

4•2024

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

12 апреля — День космонавтики



- "Рисуем" на сенсорном дисплее
- БП накала стержневых ламп
- Импульсный паяльник
- Антенный L-тюнер

...и ещё 11 конструкций



4
2024



ИСТОРИЯ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВА В ПИЛОТИРУЕМОЙ КОСМОНАВТИКЕ

Олег АРТЕМЬЕВ, канд. экон. наук, Звёздный городок Московской обл.,
Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королёв Московской обл.,
Егор ШИЛЕНКОВ, канд. техн. наук, г. Курск

(см. статью на с. 47)

Антенна любительской радиостанции U-MIR



Фото 8



Soviet space station MIR

Фото 9



Soviet space station MIR

Фото 10

Handwritten notes:
U2MIR
U4MIR
U1MIR
U2MIR
U5MIR

Handwritten note:
OE2MIR

Handwritten notes:
DP2MIR
Klaus-Dietrich
DP1MIR Egeb
Klaus-Dietrich

Large handwritten signatures and notes:
U2MIR
U5MIR
"Soviet..."
"Space..."

Handwritten notes:
TOGNINI
AR2MIR



22
31
десятилетие
науки и технологий

23—26 апреля 2024

СВЯЗЬ

36-я международная
выставка «Информационные
и коммуникационные технологии»

Экспозиция «Навитех» —
«Навигационные системы, технологии и услуги»

www.sviaz-expo.ru



Россия, Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



12+
Реклама

Организатор



При поддержке



Под патронатом



В рамках



НАУКА И ТЕХНИКА 4	А. ГОЛЫШКО. Высоко сижу, далеко гляжу.....	4
РАДИОПРИЁМ 8	В. ШЕПТУХИН. Новости вещания	8
ЗВУКОТЕХНИКА 9	С. МИШЕНКОВ. Беседы о звуке	9
	А. КУЗЬМИНОВ. Усовершенствованный УМЗЧ на основе двух LM4780TA в мостовом включении	14
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 23	Д. ПАНКРАТЬЕВ. Стабилизированный ионисторный блок питания для накала стержневых ламп	23
	С. БИРЮКОВ. Разрядное устройство — приставка к эквиваленту нагрузки.....	25
РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 28	Е. ГЕРАСИМОВ. Импульсный инверторный паяльник.....	28
ВИДЕОТЕХНИКА 31	А. ШУМИЛОВ. Приставка-разветвитель входов старого телевизора.....	31
ИЗ ИСТОРИИ РАДИО 32	А. ЧЕЧНЕВ. Из истории радиозлектроники. "Через тернии — к микросхемам. Часть 5. Серии цифровых микросхем	32
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 35	С. СЕМИХАТСКИЙ. Автономное охранное устройство-2	35
	О. ИЛЬИН. Шифратор и дешифратор пропорционально- дискретных команд для многоканальной системы дистанционного управления моделями.....	37
ИЗМЕРЕНИЯ 44	С. СИДОРЕНКО. Повышение устойчивости работы частотомера на Arduino pro mini	44
"РАДИО" — О СВЯЗИ 45	"Старый Новый год 2024" — итоги	45
	О. АРТЕМЬЕВ, С. САМБУРОВ, Е. ШИЛЕНКОВ. История радиолобительства в пилотируемой космонавтике. К 35-летию начала постоянно действующей системы радиолобительской связи в космосе	47
	Г. КСЕНЗ. Антенный L-тюнер с измерителем КСВ.....	51
"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 55	С. РЕШЕТНИКОВ. Пчелиная дискотека — светодинамическая приставка с управлением от компьютера	55
	И. НЕЧАЕВ. Супервизоры (вольт-детекторы) и конструкции на их основе	56
	Д. МАМИЧЕВ. "Рисуем" на сенсорном TFT-дисплее с помощью Arduino	61
	Р. СЕРГЕЕНКО. Ответы на викторину "Микрокомпьютеры Orange Pi"	62

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 27, 30, 44).

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 4, 13, 4-я с. обложки).

На нашей обложке. История радиолобительства в пилотируемой космонавтике. К 35-летию начала постоянно действующей системы радиолобительской связи в космосе (см. статью на с. 47).

**ЧИТАЙТЕ
В СЛЕДУЮЩЕМ
НОМЕРЕ:**

**УКВ-БЛОК ДЛЯ РПУ "ОКЕАН"/SELENA
ИСКАТЕЛЬ СКРЫТОЙ ПРОВОДКИ
ЭЛЕКТРОННЫЙ БЕЙДЖ
КУБИКИ НА ARDUINO**



EXPO ELECTRONICA

26-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОНИКИ

16–18 АПРЕЛЯ 2024
МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО



ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ,
МОДУЛИ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ



ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ЭЛЕКТРОНИКИ



ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

NEW



РОБОТОТЕХНИКА

NEW



ИТ- И ЦИФРОВЫЕ
РЕШЕНИЯ



ОРГАНИЗАТОР
ORGANISER

ЗАБРОНИРУЙТЕ
СТЕНД

EXPOELECTRONICA.RU



"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. МУСИЯКА

Верстка: 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 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 22.03.2024 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 рекламодатель.

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 публикацию 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 переписку 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. 01470-24.

DR.WEB

Компьютерная сеть редакция 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

Высоко сижу, далеко гляжу...

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

*"Ум всех людей, вместе взятых,
не поможет тому, у кого нет своего:
слепому не в пользу чужая зоркость".*

Жан де Лабрюйер,
французский мыслитель

Сфера применения дистанционного зондирования Земли

Сверху видно всё! Это часто встречающееся изречение появилось, наверное, с тех пор, когда человек впервые залез на высокое дерево или взобрался на гору. С тех пор "пролетело" много воздушных шаров, подзорных труб и аэропланов, пока развитие авиационной техники и технологии фотографирования естественным образом не привело к появлению аэрофотосъёмки, а с началом эры освоения околоземного космического пространства в конце 1950-х, в начале 1960-х годов появилась и новая отрасль — дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса (что, впрочем, отнюдь не умаляет важность других способов ДЗЗ).

В частности, на форуме "Армия-2023" стало известно о планах России увеличить число спутников ДЗЗ "Кондор-ФКА" с двух до четырёх. Эти спутники могут получать высококачественные изображения земной поверхности в любых условиях. К ним мы ещё вернёмся, а пока отметим, что современное развитие технологий ДЗЗ расширяет сферу их применения, охватывая все стороны нашей жизни, включая метеорологию, экологию, океанографию, геологию и геодезию. Результаты анализа ДЗЗ могут затрагивать практически все отрасли хозяйствования, промышленного производства и государственного управления.

Космические снимки и космический мониторинг всё активнее используются в самых разных отраслях хозяйства. Необходимость использования данных ДЗЗ для повышения качества управления ни у кого сейчас сомнений не вызывает. Космический мониторинг позволяет получать однородную и сравнимую по качеству объективную информацию одновременно для обширных территорий, что практически невозможно при любых земных обследованиях. Полученная в результате космического дистанционного мониторинга Земли информация интересна как сама по себе для учёных, так и в качестве вводных данных для дальнейшей их визуализации и трёхмерного моделирования:

— рельефа суши и океанов, включая океаническое дно (батиметрия);

— гравитационного поля и его неоднородности;

— магнитосферы Земли;

— зелёных насаждений и природных лесов;

— загрязнения атмосферы и гидросферы.

Наличие дополнительных программных комплексов для пространственной аналитики и повышения разрешения результатов ДЗЗ позволяет детально изучить определённую

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»

▶ RINET ▶

БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон:

+7(495)981-4571

E-mail:

info@rinet.ru

Сайт:

www.rinet.ru

местность, будь то административный или эколого-природный район, в интересующем разрезе исследований.

Анализ вероятности стихийных бедствий и оценка возможного ущерба от природных катаклизмов или техногенных катастроф, военно-тактические задачи и навигация на суше, в воздухе и на воде, градостроительное и инфраструктурное проектирование, помощь в работе аграриев и лесоохранных ведомств — всё это тоже сфера ДЗЗ. Однако, как свидетельствуют специалисты, оборона и георазведка (GEOINT) являются их основными источниками дохода в области ДЗЗ.

Из официального определения следует, что ДЗЗ — это мониторинг поверхности нашей планеты с помощью оптических, радарных и иных оптоизмерительных приборов на значительном удалении от объекта изучения, т. е. с орбитальных спутников, самолетов, аэростатов и беспилотных летательных аппаратов. Для сбора данных используется и наземное оборудование для корректировки позиционирования снимков и проведения некоторых измерений, включая сейсмическую активность, климатические факторы и т. п.

Космические и беспилотные приборы для активного дистанционного изучения нашей планеты имеют собственный источник сигнала, который сканирует поверхность и в отраженном виде возвращается на космический аппарат (КА), где и проходит обработку с накоплением полученных данных. Среди используемых для зондирования Земли активными дистанционными системами инструментов наиболее распространены шесть приведенных ниже.

Радар — классическая система обнаружения и сканирования удаленных объектов, а также определения расстояния до них, основанная на излучении электромагнитной волны, её отражении от интересующей поверхности и регистрации на приборе. Радиолокатор с синтезированной апертурой (РСА) — это активный датчик ДЗЗ с боковым обзором, размещаемый на борту летательного аппарата. При радиолокационной съемке для получения информации используется микроволновый диапазон путем облучения земной поверхности и регистрации отраженного обратно сигнала. Радиолокационная съемка является незаменимой по сравнению с другими средствами наблюдения в сложных погодных условиях. Она имеет возможность получения снимков в любое время суток и в любую погоду, с высокой точностью измерения координат и геометрических характеристик объектов, возможностью наблюдения и обнаружения объектов, невидимых в оптическом или инфракрасном диапазонах электромагнитного спектра, скрытых снежным или растительным покровом, а также находящихся под поверхностью Земли.

Лидары по своему принципу работы похожи на радары, за исключением вида сигнала. В лидарах используется луч света.

Альтиметры измеряют высоту с помощью лазера.

Дальномеры передают сигнал между собой для определения расстояния.

Эхолоты изучают климат и погоду с помощью излучаемых импульсов. Эхолоты также могут быть и пассивного типа.

Рефлектометры или скаттерометры излучают микроволны и регистрируют их рассеивание для дистанционного зондирования морей и других рельефных особенностей Земли.

С другой стороны, изучение планеты с помощью приборов и датчиков, которые не оборудованы собственными источниками сканирующего сигнала, возможно только при наличии достаточного уровня солнечной освещенности. Для ДЗЗ такими методами также используют естественное электромагнитное и гравитационное поле.

Для пассивного сбора информации применяют мультиспектральные датчики ДЗЗ, которые позволяют изучать отраженное от Земли излучение далеко за пределы спектра видимого света, а также магнитосферу и другие планетарные источники энергии. Для этого используют спектрометры, радиометры (в том числе и гиперспектральные), спектрорадиометры, радиометрические сканеры, эхолоты, акселерометры. В частности, гиперспектральная съемка обладает двойными преимуществами спектроскопии и оптической визуализации, т. е. позволяет собирать множество спектральных характеристик по всему спектру в дополнение к двумерным (2D) пространственным изображениям. После разработки технологии гиперспектральной съемки она привлекла внимание ученых как из академических, так и из промышленных кругов и стала центром исследований во всем мире. В первые дни гиперспектральное дистанционное зондирование (HRS) в основном использовалось для идентификации целей на другом фоне для военных применений. В настоящее время HRS демонстрирует большой потенциал в мониторинге окружающей среды.

Информация, полученная в ходе ДЗЗ, доступна как в открытых, так и специализированных базах организаций, эксплуатирующих орбитальные спутники. Такой работой занимаются частные и государственные компании, участвующие в глобальном рынке космических услуг, например Роскосмос и другие европейские, американские и азиатские владельцы соответствующих спутниковых систем для ДЗЗ.

Обработка информации

Собранную с помощью космического мониторинга информацию необходимо грамотно обработать и систематизировать, а в некоторых случаях и скорректировать. Современные программы для пространственной аналитики, дешифровки и визуализации собранного массива данных позволяют получить удобный пользовательский интерфейс для работы с базами ДЗЗ. В результате такой обработки информации пользователь получает графическое двух- или трехмерное изображение интересующего участка Земли с

визуализированной на ней аналитической и исследовательской информацией.

В документе Управления ООН по вопросам космического пространства (UNOOSA) космическая экономика определяется как полный спектр деятельности и использование ресурсов, которые создают ценность и выгоды для людей в процессе изучения, исследования, понимания, управления и использования пространства. Хотя основными элементами космической экономики являются радиовещание и связь, ДЗЗ, производство спутников и ракет-носителей, сопутствующие услуги и наземное оборудование, она также включает все связанные с ней отрасли, такие как Интернет, сельское хозяйство, лесное хозяйство, архитектура, инженерия и строительство, и это лишь некоторые из них.

Рынки ДЗЗ

Мировая космическая экономика оценивалась от 350 млрд долл. (Morgan Stanley) до 447 млрд USD (Space Foundation) в 2019 г., незадолго до начала пандемии Covid. Кстати, пандемия показала, что космические системы определения положения, времени и навигации (PNT — Positioning, Navigation and Timing), связь и ДЗЗ имеют решающее значение, поскольку они обеспечивают инновационные решения в условиях ограниченного передвижения.

Что касается рынка ДЗЗ, то по данным исследования рынка спутниковых систем ДЗЗ, организованного аналитиками Euroconsult, в период с 2014 г. по 2023 г. в космос запущено 353 КА ДЗЗ, а мировой рынок ДЗЗ вырастет до 36 млрд долл., что на 85 % больше, чем по итогам прошлого десятилетия. Также увеличится число стран, которые имеют собственные КА, — с 33 в 2004 г. — 2013 г. до 41 к 2023 г. Продолжит расти государственная поддержка рынка, поскольку всё больше стран будут расширять свои спутниковые программы.

В прошлом в области ДЗЗ доминировали крупные правительственные игроки, такие как Landsat из Системы данных и информации системы наблюдения Земли (EOSDIS), Copernicus из Европейского космического агентства (EKA) и IRS из Индийской организации космических исследований (ISRO), а также сами страны, такие как Россия, Китай, Япония и многие другие, которые приложили усилия для получения качественных данных ДЗЗ.

Новички делают ставку на созвездия малых спутников со средним и высоким разрешением, которые обладают почти ежедневной периодичностью съемки. Это революционизирует мониторинг быстрых изменений. Planet Labs была лидером в этой области с её созвездием малых спутников Dove и Skysat, которые составляют 43 % от всех запущенных малых оптических спутников ДЗЗ. Другие — Black Sky Global и Satellogic. Спутники радиолокационного изображения в категории малых спутников производят компании



Capella Space, ICEYE, e-Geos и Umbra Labs. Многие выходят за рамки оптических и микроволновых датчиков изображения, обращаясь к радиочастотным сигналам из космоса и Земли (Hawkeye 360 и Spire) и парниковым газам (GHGSat). Новички разворачивают локальную производственную базу для создания и эксплуатации спутников. Доля стран СНГ на мировом рынке метеоспутников составляет 8 %.

Для того чтобы отличаться от своих конкурентов, компании расширяют спектр получаемых изображений с помощью гиперспектральных камер, радара с синтезированной апертурой, радиочастотной геолокации и инфракрасного излучения. Добавление новых модальностей и феноменологий открывает новые возможности для исследователей и компаний в поиске новой интересной аналитики. Они помогают устранять многие ограничения, налагаемые на традиционные оптические изображения, т. е. облачный покров, ночное время и т. д. Кроме того, эти инструменты позволяют использовать новые методы для анализа наводнений, обнаружения изменений, роста растительности, оседания почвы и нарушения почвы и пр.

