Первый импульс на входе CN счётчика DD2 переключает его из состояния 7 в состояние 0, на выходе 0 DD2 появляется лог. 1. Напряжение, близкое к напряжению источника питания, через резистор R3 поступает на базу транзистора VT1 и открывает его. Напряжение на коллекторе VT1 становится близким к нулю, включаются светодиоды HL1—HL4 жёлтого свечения.

Спустя один период сигнала генератора очередной импульс на входе CN счётчика DD2 переключает его, и лог. 1 появляется на выходе 1. Транзистор VT1 закрывается, светодиоды жёлтого свечения гаснут. Открывается транзистор VT2, и включаются светодиоды зелёного свечения HL5 и HL6 на первой и

третьей гранях светофора и красного свечения HL7 и HL8 на второй и четвёртой гранях. Следующие импульсы на входе CN DD2 переводят счётчик поочередно в состояния 2 и 3, транзистор VT2 остаётся включённым, светятся указанные выше светодиоды. Их общее время включения составляет три периода работы генератора.

Очередной импульс переводит счётчик в состояние 4, на один период включаются светодиоды жёлтого свечения HL1—HL4. Далее процесс продолжается аналогично, но включаются другие группы зелёных и красных светодиодов.

Может возникнуть вопрос. Почему такое большое различие сопротивлений токоограничивающих резисторов светодиодов (R11—R15), от 75 Ом и 1,3 кОм? Дело в том, что приобретенные светодиоды диаметром 3 мм разных цветов свечения имели значительно различающуюся яркость. Для обеспечения примерно одинаковой яркости требовался ток около 0,5 мА для светодиодов зелёного, 6 мА — жёлтого,

12 мА — красного. Поэтому и для обеспечения таких токов при напряжении питания 3,7 В были подобраны резисторы с указанными сопротивлениями.

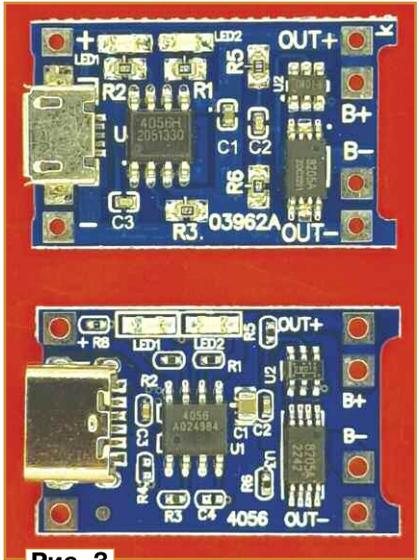


Рис. 3

диоды следует устанавливать из одной партии.

В устройстве использованы постоянные резисторы МТ и МЛТ, перемен-

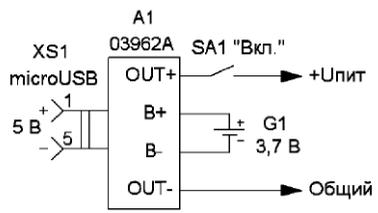


Рис. 4

ный резистор R2 — СПЗ-4аМ, импортный аналог конденсатора К50-16 (C1), конденсатор КМ-6 (C2). Транзисторы VT1—VT3 должны иметь коэффициент передачи тока базы не менее 400, из отечественных подойдут транзисторы КТ342В, КТ342ВМ, КТ3102Г, КТ3102ГМ, КТ3102Е, КТ3102ЕМ, из импортных — BC547С.

Питание светодиода осуществляется от одного Li-Ion аккумулятора типораз-

мером microUSB для подключения телефонного зарядного устройства входит в состав зарядного модуля (верхний на рис. 3). Существуют подобные модули и с разъёмом Type-C (нижний на рис. 3).