Устройство Интернета вещей всё чаще используется для сбора данных на месте. Доступ к таким данным, особенно из отдалённых районов, также может осуществляться с помощью КА. Объёмы данных там невелики, и требования к их сбору, возможно, составляют несколько раз в день. Такие требования могут быть удовлетворены с помощью небольших спутников на низких околоземных орбитах.

По мнению экспертов, рынок спутников ДЗЗ ожидает быстрый рост, а новички смогут предложить выгодные конкурентоспособные решения. В связи с ростом предложения конкуренция на рынке растёт, поэтому для операторов ДЗЗ расширение списка клиентов и диверсификация выйдут на первый план.

Инвестиции в спутниковые системы ДЗЗ и метеорологические программы достигли максимума в 2013 г. и увеличились, по сравнению с 2012 г., на 13 % — до 8,7 млрд долл. Они остаются одной из основных статей расходов государственных космических программ. По данным исследовательского агентства BCC Research, приоритетными направлениями остаются ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций и сельское хозяйство.

С точки зрения географии, США, Китай и Европа были в тройке лидеров и составили 81 % космических расходов, за ними следуют Япония и Россия. Согласно Morgan Stanley, космос влияет не только на аэрокосмическую и оборонную промышленность, но и на многие другие области, такие как ИТ-оборудование и телекоммуникации. К 2040 г. общие доходы в этом секторе могут вырасти до 1 трл долл. Инвестиции в космическую сферу также значительны. По прогнозам Morgan Stanley, к 2040 г. правительства во всём мире потратят на космос 181 млрд долл.

Использование спутниковых изображений, наряду с наземными и воздушными наблюдениями, практикуется давно. Параллельно с этим развитие таких технологий, как географические информационные системы (ГИС), обработка изображений и PNT, повысило качество анализа изображений для предоставления цифровых услуг с добавленной стоимостью в различных областях применения. Только аналитика добавляет к данным ДЗЗ стоимость в 42 млрд долл. Сектор PNT добавляет очередные 97,4 млрд долл.

Традиционно правительство, промышленность и научные круги использовали данные со спутников для своей работы. Признанные поставщики данных ДЗЗ продавали свои данные как услугу и предоставляли конечным пользователям анализировать данные для извлечения из них полезной информации. Однако эта модель претерпела серьёзные изменения. Многие облачные провайдеры, такие как Amazon, Google и Azure, теперь предоставляют службу шлюза, которая позволяет пользователям получать доступ к данным и аналитике совершенно независимо. Таким образом, вместо того чтобы собирать данные по отдельности из разных источников, предварительно обрабатывать и затем анализировать их с помощью аналитических инструментов, полученных или разработанных собственными силами, конечные пользователи могут получить доступ к тем же данным через платформы типа Skywatch или получить доступ к данным и аналитике в качестве услуги от таких компаний, как Mundi и Cleos.

Работа одиночных КА уходит в прошлое. Основной тенденцией развития ДЗЗ является создание группировок спутников. Это КА, которые идентичны или близки по своим характеристикам, работают согласованно и имеют общее хранилище данных. Мировая тенденция такова, что в течение одного года будет осуществляться полное многократное покрытие сверхвысокого разрешения всего мира. Ведущие операторы космических систем ДЗЗ к этому уже готовы.

Если ещё вчера соотношение потребности в новой съёмке и в архивных данных было 80 % к 20 %, то сегодня 75 % приходится на архив и только 25 % — это заказ новой съёмки, а завтра можно предположить, что новая съёмка не будет заказываться вообще. Заказчик будет уверен, что в течение съёмочного сезона нужная съёмка появится в архиве, что кардинально меняет лицо всей отрасли ДЗЗ.

Ведущие зарубежные операторы спутников ДЗЗ

DigitalGlobe (США) входит в корпорацию Maxar Technologies (Канада) и обладает уникальными возможностями для предоставления широкого набора космических снимков и геоинформационных сервисов, является оператором спутников ДЗЗ сверхвысокого разрешения WorldView-1 (разрешение — 50 см), WorldView-2 (46 см), WorldView-3 (30 см), WorldView-4 (25 см) и GeoEye-1

(41 см). Сейчас компания работает над созданием КА для группировки следующего поколения WorldView Legion. Первый спутник запущен в 2020 г. Перспективная группировка WorldView Legion удвоит производительность космической съёмки DigitalGlobe с разрешением 30 см и получением мультиспектральных снимков начиная с 2020 г.

Planet (США) — один из лидеров по созданию новейшей системы съёмки Земли с использованием малых КА, которые выполняют ежедневную съёмку любого района планеты и обеспечивают доступ к данным для клиентов в течение нескольких часов. Компании принадлежит группировка спутников PlanetScope (более 200 КА, ведущих съёмку с разрешением 3...4 м), SkySat (13 КА, ведущих фотосъёмку с разрешением 80 см и видеосъёмку) и RapidEye (пять КА, разрешение — 5 м). Компания предложила принципиально новый подход к получению пространственных данных: непрерывное выполнение съёмки всей территории Земли большим числом КА, т. е. ежедневный мониторинг. При этом снимки PlanetScope будут индексироваться так же, как Google индексирует данные для поиска в Интернете.

Airbus Defence and Space (Франция—Германия) — оператор оптических спутников высокого и сверхвысокого разрешения SPOT-6,7 и Pleiades-1A,B, радарных спутников нового поколения TerraSAR-X и TanDEM-X, поставщик спутниковых данных, продуктов на их основе (ЦМР, покрытий, результатов мониторинга и пр.). Для продолжения миссии Pleiades планируется запустить несколько оптических спутников. По сравнению с ныне действующими, у них будет значительно улучшены технические характеристики, чтобы соответствовать возрастающим требованиям рынка, обеспечивая решение новых задач для бизнеса и аналитики.

e-GEOS (Италия) — оператор наиболее многофункциональной и интересной на сегодняшний день группировки радарных спутников COSMO-SkyMed 1-4.

UrtheCast (Канада) — оператор спутников Deimos-1,2. В 2015 г. компания объявила о планах по созданию первой в мире смешанной коммерческой группировки ДЗЗ OptiSAR. Группировка будет состоять из восьми пар оптических и радарных спутников. Каждая пара будет вести съёмку синхронно. В дополнение к группировке OptiSAR планировался запуск группировки из восьми спутников UrtheDaily, которые будут вести оптическую съёмку с разрешением 5 м. Спутники будут находиться на полярной орбите, их производительность составит 145 млн км² в день, что позволит осуществлять постоянный глобальный мониторинг природных и техногенных изменений.

21AT (Китай) — оператор коммерческих спутников и поставщик данных. Основные продукты компании — космические снимки различной степени обработки и сервисы на их основе. В октябре 2015 г. 21AT объединилась с другой китайской компанией Beijing Space Eye Innovation Technology Company (BSEI).

ANTRIX (Индия). Компания полностью принадлежит правительству

Индия и является поставщиком данных с индийских спутников ДЗЗ серии Cartosat.

SI Imaging Services (Республика Корея) — оператор серии оптических и радарных спутников KOMPSAT.

Малые КА ДЗЗ

Заметной тенденцией развития ДЗЗ являются активная разработка, запуск и эксплуатация малых КА ДЗЗ. Так, по данным Euroconsult, всего несколько компаний (Planet, BlackSky Global и Satellogic S.A. и др.) запустят более 1400 малых КА к 2025 г. Разработкой и запуском занимаются появившиеся в последние несколько лет компании-стартапы. Развёртывание своих группировок планировалось в 2018—2020 гг. Среди наиболее интересных проектов можно отметить следующие.

Hera Systems (США). Эта компания работает над созданием группировки из 48 спутников ДЗЗ HOPSat, которые будут обеспечивать глобальную фото- и видеосъёмку с разрешением 1 м и выше в режиме времени, близком к реальному.

BlackSky Global (США). В планах компании развёртывание группировки из 60 малых КА для обеспечения оперативной повторной съёмки любого участка земной поверхности в течение нескольких часов.

OmniEarth (США). Группировка будет состоять из 18 спутников, которые способны охватить съёмкой всю поверхность Земли в течение суток.

Sarella Space (США). Компания планирует развернуть группировку из 30 радарных (SAR) малых КА Sarella.

Umbrа (США). Планирует развернуть группировку из 12 радарных (SAR) мини-спутников. Съёмка будет проводиться с разрешением 1 м, практически в режиме реального времени.

Satellogic S.A. (Аргентина). Всего планируется запустить 25 микроспутников CuSat. Главное назначение группировки — фото- и видеосъёмка Земли для коммерческих целей и общественных нужд, практически в режиме реального времени.

Earth-i (Великобритания). Компания планирует развернуть группировку спутников ДЗЗ, которые будут вести цветную фото- и видеосъёмку высокого разрешения.

Iseue (Финляндия). Компания работает над созданием группировки радарных микроспутников из шести или восьми КА.

Российская группировка спутников ДЗЗ

Регулярные запуски космических аппаратов в интересах решения задач народного хозяйства, рационального природопользования и охраны природы начались с 1974 г. На первом этапе использовались КА специального назначения, затем доработанные для народнохозяйственных целей космические комплексы (КК). Первый из таких КК — "Фрам" эксплуатировался с сентября 1975 г. по сентябрь 1985 г. В

1981 г. принят в штатную эксплуатацию космический комплекс "Ресурс-Ф1", в 1988 г. — "Ресурс-Ф2". Позже для целей народного хозяйства стал использоваться и некоторый ресурс съёмки с конверсионных объектов высокого разрешения. С начала 90-х годов в штатной эксплуатации находился КА "Ресурс-Ф3", выполняющий съёмки камерой КФА-3000 с пространственным разрешением 2...3 м. Фотоаппаратура КА этой серии работает в оптическом диапазоне и обеспечивает получение разномасштабной информации на негативных фотоплёнках с пространственным разрешением от 2 до 30 м с околокруговых орбит высотой от 220 до 275 км.

Формирование современной российской орбитальной группировки ДЗЗ началось в июне 2006 г. запуском первого гражданского КА высокого разрешения "Ресурс-ДК1". Продолжением миссии отечественных спутников стали "Ресурс-П" № 1 (2013 г.), "Ресурс-П" № 2 (2014 г.) и "Ресурс-П" № 3 (2016 г.), ведущие съёмку как в панхроматическом (чёрно-белые снимки), так и в мультиспектральном (цветные снимки) режиме.

В настоящее время в составе российской орбитальной группировки космических аппаратов ДЗЗ насчитывается девять космических аппаратов, в том числе:

- три КА "Ресурс-П" с аппаратурой наблюдения разрешением лучше 1 м, широкозахватной мультиспектральной аппаратурой высокого (12 м) и среднего (60 м) разрешения и гиперспектральной аппаратурой (30 м);

- один КА "Канопус-В" со съёмочной аппаратурой с разрешением 2,5 м и спектрозональной камерой с разрешением 12 м;

- один КА "Канопус-В-ИК" со съёмочной аппаратурой с разрешением 2,5 м и спектрозональной камерой с разрешением 12 м. Дополнительно снабжён многоканальным радиометром среднего и дальнего инфракрасных диапазонов (МСУ-ИК-СРМ) для обнаружения очагов пожаров площадью до 5×5 м;

- два КА гидрометеорологического назначения "Метеор-М" № 1 и "Метеор-М" № 2 со съёмочной аппаратурой с разрешением 50...70 м, шириной полосы съёмки 1000 км и глобальным мониторингом территории России в течение двух-трёх суток;

- два КА гидрометеорологического назначения на геостационарной орбите "Электро-Л" с аппаратурой глобального наблюдения Земли каждые 30 мин.

С появлением интеграционного спутникового проекта "Сфера" его начальная конфигурация предполагает запуск 137 КА (132 серийных и пять экспериментальных) группировки IoT "Марафон IoT", шесть КА "Скиф" для системы широкополосного доступа в Интернет, четыре спутника связи "Экспресс-РВ", а также спутники наблюдения Земли. Среди них перспективные аппараты "Беркут-О" (обзорная съёмка, 84 КА), "Беркут-ВД" (съёмка высокого разрешения) и "Беркут-Х" (радиолокационная съёмка, 12 КА).

Наибольшее внимание уделяется радиолокационным космическим аппаратам, работа которых не зависит от наличия облачности. Они особенно полезны там, где требуется круглосуточное всепогодное наблюдение, например в Арктике или на Украине. 27 мая 2023 г. был выведен на орбиту первый радиолокационный спутник "Кондор-ФКА". На данный момент проводятся его испытания.

Как сообщалось в СМИ, за последнее время российская армия значительно улучшила точность ударов по тыловым целям ВСУ. Связано это в том числе и с улучшением качества космической разведки России.

В октябре 2023 г. Роскосмос приступил к созданию группировки "Трифон", которая будет состоять из 136 спутников и войдёт в состав программы "Сфера" после её очередной корректировки. В основе концепции группировки лежит новое осмысление подхода к космическим системам. Это появление единого информационно-космического пространства, состоящего из космической, наземной инфраструктуры и мультиспутниковой информационной платформы, способной обрабатывать петабайты генерируемых из космоса данных, формировать продукты и сервисы, приближённые к условиям реального времени в области ДЗЗ. Группировка "Трифон" будет дополнять группировку сверхвысокоточного мониторинга "Беркут".

Согласно планам ГК Роскосмос, к 2025 г. российская группировка будет включать в себя не менее 20 КА, а с учётом всей "Сферы" их может быть и больше.

Помимо этого, намечается первое государственно-частное партнёрство в космосе. АО "ТЕРА ТЕХ" (входит в холдинг "Российские космические системы" госкорпорации Роскосмос) и ООО "Стилсофт" заключили стратегическое соглашение о сотрудничестве в сфере ДЗЗ. В мае 2024 г. запланирован вывод на орбиту первого частного российского спутника сверхвысокого пространственного разрешения. Аппарат станет первым в группировке из девяти спутников ДЗЗ "Стилсат", разработкой и производством которых занимается компания "Стилсофт". Полное развёртывание группировки планируется к 2027 г. Снимки сверхвысокого разрешения с точностью до 50 см на пиксель аппаратов "Стилсат" позволят удовлетворить потребности государственных и коммерческих организаций в данных с высокой детализацией. Оператором, осуществляющим управление спутниками, приём и первичную обработку спутниковых данных, станет компания "Стилспэйс". Очевидно, это не единственный такой проект.

Собственно, у нас нет времени на раскачку. Всё только начинается...

По материалам gisproxima.ru, cnews.ru, innoter.com, connect-wit.ru, radartutorial.eu, techlibrary.ru, habr.com, ria.ru, comnews.ru, terratech.ru

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

РОССИЯ

АМУРСКАЯ ОБЛ. В январе 2024 г. началось вещание "Радио Искатель" в городе, стоящем на границе с Китаем — Благовещенске, частота вещания — 92,1 МГц (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88079/ (22.02.24)).

БАШКОРТОСТАН. С 8 февраля 2024 г. в Уфе стартовало вещание радио Monte Carlo, частота вещания — 102,5 МГц (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88307/ (22.02.24)).

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. 1 февраля 2024 г. ровно в полночь по московскому времени в Белгороде началось вещание радиостанции "Гордость". Частота вещания — 89,6 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: https://vk.com/radio.tv_31?w=wall-83427404_26854 (22.02.24)).

БРЯНСКАЯ ОБЛ. С 12 февраля 2024 г. в Брянске на частоте 99,5 МГц началось вещание "Радио Искатель" (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88332/ (22.02.24)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. С 1 февраля 2024 г. в Михайловке на частоте 105,3 МГц филиал РТРС Волгоградский ОРТПЦ начал трансляцию радиостанции "Маруся FM". Мощность передатчика — 100 Вт. Вещание ведётся ежедневно, круглосуточно (источник — URL: <https://volgograd.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radiostantsii-marusya-fm-v-mikhaylovke/> (22.02.24)).

ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛ. 1 февраля 2024 г. в Воронеже начало своё круглосуточное вещание "Маруся FM" на частоте 88,3 МГц (источник — URL: https://vk.com/fmtv36?w=wall-24158102_7236 (22.02.24)).

ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ. 17 января 2024 г. состоялся запуск двух радиостанций в Чите. Like FM вещает для читинцев на частоте 90 МГц, а "Детское радио" можно услышать на частоте 100,1 МГц (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/34659> (22.02.24)).

ЗАПОРОЖСКАЯ ОБЛ. В Мелитополе на частоте 95,5 МГц началось вещание "Нового Радио". Мощность передатчика — 500 Вт (источник — URL: https://vk.com/teleradioldnr?w=wall-134632126_46489 (22.02.24)).

Также в Мелитополе на частоте 97,5 МГц началось вещание радиостанции "Автораддио". Мощность передатчика — 500 Вт (источник — URL: https://vk.com/teleradioldnr?w=wall-134632126_46574 (22.02.24)).

КАЛУЖСКАЯ ОБЛ. С января 2024 г. в Калуге произошла смена частоты радиостанции "Ретро FM". Ранее

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

радиостанция вещала на частоте 73,25 МГц, а теперь частота вещания — 93,9 МГц (источник — URL: <https://tele-satinfo.ru/index.php?id=18090> (22.02.24)).

КАРЕЛИЯ. В Сегеже началось вещание "Русского Радио" на частоте 103 МГц (источник — URL: https://vk.com/rusradiosegeza?w=wall-224672053_35%2Fall (22.02.24)).

КОСТРОМСКАЯ ОБЛ. Решением Федеральной конкурсной комиссии Роскомнадзора радио "Комсомольская правда" теперь будет вещать и в Костроме. Уже осенью 2024 г. жители города смогут слушать его программы на частоте 94,3 МГц (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88210/ (22.02.24)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. В Армавире началось вещание "Радио Русь" на частоте 96,1 МГц (источник — URL: https://vk.com/tvfm23?w=wall-206132844_1677 (22.02.24)).

1 февраля 2024 г. радио Monte Carlo начало вещание в Геленджике. Частота вещания — 88,4 МГц (источник — URL: <https://rmg.ru/news/radio-monte-carlo-zavuchalo-v-gelendzhike> (22.02.24)).

КУРСКАЯ ОБЛ. В Курске начато вещание "Детского радио" на частоте 96,5 МГц (источник — URL: https://vk.com/radio.tv_46?w=wall-110042272_3480 (22.02.24)).

ЛИПЕЦКАЯ ОБЛ. С 24 января 2024 г. в Ельце на частоте 102,4 МГц в круглосуточном режиме начато вещание "Топ Радио" (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_22643 (22.02.24)).

МАРИЙ ЭЛ. 15 января 2024 г. в Йошкар-Оле началась круглосуточная трансляция "Детского радио" на частоте 99,7 МГц. Сигнал доступен в радиусе до 20 км от Йошкар-Олы. Трансляцию осуществляет региональный филиал РТРС (источник — URL: <https://tele-satinfo.ru/index.php?id=18086> (22.02.24)).

23 января 2024 г. на частоте 89,2 МГц стартовало вещание радиостанции "ПИ FM" в столице республики Марий Эл (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88128/ (22.02.24)).

МОСКВА И МОСКОВСКАЯ ОБЛ. Новая радиостанция "Гордость" начала вещание в столице в полночь 1 февраля 2024 г., частота вещания — 105 МГц (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88189/ (22.02.24)).

С 6 февраля 2024 г. в г. Клине началось вещание радиостанции Energy. Частота вещания — 89,7 МГц (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/35071> (22.02.24)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. С 1 февраля 2024 г. в Нижнем Новгороде на частоте 97,6 МГц начала своё вещание радиостанция "Гордость". Трансляция осуществляется с башни Нижегород-

ского областного радиотелевизионного передающего центра с мощностью передатчика 1 кВт. Система RDS отсутствует (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88189/ (22.02.24)).

"Радио Шансон" с 1 февраля 2024 г. начало вещание в городе Выксе на частоте 94,4 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/11932.htm> (22.02.24)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. С начала 2024 г. в Перми появилась новая радиостанция "Гордость", частота вещания — 105,6 МГц (источник — URL: https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID_88082/ (22.02.24)).

1 февраля 2024 г. состоялся запуск радиостанции "Юмор FM" в г. Губахе. Вещание осуществляется ежедневно в круглосуточном режиме на частоте 95,6 МГц (источник — URL: <https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/34934> (22.02.24)).

"Радио Привет" зазвучало в Очёре и Верещагино. Частота вещания — 92,4 МГц (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_22718 (22.02.24)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. Арсеньев — новый город вещания Love Radio. Частота вещания — 101,7 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/11862.htm> (22.02.24)).

Вечером 2 февраля 2024 г. стартовало вещание радиостанции "Приморская волна" в посёлке Кировском на частоте 89,2 МГц (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_22709 (22.02.24)).

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. В Санкт-Петербурге запущено вещание радиостанции "Гордость" на частоте 93,3 МГц. Мощность передатчика — 3 кВт, RDS нет (источник — URL: https://vk.com/tvradio47?w=wall-67314840_5183 (22.02.24)).

САХА (ЯКУТИЯ). В Якутске после полутора лет молчания вновь началась трансляция "Лена-Радио". Частота вещания — 106,5 МГц (источник — URL: https://vk.com/vcfm2014?w=wall-62613163_22661 (22.02.24)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АБХАЗИЯ. 7 февраля 2024 г. состоялось значимое событие в жизни "Русского Радио" — радиостанция впервые начала своё вещание в этой стране на частоте 104,3 МГц. Партнёром-вещателем станции в Абхазии стало ООО СФГ-Медиа (источник — URL: <https://rmg.ru/news/russkoe-radio-zavuchalo-v-abhazii> (22.02.24)).

АРГЕНТИНА. О дальнейшей судьбе государственного Radio Nacional президент Аргентины Хавьер Милей объявил в телевизионном интервью. Он заявил, что приватизирует государственное Общественное телевидение (TVP), Национальное радио и службу новостей Telam. "То же самое будет сделано и с Radio Nacional. Всё, что может быть в руках частного сектора, будет в руках частного сектора", — заявил Милей (источник — URL: <https://en.mercopress.com/2023/11/21/no-more-public-radio-tv-and-news-agency-under-milei> (22.02.24)).

АРМЕНИЯ. 24 января 2024 г. комиссия по телевидению и радио Армении решила снять запрет на вещание с компании Тоспа, ретранслирующей радиостанцию Sputnik. По словам главы комиссии Тиграна Акопяна, компания выполнила минимальные требования для возобновления вещания (источник — URL: <https://tele-satinfo.ru/index.php?id=18107> (22.02.24)).

ВАТИКАН. "Радио Ватикана" отметило своё 93-летие. Радио прошло различные этапы эволюции, переходя от традиционных радиоволн к цифровой эпохе и Интернету, где оно трансформировалось в веб-радио и подкасты. Радио продолжает играть решающую роль в качестве системы общественной безопасности во время чрезвычайных ситуаций, предоставляя жизненно важную информацию и поддержку обществу. История "Радио Ватикана" и празднование Всемирного дня радио служат свидетельством силы и значимости этого средства массовой информации в формировании общества и содействии глобальной коммуникации (источник — URL: <https://www.vaticannews.va/en/vatican-city/news/2024-02/happy-93rd-birthday-to-vatican-radio.html> (22.02.24)).

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Отключение длинноволнового передатчика вновь переносится. Контракт между компанией Elexon и Ассоциацией энергетиче-

ских сетей (ENA) о передаче эксплуатационных расходов на службу радиотелекоммуникации (RTS) истекает 31 марта 2024 г. Для решения этой ситуации была создана рабочая группа, которая признала, что все устройства RTS необходимо заменить к концу 2025 г., поскольку БиБиСи больше не может гарантировать эксплуатацию и техническое обслуживание после выше озвученной даты. Таким образом, группа по проблеме признала, что декабрь 2025 г. является абсолютным крайним сроком для замены RTS. Затраты электроэнергетической отрасли, связанные с соглашением об оплате эксплуатационных расходов отключения и содержания инфраструктуры, оцениваются в пять миллионов фунтов стерлингов ежегодно (источник — URL: <https://mediumwave.info/2024/02/14/united-kingdom-409/> (22.02.24)).

ИНДИЯ. Старейшая радиостанция Алаппужа, которая является передающей станцией для ретрансляционной станции Тируванантапурама, находится на грани закрытия из-за устаревшего оборудования. Один из двух её жизненно важных передатчиков вышел из строя. Первоначально радиостанция располагала двумя мощными передатчиками мощностью по 100 кВт каждый, которые успешно передавали программы радиостанции Тируванантапурам слушателям в округах Алаппужа,

Патанамтхитта, Коттаям, Эрнаулам и Идуки. Радиостанция Алаппужа была основана 17 июля 1971 г. и первоначально работала на частоте 580 кГц, но позже, в 1978 г., частота была изменена на 576 кГц (источник — URL: <https://www.onmanorama.com/news/kerala/2024/02/17/alappuzha-radio-station-medium-wave-upgrade-equipment.html> (22.02.24)).

ТУРЦИЯ. С 12 февраля 2024 г. радио Sputnik Turkiye можно будет слушать во всех регионах Турции. Программы Sputnik транслируются в 24 крупнейших городах, начиная от Мраморноморского и Эгейского регионов на западе Турции и заканчивая регионами Восточной, Юго-Восточной Анатолии, с общей аудиторией 60 млн человек. Эфир радио Sputnik Turkiye теперь доступен для слушателей Стамбула, Анкары, Аданы, Анталы, Бурсы, Чанаккале, Диярбакыра, Газиантепа, Хатайя, Измира, Кахраманмараша, Кайсери, Коджазиди, Коньи, Малатья, Манисы, Мардина, Орду, Сакарья, Самсуна, Сиваса, Шанлыурфы, Трабзона и Вана. Агентство Sputnik работает в Турции с 2014 г. Многофункциональные редакционные центры находятся в Стамбуле и Анкаре (источник — URL: <https://россиясегодня.рф/20240212/602731.html> (22.02.24)).

Хорошего приёма и 73!



Свойства систем звукопередачи

Беседы базируются на свойствах слуха, определяемых исходя из внешних параметров всей цепи рецептор—мозг, с учётом регулирующей инерционной обратной связи мозг—рецепторы, причём устанавливающиеся параметры восприятия человеком внешних воздействий всегда сравниваются со стереотипами восприятия тех или иных воздействий, заложенных и постоянно корректируемых внешними воздействиями всех видов (звук, видео, тактильные, запахи).

С учётом этого постулата становятся ясны многофункциональность всех воздействий на потребителя внешних факторов и многозначность допустимости изменения всех параметров систем звукопередачи, сложность нормирова-

ния всех параметров систем звукопередачи.

В классических курсах электроакустики и звукового вещания свойства систем звукопередачи должны основываться на параметрах сигнала, их искажениях и восприятии последних. Исходя из них, должна создаваться система звукопередачи. К сожалению, история звукового вещания и телевидения развивалась по-другому.

Первоначально совершенствовались все средства передачи звуковой картины и повышалось качество звука у слушателя, а лишь затем производились исследования причин заметности повышения качества и нормирование основных показателей качества элементов и всего тракта в целом.

Нормирование начинается с момента, когда начинает осуществляться звукопередача достаточно высокого качества. Точно описать это свойство невозможно, поскольку качество определяется субъективно каждым слушателем, для каждого материала (музыка, речь,

пение), каждого исполнения на различных инструментах и т. д. Восприятие качества изменяется с совершенствованием оборудования и просто со временем.

Первый период развития вещания (1920—1935 гг.) был направлен на решение основных проблем: расширение зоны приёма информации, обеспечение разборчивости речи и узнаваемости различных музыкальных инструментов. Совершенствовались громкоговорители и микрофоны. Осуществлялись поиски места для микрофона при записи, и музыканты приравнивались к исполнению, отвечающему предполагаемому звуковоспроизведению в комнате, — зарождалось понимание принципов первичной обработки сигнала.

К сороковым годам прошлого столетия в передовых странах Европы и Нового Света, включая СССР, были построены радиодомы и создана аппаратура головного тракта, уже позволяющая проводить практически современный слуховой контроль. Совершенствовались и аппаратура звукозаписи: механическая — на лаковой диске, с воспроизведением непосредственно с него (он выдерживал до 10—15 циклов воспроизведения), и магнитная запись на ленту с подмагничиванием постоянным током (головка воспроизведения требовала размагничивания после каждой фонограммы, она выдерживала несколько десятков циклов воспроизведения). Поставлялось слышать несколько фонограмм классической музыки, пришедших в 1947 г. из Берлинского

Продолжение.

Начало см. в "Радио", 2024, № 3

радиодом (на слух полоса — не уже 7...8 кГц, шумы — лучше 40...46 дБ).

Магнитная запись на движущийся носитель началась с записи на проводе, затем на бумаге с ферромагнитным слоем ("говорящая бумага") и, наконец, на ленте, а с 1938 г. появилась магнитная запись с высокочастотным подмагничиванием. Легенда гласит, что самовозбудился усилитель записи одного из магнитофонов — значительно уменьшились шумы и спрямилась АЧХ, что подтолкнуло научные исследования, разработку специальных лент, головок, лентопротяжных механизмов. Одним словом, превратило студийные магнитофоны за 50 лет в профессиональное чудо, обеспечивающее безукоризненную запись и воспроизведение звуковой информации с монтажом, который стал главным принципом создания звукового ряда в звуковом и телевизионном вещании.

В начале XXI века произошёл закат записи на движущийся носитель, осуществился переход во всём мире на статические носители. В Москве из звуковых технологических комплексов ликвидировано более 1000 магнитофонов, но уже появляются сведения об их будущем развитии для многоканальных первичных записей вследствие их высоких параметров: линейные АЧХ и ФЧХ до 100 кГц и шумы менее -78 дБ. Такие показатели достигаются применением современных лент и значительным повышением частоты тока подмагничивания.

Заметно выросшее качество систем доставки звуковых сигналов к слушателю после окончания Великой Отечественной войны потребовало повсеместного развития нормирования параметров систем звукового вещания и расширения знаний о требуемых параметрах системы звукопередачи. Выросло число работ по психофизиологии, и потребовалась разработка оборудования доведения звуковой информации до слушателя.

Именно в пятидесятые годы в СССР, поскольку в стране находились самые протяжённые сети подачи программ централизованного звукового вещания, под руководством И. Е. Горона начались работы по научному нормированию комплекса показателей качества систем передачи звуковых сигналов.

Исаак Евсеевич Горон всю жизнь посвятил разработке основных принципов построения больших радиовещательных систем, всех их элементов и сооружений. Он проектировал, строил и руководил московским Домом звукозаписи (ДЗЗ, впоследствии ГДРЗ), основал и руководил лабораторией звукозаписи, превратившейся во всемирно известный Всесоюзный научно-исследовательский институт звукозаписи (ВНАИЗ). В 1932 г. он основал Кафедру электроакустики и радиовещания в Московском электротехническом институте связи (МЭИС) и руководил ею до семидесяти годов.