Исходно зарядный модуль обеспечивает максимальный ток зарядки 1 А для аккумуляторов типоразмера 18650, для его уменьшения до 0,5 А следует на плате модуля заменить резистор R3 с сопротивлением 1,2 кОм (маркировка 122) на резистор сопротивлением 2,4 кОм. Можно оставить ток зарядки 1 А, но для облегчения теплового режима на микросхему TP4056 модуля следует наклеить теплопровод размерами 9×9×5 мм. Напротив светодиодов зарядного модуля в крышке корпуса светодиода следует просверлить отверстие диаметром 3 мм, в которое ввести каплю прозрачного термоклея, что позволит отслеживать процесс зарядки аккумулятора.

Практически все остальные детали, кроме светодиодов и переменного резистора, установлены на печатную плату из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм, чертёж которой и размещение на ней элементов показаны на рис. 5. Габаритные размеры платы определяются расположением установочных стоек в основании имевшегося у автора корпуса размерами 125×80×32 мм и могут быть уменьшены до 60×30 мм. Плата, аккумулятор G1, выключатель питания SA1 и зарядный модуль A1 устанавливаются в основание используемого корпуса, переменный резистор R2 — на крышке корпуса.

Корпус собственно светодиода без светодиодов (стойка) был приобретён в АлиЭкспрессе. Он собран на защёлках, поэтому для его разборки сначала надо отделить острой отвёрткой донышко основания, от него отделить стойку, затем отвёрткой аккуратно разделить стойку на две половинки. Далее надо выдавить изнутри светофильтры, нажав на их крепёжные выступы, и просверлить в половинках стойки отверстия для светодиодов сверлом диаметром 3 мм. Более длинные выводы светодиодов, как правило, аноды, следует сохранить, короткие выводы — катоды, их надо укоротить. Следует тщательно залудить выводы, к сожалению, у некоторых светодиодов они часто лудятся очень плохо. Вставляют светодиоды на свои места, их аноды в каждой половинке стойки соединяют между собой.

Катоды светодиодов надо соединить в соответствии со схемой и вывести из стойки тонкими проводами, лучше всего подойдёт провод МГТФ-0,07. Выведенные провода целесообразно промаркировать термоусаживаемыми трубками соответствующего цвета, например, по одному кольцу для нечётных сторон, по два — для чётных, одно

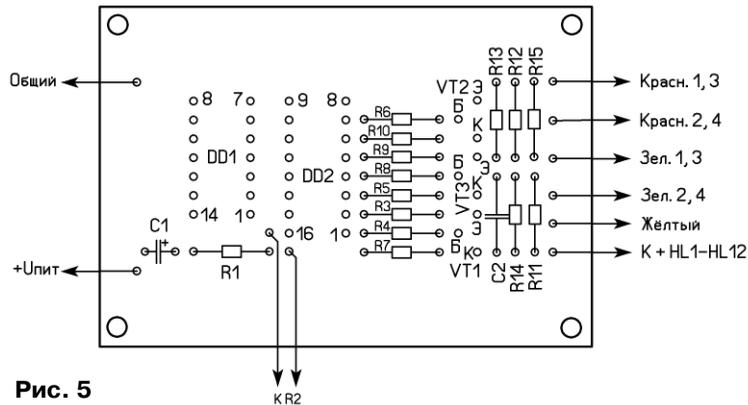
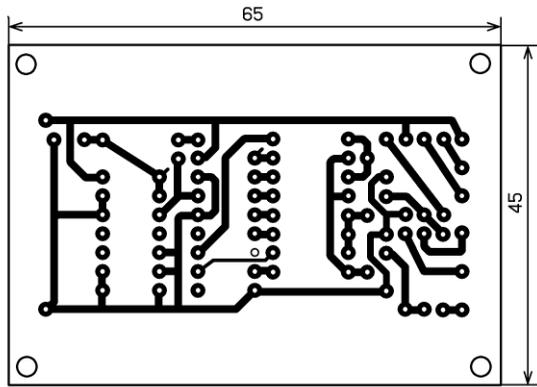
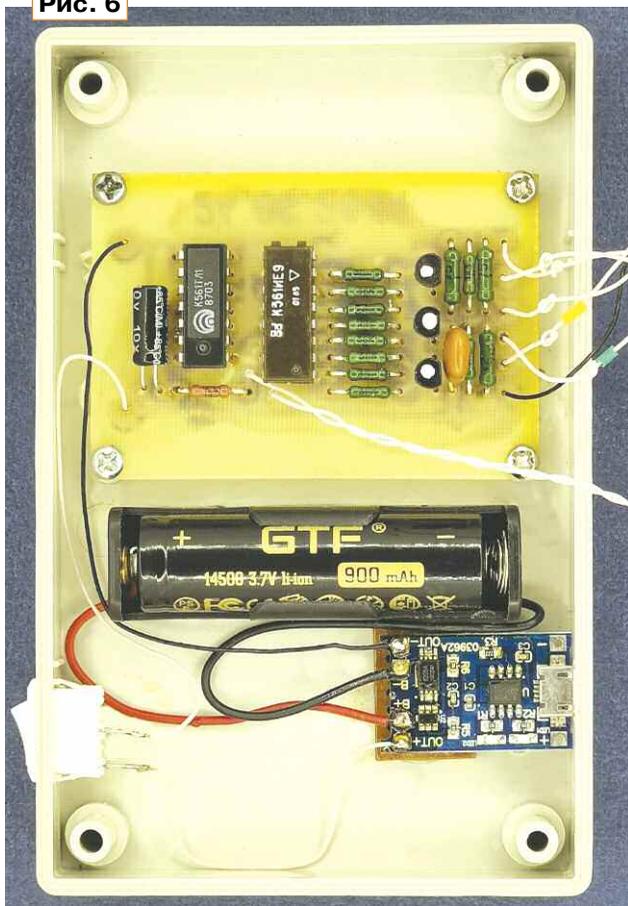