В. А. Нюренберг занимался радиовещанием с 15 лет: работал на звукопередвижке, которая представляла собой двуколку с граммофоном, усилителем, громкоговорителем, позже с радиоприёмником и аккумуляторами, привод —

одна лошадь; проводил первые трансляции из Большого театра (вместе с Б. П. Терентьевым). Борис Петрович начал строить передатчики, а Владимир Аркадьевич разрабатывал устройства для проводного вещания ("трамвайный усилитель" с анодным питанием от трамвайного троллея), затем работал в должности главного инженера Московского радиоузла (впоследствии МРВД — практически все московские и подмосковные передающие и приёмные радиостанции) и руководил проектированием слаботочной части Дворца Советов, массовым оповещением, МРС и разрабатывал авторегуляторы уровня и системы контроля различных трактов. Он также работал на кафедре в МЭИСе, ему принадлежит первый учебник по технике радиовещания (1938 г.).

Мне очень повезло в том, что моими учителями были учёные, имевшие огромный практический опыт. До сих пор помню: "Не люблю, как скрипят пентоды в выходных каскадах", — И. Е. Горон или "Только послушайте, совсем незаметны срабатывания сторожевых ограничителей", — В. А. Нюренберг. При первом посещении любых объектов вещания или связи после упоминания фамилий моих учителей мне были готовы помогать все абсолютно бескорыстно.

Не устаю повторять усвоенное в процессе обучения ими правило слушать все сигналы во всех точках и измеряемых режимах. Например, только прослушивание выходных сигналов при снятии АЧХ сквозного канала магнитофона уберёжет от ошибок при появлении сигналов разностных частот — высокочастотного подмагничивания и гармоник самого сигнала.

Самое главное в работе по заметности искажений было чёткое деление всего канала, от микрофонного входа до слушателя, на тракт формирования сигнала (радиодом, включая центральную аппаратную (АЦ), на выходе которой полностью формируется каждая программа, и соединительная линия (СЛ) к тракту первичного распределения), на тракт первичного распределения — коммутационно-распределительная аппаратная (КРА) и СЛ к передатчикам, городской радиотрансляционной сети (ГРТС) и междугородным каналам звукового вещания (МКЗВ) (кабельные, радиорелейные) до аналогичных КРА в других городах, на тракт вторичного распределения (радиопередатчики до выхода к антенне, ГРТС, включая абонентскую розетку (АР)).

Современные структурные схемы дополнены спутниковыми каналами, включая непосредственное звуковое вещание в составе телевизионных мультиплексов, и волоконно-оптическими линиями связи. К сожалению, в тракт не включены микрофоны, все акустические параметры студий и музыкальных инструментов и акустические параметры радиоприёмников и приёмников проводного вещания. Добавлены нормы на каналы стереофонических систем.

Первые попытки по стандартизации параметров сигналов звукового вещания были предприняты в 1974 г. в работах лаборатории звукового вещания

МЭИС — "Сигналы передач внутрисоюзного и внешнего вещания, подаваемые в междугородные каналы звукового вещания" (ГОСТ 22260-76).

Допустимые искажения

Для определения значений допустимых искажений необходимо задаться процентом их заметности в основных точках трактов и поделить полученные значения допусков для нормирования каждого элемента тракта, учитывая законы сложения искажений в каждом элементе тракта с учётом их последовательного включения.

Классическая методика определения заметности искажений заключается в определении заметности разницы звучания отрывков длительностью пятнадцать-двадцать секунд, воспроизводимых с входа и выхода устройства, вносящего исследуемые искажения заданного значения. При переключении звукового канала переключается транспарант (А или Б), и каждый эксперт, если слышит, отмечает разницу звучаний знаком "+" в своём бланке. Такая простейшая операция неоднократно повторяется на различных музыкальных, речевых и смешанных отрывках группами различных экспертов (рабочие и колхозники, инженеры и музыканты, старики и дети), число которых превышает 100—200 человек, группами по 20—25 экспертов.

Для контроля достоверности исследований закладываются проверочные точки, в которых воспроизводится один и тот же отрывок при переключении транспаранта, 15 % ошибок квалифицируются как "совершенно незаметно".

Опыт проведения таких экспертиз выявляет много побочных явлений, искажающих получаемые значения, — не совсем правильные акустические условия помещения прослушивания; недостаточно высокое качество оборудования; не очень представительная выборка материала и качество их первичной обработки при записи; сложность нарезки отрывков из известных материалов (малозвестные, нейнтересные отрывки можно нарезать хоть по отдельным нотам).

Самая главная методическая ошибка состоит в том, что при проведении экспертизы, кроме заметности искажений, задействована музыкальная память эксперта на промежутки времени между предъявлениями отрывков. Устранить промежутки нельзя — эксперт всегда услышит разницу между концом и началом отрывка. Музыкальная память у всех экспертов различна, даже при прослушивании речевых отрывков, именно из-за неё приходится набирать тысячи экспертопоказаний для получения достоверных значений.

Гораздо правильнее проводить включение искажений самим экспертом несколько раз при прослушивании естественно завершаемых трёх-пятиминутных отрывков (музыкальная пьеса, песня). Если каждый эксперт самостоятельно находит значение порога заметности (меняя величину искажения на модели испытываемого объекта), применяя критерий Колмогорова при вычислении

усреднённого по экспертам значения искажений, можно значительно (до 5...8) уменьшить число экспертов при некотором увеличении суммарного времени экспертизы.

Указанный метод особенно удобно применять с "профессиональными" экспертами: музыкантами, актёрами, звукорежиссёрами, звукоинженерами, обладающими определёнными знаниями, тренированной памятью, слухом, связанными с исполнением и прослушиванием различных музыкальных, речевых и смешанных произведений. Особенно показательны экспертизы на заметность искажений при отличии скоростей записи и воспроизведения или сдвига спектра при различных преобразованиях.

Классификация качества звучания

Схема классификации качества звучания показана на рис. 7, приведённом в ГОСТе 11515-65.

Такая классификация заметности искажений правильна только для гипотетического, никогда не существовавшего сигнала "естественного" звука. Вспомним, что "естественный" звук изменяется при появлении слушателей (меняются акустические свойства помещения, в первую очередь, время реверберации), а самое главное, восприятие любого звучания изменяется при переносе его в другое помещение, изменяется кажущееся расположение исполнителей (азимутальная и глубинная стереофония) даже от несоответствия зрительного восприятия в комнате прослушивания восприятию помещения, в котором происходит первичное действие.

Заметность любых изменений сигнала, в том числе его искажений, зависит от обработки сигнала различными способами, отсюда следуют два вывода: какие изменения сигнала нужно считать искажениями и важна заметность искажений, вносимых последующим звеньями тракта связи по сравнению с выходом предыдущего.

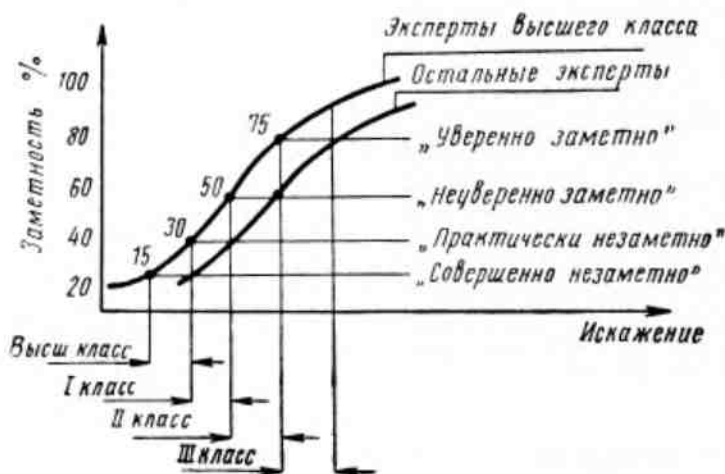
Такие выводы уточняют методики нормирования параметров отдельных звеньев трактов, одновременно упрощая и усложняя экспертизы. Особенно важны эти выводы для нормирования оконечной аппаратуры у слушателя, для её разработчиков и радиолюбителей. При настройке и контроле такой аппаратуры необходимо пользоваться звуковыми сигналами, подвергнутыми соответствующей первичной и канальной обработке и модуляции (АМ, ЧМ, цифровые методы).

Искажения — изменения сигнала, заметные на слух. Такое заключение неверно даже при добавлении уточнения — вредные, поскольку иногда искажения одних параметров вводят специально для улучшения других. Например, два моих любимых профессора, далёких от вещания, хотели ввести перемодуляцию на 6 дБ, добиваясь повышения КПД мощных выходных каскадов: "Очень заметные нелинейные искажения", — "Послушайте, поднимаются верхние частоты", — "С возраст-

том АЧХ слуха искажается, вы слышите гармоники". В дешёвых китайских радиоприёмниках в выходных каскадах подмешивались тональные сигналы с частотами 50, 100 и 150 Гц, суммируясь со звуковым сигналом, создавалась иллюзия их подъёма, хотя акустическая система (в основном маленькая динамическая головка) воспроизводила их с большим завалом.

ные журналы пестрили восторженными результатами прослушиваний. Позже появился немецкий стандарт DIN 45500, и профессионалы-вещатели обнаружили, что этот стандарт соответствовал отечественному ГОСТу 11515 на каналы и тракты первого класса, т. е. соответствовал показателям первых каналов радиотрансляционных сетей в любой точке СССР.

Схема классификации качества звучания



Заметность — отношение (выраженное в %) числа экспертов, заметивших данное искажение, к общему числу экспертов.

Рис. 7

Известны расчётные варианты определения допустимых искажений. Зная распределения мгновенных значений сигнала и имея аналитические описания амплитудных характеристик канала связи, можно вычислить статистические распределения продуктов нелинейности каналов, но неизвестна их заметность, которая определяется распределениями громкости отрывков, влиянием маскировки основным сигналом, его спектром и т. д. Для правильного учёта всех свойств слуха и сигнала надо провести ещё более трудоемкие субъективно-статистические экспертизы, поэтому отношение к расчётам заметности различных искажений сигналов в каналах весьма скептическое.

В 1930—1940 гг. старались разрабатывать акустические системы с "приятным" звучанием, изменяя АЧХ системы, вводя большие подъёмы резонансными контурами на 70...150 Гц и 4...7 кГц. В наиболее дорогих моделях регулировка АЧХ производилась коммутацией громкоговорителей с соответствующими резонансными частотами. Тогда же пришли к выводу, что произведения значений верхних и нижних частот должны соответствовать числам в интервале 40000...80000. Рекомендовалось при отсутствии низкочастотных громкоговорителей ограничивать сигналы с верхними воспроизводимыми частотами.

В 1950—1960 гг. появилось течение Hi-Fi (High Fidelity — высокая верность) — звук должен был приближаться по восприятию к реальным звучаниям. Запад-

В Москве мы проверяли показатели каналов от входа сети (Центральная станция проводного вещания ЦСПВ) на улице Горького до радиоточки в подвале лабораторного корпуса МЭИС на Авиамоторной улице, д. 8а. Частотная характеристика каналов простиралась от 50 до 14000 Гц, вместо положенных 10000 Гц. Оказываются, нормам Hi-Fi соответствовала сеть МГРС — наше "кухонное радио".

В 1980—1990 гг. стал широко применяться термин Hi-End (для себя я перевёл этот термин: "выше не прыгнешь"). На выставках и на рынках стали появляться различные элементы тракта звукового вещания со значительным превышением нормированных стандартов показателей для аналоговых устройств.

Вместо АЧХ в диапазоне 30...16000 Гц — диапазон 20...200000 Гц; вместо K_v меньше 1,5 % — 0,005 % (для усилителей); $N_{ш}$ = 65 дБ — на 14...20 дБ меньше. Можно рассматривать более подробно и другие измеряемые показатели качества.

Сравнительные прослушивания могут показать улучшение качества звучания, а иногда не показывают.

Акустический центр МТУСИ под руководством Д. Г. Свободы ежегодно проводит выставки "Российский Hi-End", на которые заранее отбираются самые показательные по качеству звучания, выполненные по новым техническим и теоретическим решениям образцы мелкосерийного производства или единичные. Особенно интересны проводимые

прослушивания в специальном помещении с пояснениями автора и обменом мнениями слушателей. Хорошо дополняют такие "праздники радиолюбителей и меломанов" возможности закупить элементную базу (радиолампы, транзисторы, кабели).

Обычно радиолюбители непрерывно совершенствуют своё детище. Например, в 1962 г. удалось сделать усилитель с АЧХ от 10 до 200000 Гц по уровню -20 дБ (на малых уровнях измерительного сигнала), и после первых прослушиваний пришлось уменьшить ёмкость разделительных межкаскадных конденсаторов для увеличения нижней частоты (на прямых трансляциях громыхали шаг по сцене).

Усилитель был собран на радиолампах 6П14П по двухтактной схеме в режиме АВ и развивал мощность 11,5 Вт, причём основное внимание было обращено на изготовление выходных трансформаторов, обеспечивающих снижение максимальной мощности сигнала на частоте 20000 Гц по сравнению с сигналом на средних частотах не более 0,4 Вт. Выходная обмотка состояла из семи параллельно включённых обмоток в один слой, а первичная — из восьми последовательно включённых двухслойных обмоток, намотанных для ёмкостного симметрирования навстречу для противоположных плеч.

Для максимального заполнения окна магнитопроводов была применена бескаркасная катушка трансформаторов с пропиткой бакелитовым лаком. Усилитель проработал 26 лет и вышел из строя вследствие обрыва первичной обмотки трансформатора. К сожалению, восстановление трансформатор не подлежал из-за потери технологии бескаркасной катушки.

Попытка ультралинейного включения к уменьшению общего K , $< 0,5$ % не привела. Во время эксплуатации имеющиеся регуляторы тембра были использованы только в режиме установочных для коррекции АЧХ акустических систем.

В состав усилителя входит простейший гониометр на осциллографической трубке 5ЛО, отклоняющие пластины которой соединены с анодами выходных ламп через регулировочные делители напряжений, что оказалось очень удобным при юстировке головок в стереомагнитофонах и электрофонах.

Расширение диапазона верхних частот оказалось полезным, но не по незаметным изменениям высокочастотных составляющих сигнала, а по линеаризации ФЧХ, которая допустила введение отрицательной обратной связи до 40...43 дБ, значительно уменьшив K , и выходное сопротивление усилителя.

Звучание оказалось неестественно резким на некоторых пиках громкости. Этот дефект был исправлен подключением усилителя к акустическим системам через резистор сопротивлением 1 Ом. Теперь понимаю, что этот резистор согласовал выходное сопротивление усилителя с сопротивлением акустической системы, устранив возможные резонансные явления, приводящие к перегрузке выходных каскадов при выравнивании АЧХ обратной связью.

Выходные трансформаторы, согласующие высокое выходное сопротивление лампового каскада в несколько килоом с низким входным сопротивлением динамического громкоговорителя, которое не превышает 20 Ом, сложны в производстве и заставляли конструкторов уменьшить выходное сопротивление каскада, применяя каскады с общим анодом, специальные лампы и их параллельное включение до десяти в каждом плече.

"Транзисторный звук"

Элементная база развивалась, появились биполярные, а затем полевые транзисторы, позволяющие отказаться от выходного трансформатора в мощном каскаде, доведя K , до 0,005 %. Прослушивания таких усилителей показали наличие искажений и привели к понятию "транзисторный звук", замечаемый многими экспертами. Необъяснимая заметность мизерных искажений привела к подробному изучению спектрального состава продуктов искажений, хотя они должны полностью маскироваться основными тонами.

Считаю, что основная причина появления "транзисторного звучания" в главной специфике полупроводникового перехода — заметная зависимость вольтамперных характеристик перехода от мгновенной температуры перехода, определяемой токами сигнала.

Такое же явление присутствует и в радиолампах — саморазогрев катода анодным током, особенно в мощных каскадах. Катоде радиоламп для повышения КПД покрывают оксидами — полупроводниками, но саморазогрев менее заметен, чем в транзисторах, из-за значительно большей постоянной температуры катода. Необходимо отметить, что подобные искажения менее заметны в усилителях на первых радиолампах, катоде которых не оксидировались и работали на ещё более высоких температурах, чем оксидированные катоде.