Рис. 5

Совершенно не обязательно, что при повторении конструкции светодиоды будут именно так различаться по яркости свечения, поэтому сопротивления токоограничивающих резисторов, скорее всего, потребуются другие. При этом параллельно соединяемые свето-

мера 14500 ёмкостью 0,9 А·ч. Для его зарядки использован специализированный зарядный модуль на микросхеме TP4056 с защитой аккумулятора (верхний на рис. 3), маркировка модуля — 03962А. Схема цепей питания приведена на рис. 4. Разъём XS1 —

Рис. 6



осциллографом или телефонами на всех её выходах наличие

тофор в целом, но сборка по частям полезна для диагностики ошибок и неисправностей.



Рис. 7

кольцо — на вывод жёлтых, одно, например чёрное — на вывод анодов.

Собранную стойку светофора с основанием, но без доньшка, крепят на крышке корпуса двумя короткими винтами-саморезами, которые надо ввернуть в две трубчатые стойки его основания. Можно приклеить доньшко на крышку корпуса или закрепить его парой винтов М3 с гайками и установить на корпус стойку штатно, как она крепилась исходно.

Собирать и проверять плату светофора целесообразно в следующем порядке. На плату устанавливают микросхему DD1, резистор R1, проволочную перемычку вместо резистора R2, конденсатор C2, а на место C1 поставить конденсатор ёмкостью 47 нФ. Подать напряжение питания 3,5...4 В и на выводе 3 микросхемы DD1 осциллографом проверить наличие импульсов в соответствии с первой диаграммой (рис. 2) с частотой около 800 Гц и амплитудой, соответствующей напряжению питания. Точное значение частоты не важно. При отсутствии осциллографа можно использовать высокоомные телефоны, подключить их к общему проводу и контролируемому выводу и по ним определить наличие генерируемого сигнала и оценить его частоту. Установить на плату микросхему DD2 и проверить

импульсов с частотой около 100 Гц в соответствии с диаграммами 0—7 на рис. 2. Полезно сделать синхронизацию развёртки осциллографа по импульсам на выходе 0 микросхемы DD2, тогда будут видны временные положения импульсов.