Возникающая заметная нелинейность при быстром изменении характеристик перехода в процессе атаки звукового сигнала не компенсируется из-за временной задержки в цепи ООС.

При замене вышедшего из строя лампового усилителя были прослушаны сороковаттные усилители Technics, Denon, Marantz и "Корвет" с выходной мощностью 200 Вт. Звучание последнего больше всего приближалось к привычному ламповому. В каждом плече выходного каскада включены параллельно через токовыравнивающие цепочки по десять транзисторов. Тепловое сопротивление от каждого транзистора к теплоотводу меньше, что уменьшает броски температуры переходов и, следовательно, нелинейные искажения.

Необходимо расширить измерения значений посторонних появляющихся на короткое время продуктов взаимодействия сигналов со структурой измеряемого элемента, дополнив измерения на стационарном сигнале статистической измерений длительностью в тысячи раз короче интервала стационарности данного отрывка. Измерительный сиг-

нал должен состоять из отрывков синусоидальных сигналов различных частот, уровней и их последовательных и параллельных сочетаний со статистическими параметрами, эквивалентными аналогичным параметрам реальных сигналов. До настоящего времени ни реальных распределений, ни моделирующих их измерительных сигналов нет.

"С-искажения"

Аналогичным должен быть подход к нормированию и измерениям других электроакустических показателей каналов и трактов, приводящих к появлению добавочных продуктов взаимодействия.

После 1946 г. местное радиовещание начало применять УКВ ЧМ, обеспечивавшее прекрасные показатели качества по АЧХ до 16 кГц, K , < 1 % и $N_{ш}$ < -60 дБ. Для получения такого шума была заложена частотная коррекция в тракте — подъём на частоте 16 кГц на 18 дБ на входе модулятора ЧМ и соответствующий завал после ЧМ-детектора в приёмнике. При такой коррекции повышалась шумозащита всего канала, но в тракте модулятора появлялось амплитудное ограничение составляющих сигнала в полосе 6...8 кГц (достаточный уровень звуковых составляющих в этой полосе частот), приводящих к появлению разностных тонов в районе средних частот (1000 Гц). Радиослушатели назвали эти шумы "хырчанием". Принятое название — "с-искажения", по названию звуков речи "с", "з", "ц" и "ч". Контрольная фраза, на которой они обнаруживаются: "Маленькая курочка, ты ошиблась улочкой. Это детский сад, но не для цыплят", несколько меньше такие искажения слышны на оркестровой музыке.

Внимательное изучение трактов показывает, что искажения могут возникать во всех звеньях, где существуют спады каких-то частотных составляющих спектра с последующим выравниванием АЧХ коррекцией или ООС, приводящим к заходу пиковых значений сигнала в нелинейную область амплитудной характеристики этих звеньев тракта. Очень заметны "с-искажения" при передаче аллодисментов в больших залах. Вместо лёгких, прозрачных, воздушных звуков мы слышим какие-то дождевые шлепки.

Негласно, ещё в тридцатые годы, было задано правило о запрете положительных выбросов в АЧХ, приводящих к появлениям коротких всплесков продуктов нелинейных искажений. В первых инструкциях по настройке магнитофонов немецкого радио запрещалось поднимать более двух децибел токи записи на верхних частотах.

Ещё в 60-е годы прошлого века главный акустик ГДРЗ С. Т. Тер-Осипянец сказал, что заметность частотных искажений практически мала, но они, в совокупности с другими видами искажений, порождают множество иных, особо заметных, искажений и помех. Сурен Тедесович особо хорошо слышал и понимал причины искажений, вносимых различными элементами громкоговорителей, и умел их исправлять.

Причина незначительной заметности искажений, именно формы спектра звучаний фрагментов, — в большой зависимости от их уровня. Вспомним кривые равной громкости. Неравномерность АЧХ равной слышимости тихих звуков достигает 40 дБ, и добавляемые 1 дБ и даже 3 дБ незаметны, при повышении громкости АЧХ слуха выравнивается, вырастает заметность искажений АЧХ тракта, но среднестатистическое значение достижений максимального уровня сигнала падает до нескольких процентов времени и зависит от конкретных произведений, условий прослушивания и, главное, самих слушателей.

Фазовые искажения

Когда-то считали, ссылаясь на Г. Гельмгольца, что фазовые искажения не слышны. Ссылка на классика не верна, поскольку экспертиза на заметность фазовых искажений в XIX веке проводилась на тональном сигнале, а реальные звуковые сигналы содержат много тонов, и их суперпозиция, проходя цепи с нелинейной ФЧХ, меняет свою форму и даже громкость.

Впервые я это обнаружил во Владивостоке, слушая в 6 ч утра московскую полночную передачу квартета "Аккорд", исполнившего песни на разных языках, — языки не опознавались. Оказалось, что упала разборчивость и на русском языке, хотя московская передача приходила во Владивосток по МКЗВ первого класса (АЧХ — от 50 до 10000 Гц, $N_{ш} < 60$ дБ и $K_v < 1,5$ %).

Аналогичное явление обнаружилось в Пензе при значительно меньшей протяжённости МКЗВ. Оказалось, что фазовые характеристики МКЗВ искажались из-за последовательного включения двух трансформаторов в пунктах ответвления каналов в промежуточных городах. Было исправлено правильным прямым включением сквозного канала.

Моделирование в лаборатории МЭИС показало заметное искажение звучания некоторых инструментов: балалайка начинала звучать как гавайская гитара. Подобные искажения особенно заметны на атаках звука.

В 70-е годы прошлого века в НИКФИ оказался высококачественный комплект фирмы KEF, который отлично звучал при применении соединительного кабеля с акустическими системами, состоящего из двух параллельно соединённых коаксиальных кабелей с сопротивлением 16 Ом ($R_{вх\ AC} = 8$ Ом). Причина непонятна — никакие волновые явления на звуковых частотах в пятиметровых отрезках линий невозможны.

Все слышаны о специальных проходах сложной конфигурации с определённой фазовой характеристикой, причём слышимые искажения появляются с транзисторными усилителями с очень глубокой ООС. Считаю, что эти искажения возникают из-за потерянного правила выравнивания комплексного входного сопротивления АС с соединительными проводами (подключение РС-цепи параллельно выходу усилителя). Без такого выравнивания глубокая обратная связь приводит к большим отклонениям

ФЧХ именно усилителя в петле ООС в расширенной полосе частот (значительно шире полосы звуковых частот), что сопровождается выходом на нелинейные участки амплитудной характеристики для ультразвуковых частот и соответственно появлению сигналов с их разностями, особенно на атаках звука.

Это — своеобразный вывод о разумности применения глубоких обратных связей многокаскадных устройств и преимущественно менее глубоких связей в каждом отдельном каскаде или, что более правильно, линейризация амплитудных характеристик каскадов правильным выбором рабочей точки и более стабильный нагрев катода или перехода. Возможно, эти явления являются причиной предпочтительности звучания однотактных каскадов в режиме А по сравнению с двухтактными в режиме АВ, хотя требуется больший расход электроэнергии и соответственно возникает перегрев элементов устройств.

Цифровизация

В шестидесятые годы прошлого века в ЦНИИСе ходил шуточный лозунг: "Всё в землю ляжет, всё в цифре будет". Лозунг исполнился и, как всё новое, особенно вторая часть, принёс новые вопросы и затруднения. Связисты понимают, что обработка сигналов в цифровом виде безусловно упрощает все процессы, но значительно расширяет спектр передаваемого сигнала, требует более дорогих каналов связи, а приспособление реальных каналов приводит к значительным искажениям сигнала, пока недостаточно изученным.

Основной причиной неприятностей является неправильное толкование теоремы отсчётов В. А. Котельникова: "Для полного восстановления сигнала достаточно выбрать частоту отсчётов выше удвоенной верхней частоты спектра сигнала". Теорема верна только для непрерывных сигналов с ограниченным спектром. Учитывая эти оговорки, становится ясным, что для реальных сигналов полное восстановление невозможно, всегда появится ошибка, зависящая от статистических параметров сигнала. Для звуковых сигналов значения ошибки (шумы, помехи), т. е. искажения, достигают нескольких процентов ($N_{ш} > -34$ дБ), что заметно. Для уменьшения заметности шумов приходится увеличивать частоту отсчётов и число уровней квантования.

В настоящее время эксперименты в головном тракте показывают необходимость для устранения заметности "цифровизации" звеньев тракта частоту квантования $F_{кв} = 256$ кГц при 25-разрядном кодировании. Первые цифровые МКЗВ имели частоту квантования 32 кГц, CD — 44,1 кГц, частота квантования в цифровом оборудовании — 48 кГц и 96 кГц, а кодирование начиналось с 12 разрядов.

Для всех экспертиз особенно важно обращать внимание на выбор звукового материала. Звучания некоторых музыкальных инструментов, особенно фагота, полностью имитируют нелинейные

искажения для квалифицированных экспертов. Отсюда следует обязательность отбора материала для позывных и иных регулярно появляющихся объявлений, передач, которые наиболее запоминаются слушателем, зрителем.

Интересно отметить, что частота тока высокочастотного подмагничивания в современных профессиональных магнитофонах (запись производится в момент спада намагничённости при прохождении ленты над ребром затора записывающей головки) 600...700 кГц соответствует "теореме отсчётов", уменьшает шумы ленты, хотя чётко это значение не задаётся.

Аналогично надо выбирать частоту следования импульсов в усилителях, работающих в режиме D, что значительно повышает требуемые высшие частоты усиления выходных транзисторов или приводит к повышению уровня шумов и специфическим искажениям, вызываемым искажениями импульсов из-за кратковременных прогревов переходов транзисторов при передаче фронтов импульсов.

Необходимо помнить, что любой вид модуляции, особенно цифровые методы, принципиально расширяет спектр передаваемых сигналов, а непрерывно совершенствующиеся методы устранения кажущейся избыточности являются искажениями сигнала, привычка к их существованию портит слух и восприятие информации, её анализ целым поколением.

К сожалению, практически все достижения науки и бытовой техники направлены не на развитие основных свойств человека — восприятие и обработку информации, а на упрощение, удешевление этих процессов без обоснования их безопасности, тем самым способствуя огрублению органов восприятия, оглуплению и распаду личности.

(Продолжение следует)

ПОДСЛУШАВШИЕ РЕЦЕНЗИИ

Разработка программ для микроконтроллеров STM32, ATmega и других на заказ:

Сбор данных, передача на сервер, управление, свет, звук, CAN и LIN, генерация сигналов, измерения и т. д.

E-mail: micro51@mail.ru
т. +7-912-619-5167

* * *

Пылливый ум, умелые руки, нужные радиодетали — и нет больше скуки!

www.radiodetali.perm.ru

Тел: 8-800-201-75-54

Усовершенствованный УМЗЧ на основе двух LM4780ТА в мостовом включении

А. КУЗЬМИНОВ, г. Москва

Тонкомпенсированный регулятор громкости (ТКРГ) с НЧ-коррекцией. Прежде чем приступить к описанию ТКРГ, сделаем некоторое отступление относительно типа переменного резистора (или его характеристики), применяемого в регуляторах громкости. Часто можно встретить утверждение, что в регуляторе громкости обычно используют переменный резистор с логарифмической характеристикой. Однако это не совсем так, а точнее, совсем не так.

Пусть имеется показательная функция $y = 2^x$. Если прологарифмировать обе части этого равенства по основанию 2, получим $\log_2 y = x$. Поменяв местами в этом выражении y и x (именно так по определению строится обратная функция), получим $y = \log_2 x$. Таким образом, показательная функция $y = 2^x$ является обратной по отношению к логарифмической функции $y = \log_2 x$, поэтому показательную функцию часто называют обратнологарифмической. Обе эти функции симметричны относительно прямой $y = x$. Если сдвинуть показательную функцию вниз на единицу так, чтобы при нулевом значении x значение y также принимало нулевое значение, получим функцию $y = 2^x - 1$ ($y = 2^0 - 1 = 0$). Сдвинув логарифмическую функцию влево на 1, получим функцию $y = \log_2(x+1)$, которая также проходит через начало координат.

Как известно, чувствительность восприятия звука человеческим ухом существенно зависит от самой громкости. При малых уровнях незначительное изменение громкости приводит к существенному изменению восприятия, а при больших уровнях — к незначительному. Другими словами, при больших уровнях громкости два звука, существенно отличающихся между собой по громкости, воспринимаются почти одинаково, а при малых уровнях громкости два звука, незначительно отличающихся между собой по громкости, воспринимаются как существенно разные по громкости. Таким образом, если по горизонтали

(по оси x) отложить уровень громкости, а по вертикали (по оси y) отложить чувствительность восприятия громкости, такая функция будет напоминать логарифмическую функцию, что-то типа $y = \log_2(x+1)$.

Для того чтобы регулировать громкость наиболее плавно с помощью переменного резистора, его характеристика должна быть обратной по отношению к логарифмической, т. е. показательной или обратнологарифмической,

называемые кривые равной громкости (Флетчера-Мэнсона, Робинсона-Дадсона, ГОСТ Р ИСО 226-2009), которые показывают, какое звуковое давление необходимо создать, чтобы различные частоты воспринимались человеком как одинаково громкие (рис. 24). Из анализа этих кривых следует, что при уменьшении громкости, т. е. при повороте движка переменного резистора, регулирующего громкость, в обратную сторону, уменьшение громкости по раз-

Рис. 23



имеющей вид, похожий на $y = 2^x - 1$. Другими словами, зависимость сопротивления переменного резистора от положения движка x должна быть показательной или обратнологарифмической.

Резисторы с такой характеристикой выпускаются промышленностью и имеют зарубежную маркировку латинской буквой "A". Например, переменный резистор сопротивлением 10 кОм маркируют как "A10K" (рис. 23). Резисторы с линейной характеристикой ($y = x$) маркируют латинской буквой "B". Резисторы с такой характеристикой также используются (см. далее).

Помимо логарифмической зависимости чувствительности восприятия звука человеческим ухом от громкости, чувствительность существенно образом также зависит от частоты звука. При одинаковом уровне громкости низкие и высокие частоты воспринимаются существенно хуже, чем средние. В связи с этим разработаны специальные так

ним частотам должно быть неравномерным, а именно: уменьшение громкости средних частот должно быть более интенсивным по сравнению с интенсивностью уменьшения громкости низких и высоких частот. При этом, как можно заметить из кривых, аппроксимирующих линии равной громкости, минимум таких кривых находится приблизительно на уровне частоты 1,5 кГц.

Регуляторы громкости, изменяющие громкость подобным образом, получили название тонкомпенсированных регуляторов громкости (ТКРГ). Существует масса схем таких ТКРГ, однако все они, по мнению автора, либо очень сложны, либо используют переменные резисторы с отводами. Кроме того, часто можно встретить ТКРГ с активными компонентами (ОУ, транзисторы и т. п.), которые вносят существенные искажения либо добавляют дополнительный шум. Другими словами, ТКРГ должен быть строго пассивным и достаточно простым.

Окончание.

Начало см. в "Радио", 2024, № 3

Уровень звукового давления, дБ

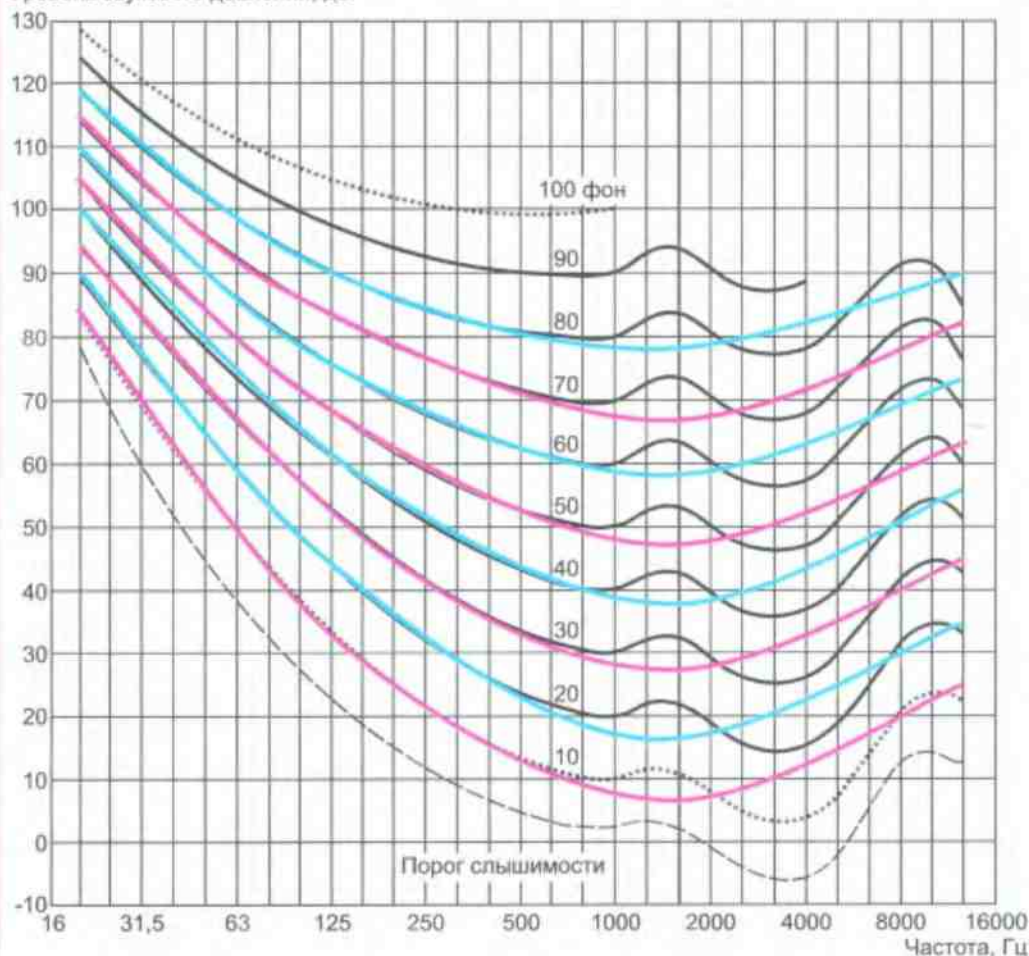


Рис. 24

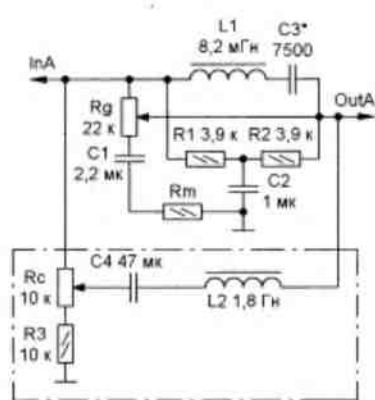


Рис. 25

Интересная схема такого ТКРГ была опубликована в [4], где её автор использовал резонансный принцип, а именно, резонансный контур, настроенный на частоту 20 кГц, т. е. максимальную частоту звукового диапазона частот.

В верхней части рис. 25, исключая штрихпунктирный прямоугольник, показана схема одноканального ТКРГ, описанного в [4]. Хотя, как видно из схемы,

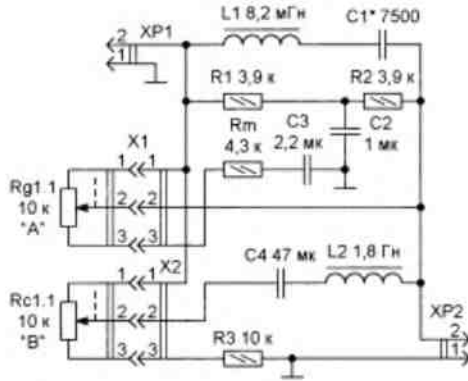


Рис. 26

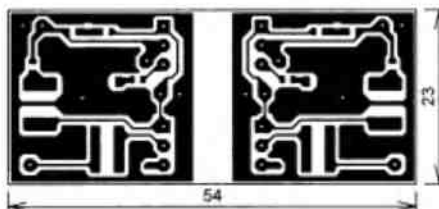


Рис. 27

она подкупаете проста до примитивности, существенное приближение АЧХ такого ТКРГ к кривым равной громкости (см. рис. 24) в подобном устройстве послужили причиной сделать такой регулятор и попробовать его в работе. Результаты такой пробы просто ошеломили автора: высокочастотные сигналы (ударные) явно прослушивались при самом малом уровне громкости, а среднечастотные не затмевали ни НЧ, ни ВЧ. Что касается низкочастотных сигналов, то они также были почти в норме, если не считать самых низких частот (от 20 до 100 Гц). В этом диапазоне частот АЧХ этого регулятора, судя по таблицам из [4], имеют существенные отклонения от кривых равной громкости.

У автора возникла идея: а нельзя ли, не трогая уровней СЧ и ВЧ, поднять исключительно уровень НЧ с помощью цепи L2C4, показанной в штрихпунктирном прямоугольнике на рис. 25? Причём, поскольку это резонансная цепь, то, настроив её на частоту 20 Гц, можно существенным образом поднять самые низкие частоты и, таким образом, скорректировать вышеуказанный недостаток. Подобный ТКРГ был опубликован автором в [5].

Схема одного канала с незначительными изменениями (рис. 26) приведена здесь для общности. По сравнению с [5] сделаны следующие изменения:

1. Интервал изменения громкости сужен до 20 дБ (вместо 60 дБ в [5]), как показала практика, такой интервал вполне достаточен и даже несколько больше, чем требуется.

2. Для катушки индуктивности L2 (1,8 Гн) использованы иные ферритовые магнитопроводы, а именно, кольца компании EPCOS размерами 16×10×7 мм из материала T38 с магнитной проницаемостью $\mu = 10000$. Для получения необходимой индуктивности два кольца склеены, и на них намотаны 350 витков провода ПЭПШО-0,08.

3. Переменный резистор, регулирующий общую громкость (Rg1.1), — с обратнологарифмической характеристикой "А" вместо линейной "В" в [5].

Чертёж печатной платы из фольгированного с одной сторо-

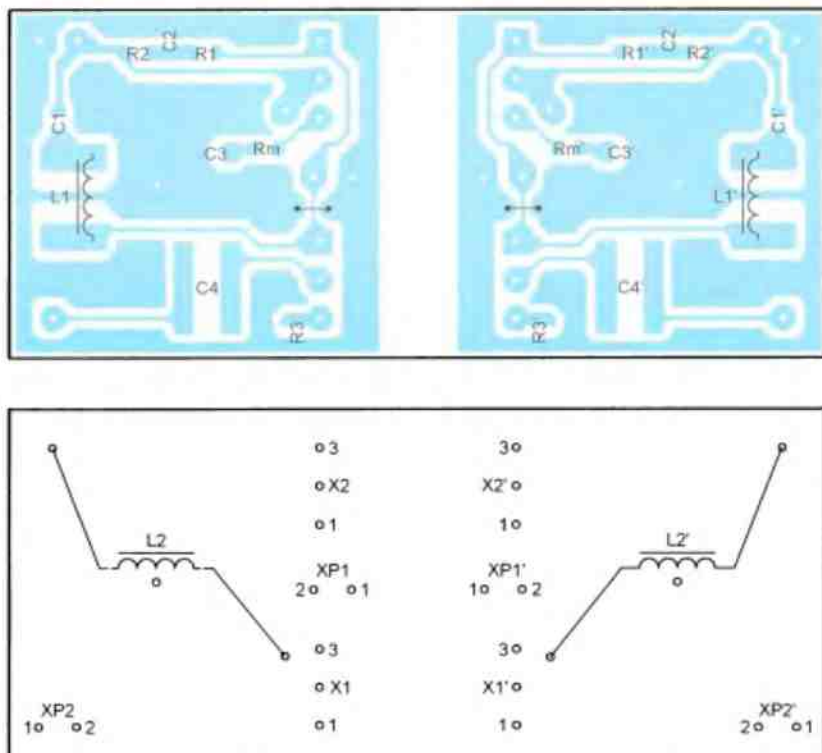


Рис. 28

ны стеклотекстолита, на которой собирают два канала ТКРГ, приведён на рис. 27. Расположение деталей в масштабе 2:1 показано на рис. 28. Позиционные обозначения деталей второго канала ТКРГ имеют знак "'". С одной стороны установлены разъёмы и дроссель L2 (рис. 29), с другой — детали для поверхностного монтажа (рис. 30).

Переменные резисторы, регулирующие громкость и НЧ-коррекцию, установлены на лицевой панели корпу-



Рис. 30

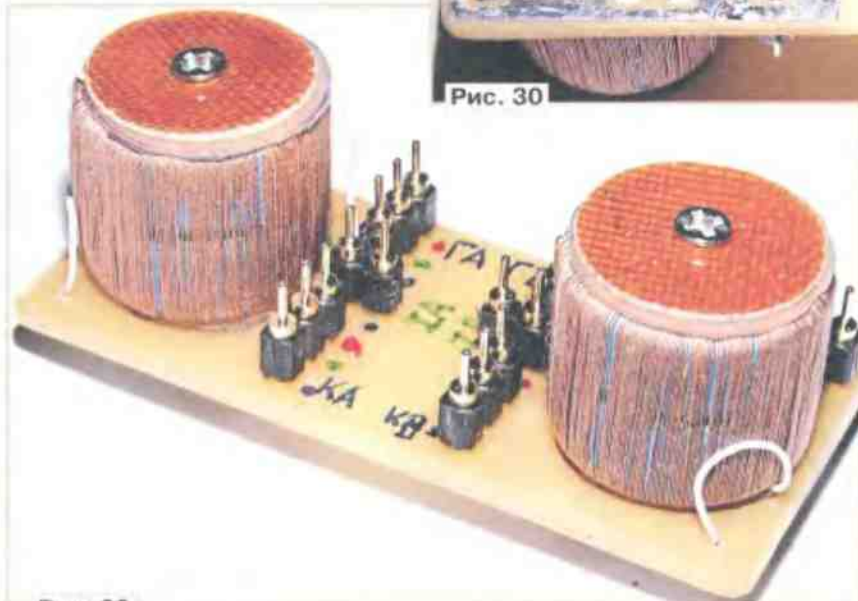


Рис. 29

са (см. далее). Входной внешний кабель одним концом с разъёмом 3,5StereoJack подключают к источнику звука (плеер или мобильный телефон), а вторым XS09JK-3P(P) — к разъёму XS09JK-3P(B), установленному на задней стенке корпуса усилителя (см. далее). К этому разъёму припаян внутренний экранированный кабель, вторые концы которого разъёмами SIP-2 подключают к двухконтактным штыревым цанговым входным разъёмам PSLM-2, расположенным на плате ТКРГ. Оба выходных сигнала двух каналов выведены на два штыревых разъёма PSLM-2 (XP2, XP2'), расположенных на плате. К этим разъёмам ответными частями SIP-2 подключают два выходных экранированных кабеля, которые своими вторыми концами также разъёмами SIP-2 подключают к двум входным штыревым разъёмам предварительного усилителя (XP1 и XP1', см. рис. 13).

Применены постоянные резисторы для поверхностного монтажа типоразмера 0603 и керамические конденсаторы типоразмеров 0603 и 0805, за исключением конденсаторов C4 и C4'. Необходимая ёмкость конденсаторов C4 и C4' (47 мкФ) была получена (путём измерения прибором) с помощью параллельного соединения двух конденсаторов (ёмкостью 20 мкФ и 47 мкФ), поскольку эти конденсаторы имеют существенное отклонение ёмкости от номинала в меньшую сторону.

Катушки индуктивности L1 и L1' — для поверхностного монтажа типоразмера 1812.

Переменный резистор регулировки громкости (Rg1.1 и Rg1.2) — сдвоенный RD927N-2A1-A10K с обратнологарифмической характеристикой. Резистор регулировки НЧ-коррекции (Rc1.1 и Rc1.2) — также сдвоенный F-16KG или YRV-16T1 с линейной характеристикой.

К выводам обоих резисторов припаяны шестипроводные кабели, вторые концы которых подключают к штыревым разъёмам X1, X1' (громкости) и X2, X2' (НЧ-коррекции), расположенным на плате.

Катушки индуктивности L2 (1,8 Гн) привинчены к плате винтами M2 с шайбами из тонкого, толщиной 1 мм, стеклотекстолита и шестигранными пластиковыми стойками с внутренней резьбой M2. Чтобы не повредить обмотку,

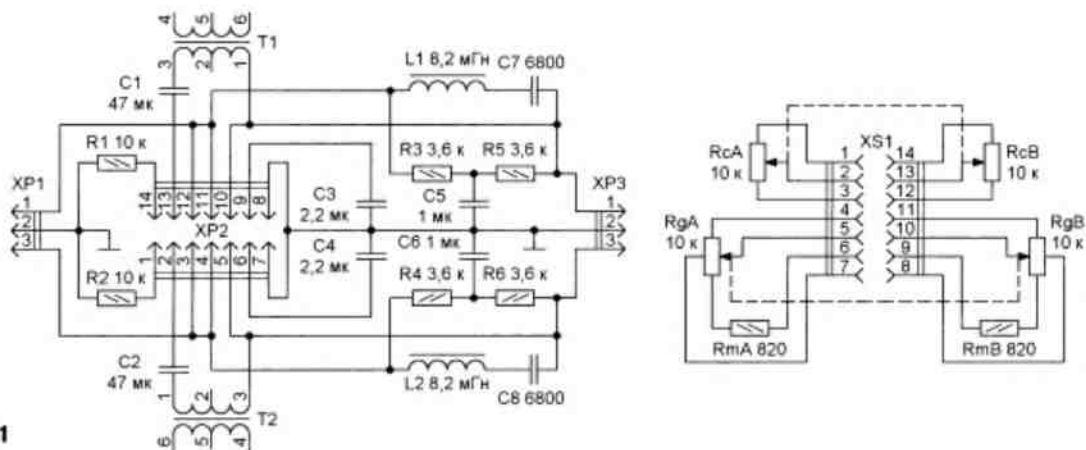


Рис. 31

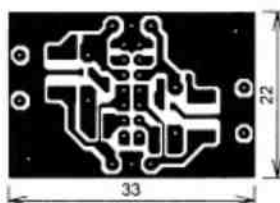


Рис. 32

между платой и катушкой, а также между катушкой и шайбой установлены тонкие, толщиной 0,5 мм, силиконовые прокладки, можно также использовать тонкую резину.

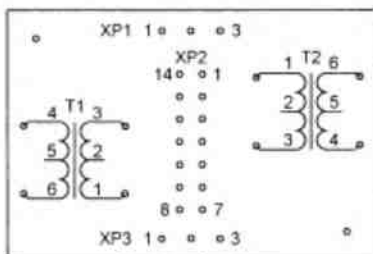


Рис. 33

Саму плату прикрепляют к днищу корпуса винтами M2, ввинченными снизу в стойки.