После установки резисторов R3—R10 в точках их соединения проверить наличие импульсов с амплитудой, которая немного меньше половины напряжения питания (R3 и R7) или чуть менее одной трети напряжения питания (R4—R6, R8—R10), и полярностью, противоположной показанной на рис. 2 для формы сигналов на коллекторах транзисторов VT1—VT3. Частота сигналов должна быть 200 Гц и 100 Гц.

Устанавливают транзисторы VT1—VT3, резисторы R11—R15, конденсатор C1 с номиналом, указанным на рис. 1, подключают к плате провода от светодиодов. При подаче напряжения питания светофор должен переключаться, как это описано в начале статьи.

Яркость свечения светодиодов можно менять подборкой резисторов R11—R15, но лучше эти резисторы подобрать заранее, после установки светодиодов, подключив через эти резисторы все светодиоды (по схеме рис. 1) к источнику питания напряжением 3 В. Конечно, можно собрать сразу и плату и све-

Далее надо установить все узлы в основание корпуса (рис. 6), а резистор R2 — на его крышку. Держатель аккумулятора и зарядный модуль удобно приклеить ко дну корпуса цианакрилатным клеем, при этом под зарядный модуль подложить прокладку из изоляционного материала толщиной 3...4 мм.

Проверяют работу светофора, подав напряжение питания на контакты держателя аккумулятора, и если всё нормально, вставляют заряженный аккумулятор в держатель.

Общий вид собранной игрушки показан на рис. 7.

Микросхемы серии K561 отличаются широким интервалом напряжения питания — от 3 В до 15 В. Если будет использован источник питания с напряжением 9 В, можно использовать микросхемы серии K176, но в любом случае при повышении напряжения питания необходимо заново рассчитать или подобрать токоограничивающие резисторы R11—R15.

Если на место DD2 установить микросхему K561IE8, очень похожую по логике работы на использованную K561IE9 [1], но делящую входную частоту на десять, можно получить другой цикл работы. Один такт генератора — включены жёлтые светодиоды, четыре такта — красные и зелёные.

Нетрудно заметить, что резисторы R3—R10 и транзисторы VT1—VT3 образуют три элемента ИЛИ-НЕ (два трёхвходовых и один двухвходовый). Их можно заменить микросхемой KP1554ЛЕ4 (рис. 8). Эта микросхема допускает напряжение питания от 2 до 6 В (вывод 14 — +U_{пит}, вывод 7 — общий), а её нагрузочная способность достаточно велика для обеспечения яркой индикации светодиодов без дополнительных транзисторов. Использование выходов микросхемы DD2 на схеме рис. 8 отличается от приведённой на рис. 1, это сделано для упрощения трассировки печатной платы при использовании микросхемы KP1554ЛЕ4.

Можно установить в качестве DD3 микросхему K561ЛЕ10, также содержащую три трёхвходовых элемента ИЛИ-НЕ, но её нагрузочная способность существенно ниже, и её придётся дополнить эмиттерными повторителями на р-п-р транзисторах, например,

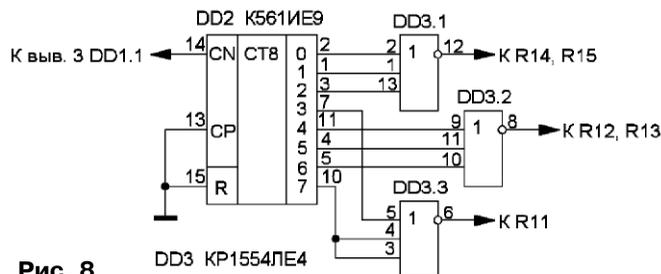


Рис. 8

серии КТ3107 с любым буквенным индексом. Следует иметь в виду, что цоколёвка у микросхем KP1554ЛЕ4 и K561ЛЕ10 разная.

При напряжении питания 5 В на месте микросхемы DD3 можно установить микросхему серий K155ЛЕ4, KP1533ЛЕ10 или KP1533ЛЕ11.

При отсутствии микросхем с триггерами Шмитта генератор импульсов можно построить на трёх любых инвертирующих логических элементах КМОП-микросхем серии K561, KP1561 или KP1554 [1, 2]. Неудобство такого

генератора заключается в необходимости использования неполярного времязадающего конденсатора, он может быть довольно громоздок. Однако сейчас можно приобрести миниатюрные керамические конденсаторы для поверхностного монтажа ёмкостью несколько десятков микрофард.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков С. А. Применение цифровых микросхем серий ТТЛ и КМОП. — М.: ДМК, 1999.
2. Бирюков С. Повышение стабильности частоты генератора на КМОП инверторах. — Радио, 2018, № 9, с. 26—28.

От редакции. Чертеж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/09/svet.zip> на нашем FTP-сервере.

Викторина

"Микрокомпьютеры ODROID"

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

ODROID — это серия микрокомпьютеров (SBC), которые разработаны южнокорейской фирмой Hardkernel. Название пишется заглавными буквами и является компиляцией слов "Open + Android". Проект стартовал в декабре 2009 г. выпуском отладочного комплекта ODROID с процессором Samsung Cortex-A8 (частота 833 МГц) и ОЗУ 512 Мбайт. На его базе разработчики могли отрабатывать схемные и программные решения игровых консолей с ОС Android.

Упор на изготовление мобильных отладочных комплектов Development Platform (некоторые из них позиционируются как первые в мире) продолжался до 2012 г. Затем, с появлением Raspberry Pi, был сделан кардинальный разворот в сторону SBC и начал выпуск дешёвых одноплатников ODROID-X/X2/U2.

Производство с маркой ODROID можно разделить на группы по приме-

няемым прикладным процессорам (AP). Классифицироваться будут только актуальные на 2024 г. серии, остальные уже устарели и имеют статус EOL (End Of Life):

- Odroid-XU3/XU4/XU4Q/MC1/HC1/HC2 — AP Samsung Exynos 5422;
- Odroid-C4/HC4 — AP Amlogic S905X3;
- Odroid-N2/N2+/N2L/GO Ultra — AP Amlogic S922X;
- Odroid-GO Advance/Super — AP Rockchip RK3326;
- Odroid-M1/M1S — AP Rockchip RK3568B2;
- Odroid-H2/H2+/H3/H3+/H4/H4+/H4 Ultra — AP Intel Gemini Lake, Jasper Lake, Core i3.

Подсказки: HC — Home Cloud, MC — My Cluster, M1S — M1 Simple, N2L — N2 Little, XU4Q — XU4 Quiet, знак "+" — расширенные функции.

Все модели ODROID разработаны профессионально на хорошем тех-

ническом уровне, имеют поддержку на форумах, в том числе и русскоязычных. Цена средняя, подходит для серверов, систем искусственного интеллекта, автоматизации, а также игровых приставок в удобном корпусе (серия GO). Фирма работает вдолгую, применяя, в частности, AP RK3568B2, производство которого гарантируется на ближайшие 15 лет.

Проблема отсутствия встроенных интерфейсов Wi-Fi и Bluetooth решается внешними USB-донглами. Основные ОС: Ubuntu, Android, DeitPi, Windows 10/11.

В таблице показаны фрагменты схем SBC ODROID (<https://wiki.odroid.com/>). На каждый вопрос викторины следует выбрать ответ 0 или 1 и записать их в ряд слева направо в виде двоичного числа. Если после перевода в десятичный вид получится 1177 или 1241, значит, все ответы правильные.

1 ODRROID-H4

Что не так с “нулевым” резистором R2M1?
 0 - ошибка в спецификации параметров;
 1 - его сопротивление должно быть 2,2 Ом согласно типовой схеме включения DC/DC-преобразователя на микросхеме RT6220

2 ODRROID-H3

К интерфейсу eSPI AP Intel Jasper Lake
 К микросхеме U20 IT8613E, к разъёму “ESPI_DEBUG”

Можно ли по сопротивлениям резисторов R69—R75 определить направление передачи цифровых сигналов в интерфейсе eSPI?
 0 - можно;
 1 - нельзя