Если лень наматывать обмотку на ферритовые кольца, можно использовать первичную обмотку миниатюрного трансформатора TOT-18 (согласующий



Рис. 34

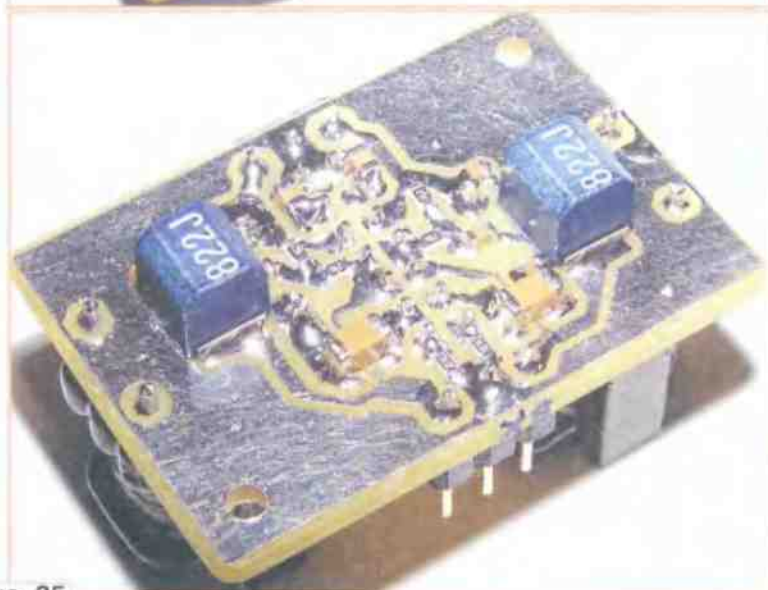


Рис. 35

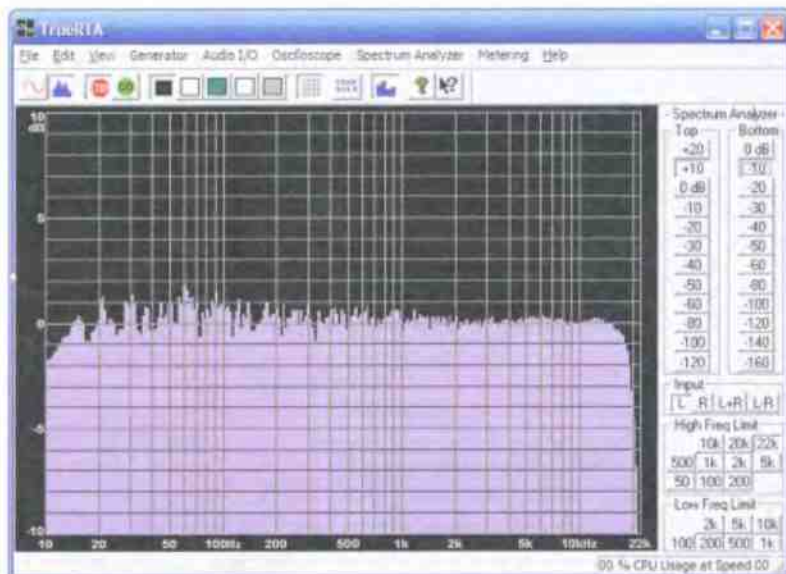


Рис. 36

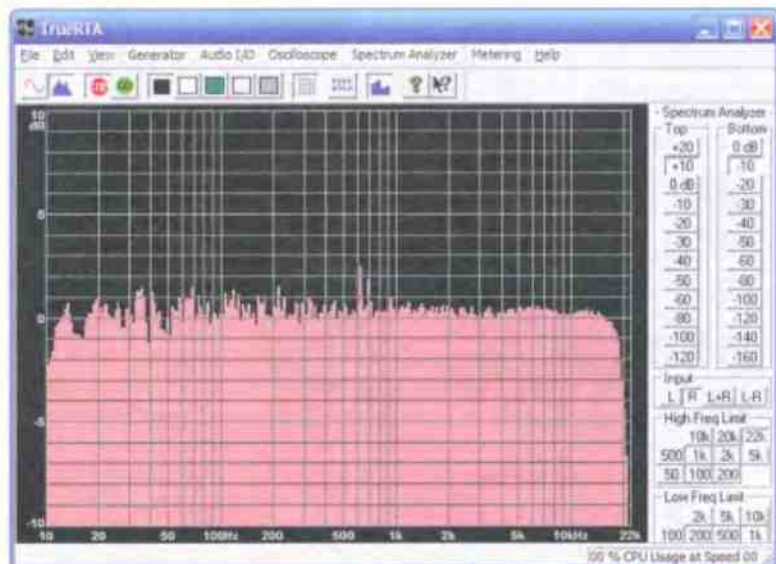


Рис. 37

трансформатор для транзисторных устройств) [6], имеющую индуктивность 2 Гн и занимающую практически 90 % всей области обмотки, а вторичную обмотку не использовать. В схему ТКРГ на TOT-18 (рис. 31), по сравнению со схемой, опубликованной автором в [7], внесены два изменения:

1. Сопротивление резисторов RgA и RgB с 22 кОм с характеристикой "B" [7] изменено на 10 кОм с характеристикой "A".

2. Последовательно с резисторами RgA и RgB подключены два дополнительных резистора RmA и RmB сопротивлением 820 Ом. Это позволило уменьшить нижнюю границу интервала регулировки громкости с -40 дБ в [7] до -20 дБ, как и в ТКРГ на основе ферритовых колец, описанного выше.

Чертеж печатной платы из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита, на которой собирают два канала ТКРГ, приведён на рис. 32. Располо-

жение деталей в масштабе 1,5:1 показано на рис. 33. С одной стороны установлены разъёмы и трансформаторы T1 и T2 (рис. 34), с другой — детали для поверхностного монтажа (рис. 35). Эту плату также можно установить на днище корпуса с помощью двух пластиковых стоек и закрепить винтами M2.

По сравнению с ТКРГ на основе катушек с ферритовыми кольцами ТКРГ на основе трансформаторов имеет несколько меньший диапазон регулировки НЧ-коррекции (см. далее). Причина состоит в том, что магнитопровод трансформаторов TOT-18 изготовлен из трансформаторного железа, хорошо работающего в довольно ограниченной области частот — до единиц килогерц, в то время как диапазон частот работы ферритовых колец намного шире — до нескольких десятков килогерц. Тем не менее, в небольшой области регулировки громкости, от 0 до -7 дБ, как будет видно из дальнейшего изложения, их АЧХ практически идентичны (см. далее). Поэтому ТКРГ на трансформаторах TOT-18 нельзя сбрасывать со счетов.

Для оценки работы ТКРГ, как и в [5], использовалась следующая методика.

На мобильный телефон или плеер необходимо записать звуковой файл розового шума высокого качества (PinkNoise.flac). Его длительность — десять минут. При необходимости его можно зациклить. Он приведён в дополнительных материалах к статье. Вход ТКРГ подключают к разъёму телефона или плеера для головных телефонов, а выход — к микрофонному разъёму компьютера, он сиреневого цвета на системном блоке. В телефоне или плеере с помощью какого-либо программного плеера, например jetAudio Plus, запускают звуковой файл розового шума, а в компьютере — программу спектроанализатора TrueRTA, которую можно бесплатно скачать из Интернета, результаты работы которой выводят на экран монитора компьютера.

При максимальной громкости спектр розового шума, как известно, представ-

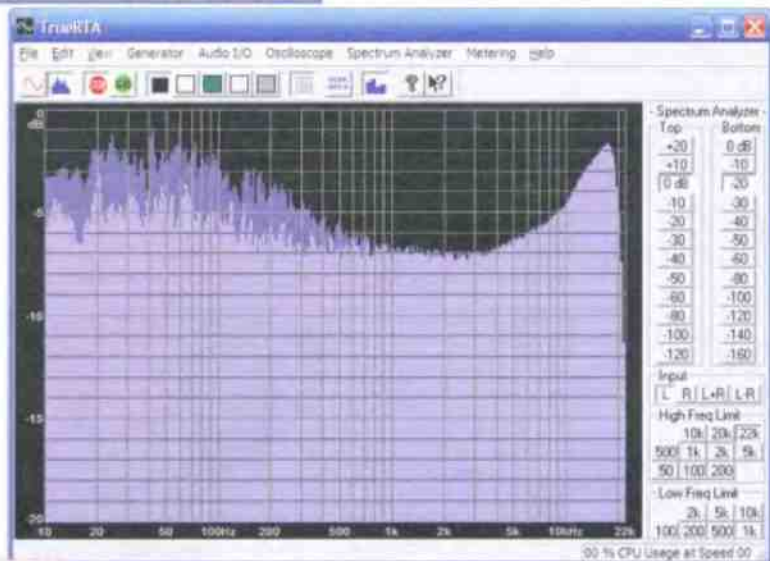


Рис. 38

2. Интервал регулировки НЧ-коррекции для ТКРГ по схеме рис. 26 существенно шире интервала ТКРГ по схеме рис. 31.

Все настройки опций программы TrueRTA выбраны по максимуму её возможностей: точности (рис. 44), нижней частоты 10 Гц (рис. 45), верхней частоты 22 кГц (рис. 46), числа усреднений 100 (рис. 47), интервала от 0 дБ до -20 дБ (рис. 48).

И последнее, что следует добавить по поводу ТКРГ. Поскольку весь усилитель является конструкцией, состоящей из отдельных блоков, вместо ТКРГ можно использовать любой другой ТКРГ либо вообще его исключить, заменив, например, обычным двоянным переменным резистором сопротивлением 10...20 кОм с характеристикой "А". В этом случае для получения необходимой АЧХ можно использовать программный эквалайзер. Например, в программном плеере JetAudio Plus есть встроенный девятиполосный (и даже 20-полосный) эквалайзер.

В ИП может быть применён любой сетевой трансформатор мощностью 300 Вт с первичной обмоткой, рассчитанной на входное переменное напряжение ~220 В (~230 В) и вторичной с выходным напряжением -30 В, рассчитанным на максимальный ток 10 А. Автор использовал тороидальный трансформатор. Для выпрямления выходного напряжения ранее автор использовал четыре диода Шоттки MBR2050 (максимальный ток - 20 А, максимальное обратное напряжение - 50 В), каждый из которых был укреплен на отдельном небольшом теплоотводе. Все четыре теплоотвода были привинчены к стеклотекстолитовой пластине, которая укреплялась на днище корпуса ИП.

Однако в последнее время появилась возможность использования двоянных диодов Шоттки с общим анодом FRH20A10 (максимальный ток - 20 А, максимальное обратное напряжение - 100 В), которые ранее были

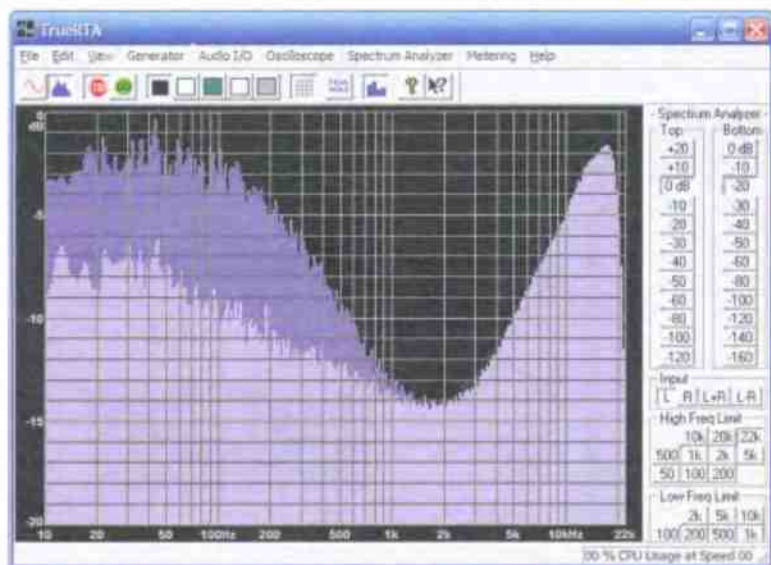


Рис. 39

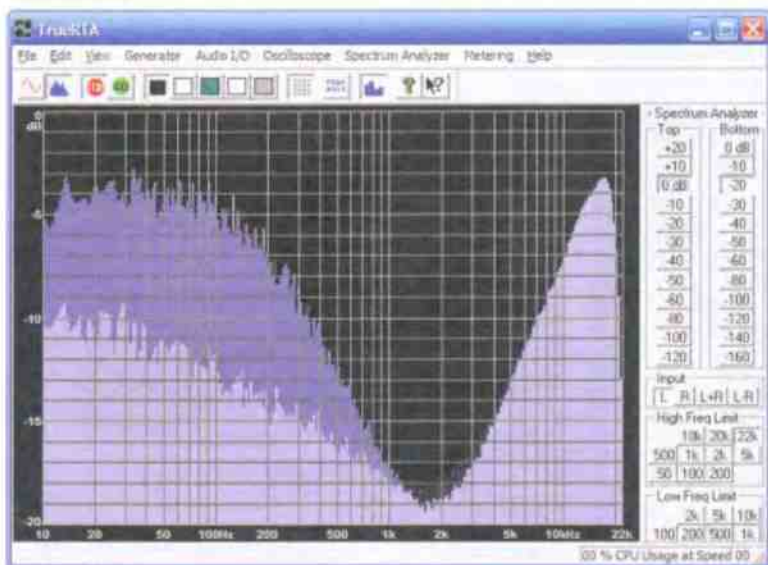


Рис. 40

ляет собой горизонтальную прямую. На рис. 36, рис. 37 приведены спектры выходных сигналов ТКРГ при максимальной громкости левого канала по схеме на рис. 26 и правого канала по схеме на рис. 31. Поскольку, как было отмечено выше, интервал регулировки громкости - от 0 дБ почти до -20 дБ разбит на три части: -7 дБ, -14 дБ и минимальной, чуть более -20 дБ.

Для ТКРГ по схеме на рис. 26 показаны спектры левого канала при громкости -7 дБ (рис. 38), -14 дБ (рис. 39) и -20 дБ (рис. 40), по схеме рис. 31 - правого канала при громкости -7 дБ (рис. 41), -14 дБ (рис. 42) и -20 дБ (рис. 43). Поскольку спектры обоих каналов идентичны, показывать оба канала автор посчитал лишним.

Из сравнения спектров рис. 38-рис. 40 и рис. 41-рис. 43 можно сделать следующие выводы:

1. НЧ-коррекция существенно приближает АЧХ ТКРГ к линиям равной громкости, особенно в НЧ-области.