3 ODRROID-H2

Каким будет напряжение +VBATA, если на вход +VIN подаётся постоянное напряжение 24 В?
 0 - напряжение снизится до нуля;
 1 - застabilизируется на уровне 22,7 В (PD2, Q9)

4 ODRROID-H2+

Для чего применяются два идентичных термодатчика на транзисторах Q5, Q6?
 0 - для измерения разности температур;
 1 - для повышения точности измерений

5 ODRROID-XU4

Какие элементы стандартизованы в стикере с надписью “Q.S PASS”?
 0 - форма стикера, текст надписи, цвет фона;
 1 - требования к стандартизации отсутствуют

6 ODRROID-XU4

Назначение инвертора на транзисторе Q4?
 0 - для формирования парафазного сигнала;
 1 - для синхронного чтения разрядов регистра

7 ODRROID-XU3

К линии GPIO (1,8 В) AP Exynos S5E5422
 К вентилятору

Что может стать причиной выхода из строя транзистора Q4?
 0 - случайное замыкание контактов 1 и 2 в разъёме CON11 или проводов вентилятора;
 1 - ошибка в программе, когда на выходе линии порта GPIO AP длительное время удерживается уровень лог. 1

8 ODRROID-H2

Можно ли для прошивки BIOS в микросхему GD25LB64CV1GT (SPI_ROM1) использовать клипсу и USB-программатор с напряжением питания и уровнями 3,3 В?
 0 - можно по аналогии с прошивкой ноутбуков;
 1 - не рекомендуется, на свой страх и риск

9 ODRROID-XU4

Что надо сделать, чтобы оптоузел выполнял функцию логического инвертора?
 0 - замкнуть контакты 1 и 2 в разъёме XP1;
 1 - замкнуть контакты 3 и 4 в разъёме XP1

10 ODRROID-N2 rev0.5

К микросхемам U1, U11, U26, U27, U30, к разъёмам J2, J5

Почему в следующей версии ODRROID-N2 rev0.6 ключ на транзисторах Q1, Q2 заменён микросхемой FC9516A (USB Switch)?
 0 - для повышения надёжности;
 1 - в целях унификации радиоэлементов

11 ODRROID-M1

К линии GPIO (1,8 В) AP RK3568

Какую функцию выполняет резистор R4?
 0 - улучшение формы импульсов;
 1 - защита по току при нажатии на кнопку SW1

12 ODRROID-XU “Ethernet”

Между какими контактами разъёма Ethernet (RJ45) надо измерять сопротивления при поиске в нём обрывов и замыканий?
 0 - между контактами 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6, 7 и 8;
 1 - между контактами 1 и 3, 2 и 4, 5 и 7, 6 и 8

КВ-РАДИОПРИЁМНИК "МЕРКУРИЙ"

С. ДОЛГАНОВ, г. Барабинск Новосибирской обл.

(см. статью на с. 11)



Рис. 31



Рис. 32

Dr.WEB®

Сделано в России

ЗАЩИТИ СОЗДАННОЕ

Поддерживаемые
ОС



ANDROID

Dr.Web Security Space

защитит ваш цифровой МИР



Защита от хищений средств

От банковских троянцев, клавиатурных шпионов, хакерских атак во время сессии онлайн-банкинга



Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО



Защита от уязвимостей программ

От эксплоитов, используемых киберпреступниками для проникновений через ошибки в популярных приложениях



Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения



Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств



Защита детей

Родительский контроль

Техподдержка
компании
«Доктор Веб»:

<https://support.drweb.ru>

Сайты компании
«Доктор Веб»
в социальных сетях:

[https://www.drweb.ru/
user/social](https://www.drweb.ru/user/social)



Сайты компании
«Доктор Веб»:

<https://антивирус.рф>

<https://drweb.ru>



© ООО «Доктор Веб», 2021

125040, Россия, Москва, 3-я улица Ямского поля, вл. 2, корп. 12а
Тел.: +7 495 789-45-87 (многоканальный)
факс: +7 495 789-45-97