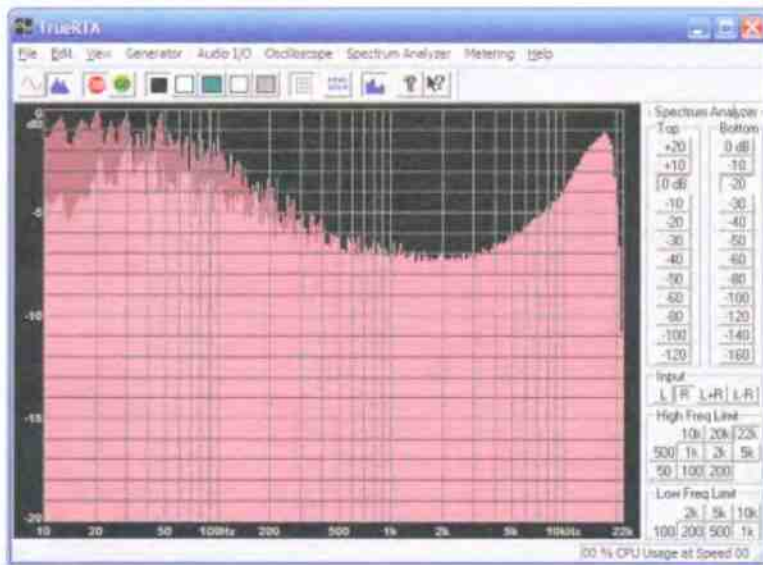


Рис. 41

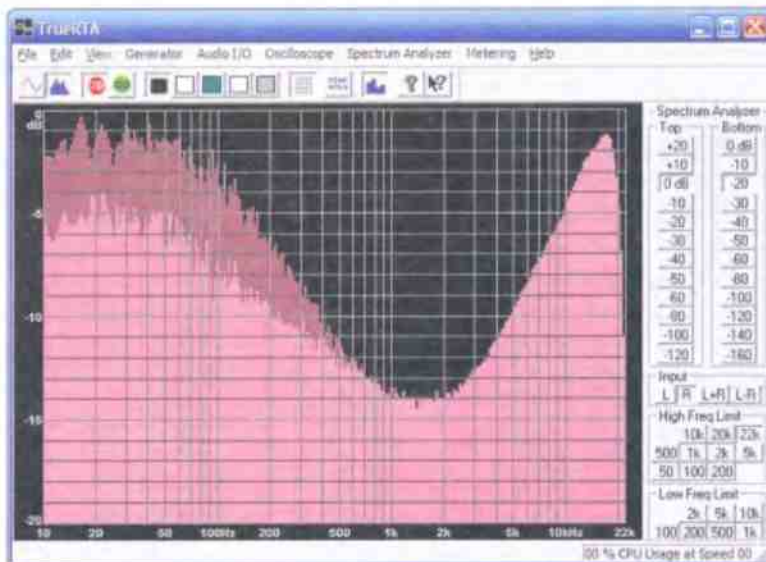


Рис. 42

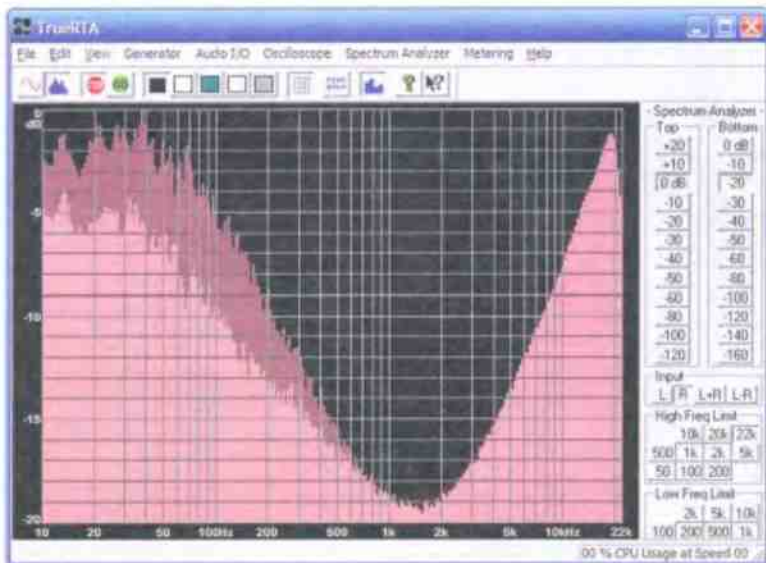


Рис. 43

труднодоступны. В связи с этим вместе с ними можно использовать легкодоступные сдвоенные диоды Шоттки с общим катодом MBRF20100 (максимальный ток — 20 А, максимальное обратное напряжение — 100 В). Таким образом, выпрямитель существенно упростился и стал состоять всего из двух сдвоенных диодов Шоттки MBRF20100 или FRH20A10. Эти диоды выпускаются в полностью изолированных корпусах (TO-220F), поэтому в качестве теплоотвода для них автор использовал медную пластину длиной 50 мм, шириной 20 мм и толщиной 2 мм. Оба сдвоенных диода привинчивают к пластине с двух сторон винтом M3 и гайкой через отверстие диаметром 3 мм. Сама пластина (согнутая снизу, L-образной формы) крепится к дну корпуса винтом M4. В качестве сглаживающих автор использовал четы-

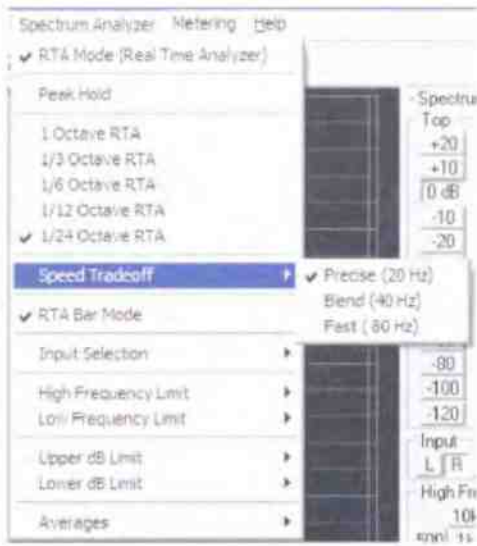


Рис. 44

ре оксидных конденсатора ёмкостью 10000 мкФ каждый с максимальным напряжением 50 В. В связи с простотой схема ИП не приводится.

Для стабилизации выходного напряжения автор использовал стабилизатор на ОУ и мощном полевом транзисторе IRFP4710 с защитой от превышения тока (10...11 А) и амплитудой пульсаций

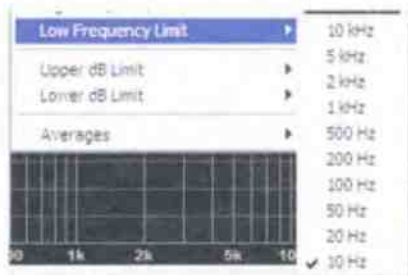


Рис. 45



Рис. 46

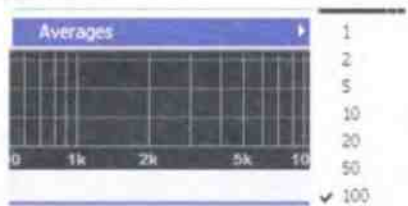


Рис. 47

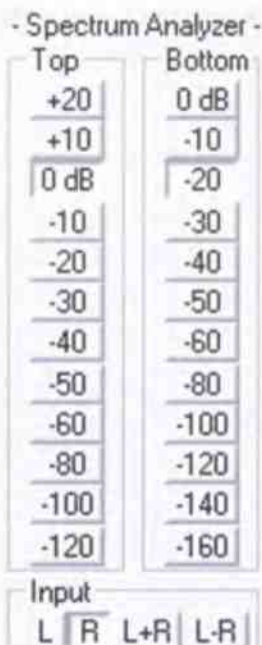


Рис. 48

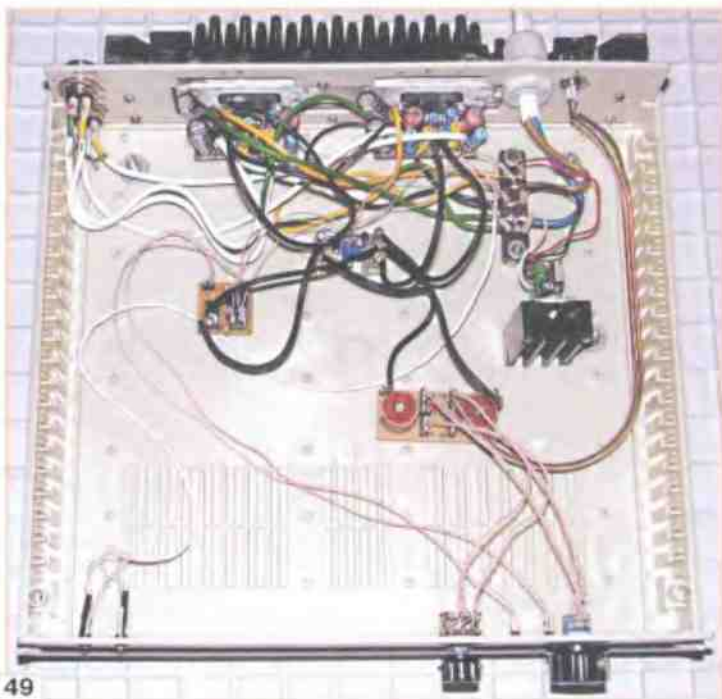


Рис. 49

выходного напряжения не более 1 мВ при токе 9 А, подробно описанный в [2]. Этот стабилизатор показал настолько высокие характеристики по надёжности и повторяемости, что был применён во всех четырёх усилителях.

Усилитель собран в корпусе шириной 29 см, длиной 26 см и высотой 6,5 см, оборудованном передними и задними ножками (корпус для РЭА 15-34 компании Sanhe). Поскольку ширина тепловода больше высоты корпуса (см. далее), на нём дополнительно установлены две длинные задние ножки, которые представляют собой винты М5, укрепленные к днищу корпуса шайбами и гайками М5, а к нижней части винтов гайками М5 и шайбами привинчены резиновые ножки. Эти винты хорошо заметны на рис. 49 (сверху слева и справа). Длина этих дополнительных ножек соответствует длине передних ножек, в связи с чем положение корпуса — горизонтальное. Как видно из рис. 29, в корпусе много свободного места. Ширина корпуса выбрана исходя из размеров тепловода, а длина может быть существенно уменьшена. Но, к сожалению, корпуса с такой шириной (29 см) и меньшей длиной автору найти не удалось.



Рис. 50



Рис. 51



Рис. 52

Платы пик-детектора, предварительного усилителя-формирователя и ТКРГ укреплены на пластиковых шестигранных стойках с внутренней резьбой М2, которые привинчены к платам и днищу корпуса винтами М2. Тепловод формирователя искусственного общего провода привинчен к днищу корпуса уголком. К тепловоду уголок крепится винтом М3, а к днищу корпуса — винтом М4 и гайкой с шайбой.

Входной (от источника звука) и два выходных (для АС) разъёма привинчены к задней стенке корпуса соответствующими гайками. Провод питания пропущен через проходную втулку PG9, которая также привинчена к зад-

ней стенке корпуса. Пятиконтактный клеммник, к которому припаяны все провода питания, укреплен на двух латунных стойках с внутренней резьбой М3. Он привинчен к ним винтами М3, а стойки — к днищу корпуса такими же винтами.

Теплоотвод привинчен к задней стенке корпуса пятью винтами М3 и пластиковыми стойками высотой 10 мм.

Платы усилителя мощности не имеют крепежных отверстий, они держатся на всех выводах микросхем LM4780TA, а сами микросхемы крепятся к теплоотводу через вырезы в задней стенке корпуса. Для передачи тепла и электрической изоляции задней стенки микросхем от металлического корпуса теплоотвода между ними установлена керамическая (фарфоровая) пластина с отверстиями диаметром 3 мм, расстояние между центрами которых чуть больше (на 1,5 мм) расстояний между центрами полуотверстий на корпусе микросхем. Сами микросхемы и пластина привинчены к теплоотводу двумя винтами М3, на которые надеты трубки из фторопласта длиной, равной толщине микросхемы, и широкими (кузовными) шайбами с использованием теплопроводящей пасты, например КПТ-8.

В качестве керамической пластины автор применил пластину из фарфора, которая используется в подстроечных резисторах НР1-9А, применявшихся ранее в кинескопных телевизорах и мониторах в цепях регулировки высокого напряжения для фокусировки электронного луча. Сейчас эти резисторы уже никому не нужны, а поскольку их в своё время выпустили в огромном количестве, их можно приобрести за смешотворную цену (от 5 до 50 руб./шт.). Одна сторона пластины абсолютно чистая (рис. 50), а на второй расположены дорожки разводки резистора (рис. 51). Эту пластину необходимо извлечь из корпуса, отпаять от неё все контакты и наждачной бумагой удалить все дорожки. Этой стороной она крепится к теплоотводу, а обратной — к микросхеме LM4780TA. Обе пластины и теплопроводящая паста хорошо заметны на рис. 49.

Резисторы регулировки громкости и НЧ-коррекции укреплены на передней стенке корпуса соответствующими гайками.

Светодиоды, индицирующие наличие минусового (синий) и плюсового (жёлтый) напряжений питания, укреплены в оправках для светодиодов на лицевой стенке корпуса, в левой верхней её части.

Светодиоды перегрузки (красного свечения) укреплены в правой верхней части лицевой стенки корпуса, над ручками регулировки громкости и НЧ-коррекции через отверстия диаметром 3 мм.

Алюминиевый игольчатый теплоотвод (рис. 52) имеет размеры 25×7 см. Он состоит из довольно толстой пластины толщиной 10 мм с вырезом и множества выступов на ней, которые называют иголками можно с большим натягом. Они, скорее, напоминают усечённые пирамиды высотой 20 мм с четырьмя боковыми гранями и квадрат-

ными основаниями со сторонами 8 мм (нижнее) и 5 мм (верхнее).

В середине лицевой поверхности корпуса (рис. 53) имеется свободное место, куда можно установить либо стрелочные ретро-индикаторы уровней (как на рис. 22), либо дисплейный индикатор, о котором было упомянуто ранее.



Рис. 53

Работа усилителя проверялась на слух на трёх АС: 15АС-220 (номинальной мощностью 15 Вт и номинальным электрическим сопротивлением 4 Ом), в которой был установлен современный ВЧ-твиттер; 35АС-016 "Орбита" (номинальной мощностью 35 Вт и номинальным электрическим сопротивлением 4 Ом) и профессиональных АС мощностью 50 Вт с номинальным сопротивлением 8 Ом, по две из которых были включены параллельно (для каждого канала), т. е. всего четыре АС.

Наибольший эффект показала НЧ-коррекция при использовании АС 15АС-220, поскольку у этой АС АЧХ падает, начиная с 60 Гц, и это падение существенно компенсировалось НЧ-коррекцией. У остальных АС, имеющих более-менее равномерную АЧХ в пределах от 30 Гц до 25 кГц, НЧ-коррекция использовалась по минимуму. Что касается качества звучания, то довольно авторитетные эксперты в области звука были даже несколько удивлены высоким качеством звучания усилителя несмотря на его довольно простую схему, которая была им показана.

По поводу тепловыделения усилителя: после двух часов его работы при достаточно приличной громкости теплоотвод был еле тёплым.

Таким образом, применение сдвоенного усилителя LM4780TA в мостовом режиме работы совместно с интегральными ИУ и дополнительными ОУ в AD8295 позволило:

1. Включать оба мощных усилителя, работающих в мостовом режиме, как два абсолютно идентичных классических инвертора с одним и тем же коэффициентом усиления, что кардинально снизило КНИ и шум. Идентичность двух усилителей LM4780TA, расположенных в одном корпусе, существенно лучше идентичности двух усилителей, распо-

ложенных в двух различных корпусах микросхем LM3886, за счёт чего дополнительно ещё немного снижены КНИ и шум.

2. Подключать к усилителю регулятор громкости с практически любым самым высоким выходным сопротивлением за счёт большого входного импеданса AD8295.

3. Использовать однополярный ИП с низким выходным напряжением (28 В) невысокой мощности, что, как следствие, удваивает КПД ИП и уменьшает его массогабаритные параметры и цену. Кроме того, сниженное напряжение питания уменьшает нагрев ИП и самого усилителя.

4. Полностью избавиться от раздельных конденсаторов, которые добавляют собственный шум на средних и особенно на высоких частотах и "заваливают" АЧХ на низких.

Перечисленные усовершенствования УМЗЧ существенно повысили его надёжность, снизили габариты плат, а также показали его идеальную работу и небольшой нагрев при максимальной мощности до 40 Вт с использованием описанного теплоотвода. В связи с этим автор рекомендует его для повторения.

ЛИТЕРАТУРА

4. Демченко Б. Тонкомпенсированный регулятор громкости с переменным резистором без отводов. — Радио, 2015, № 12, с. 11—13.
5. Кузьминов А. Усовершенствованный тонкомпенсированный пассивный регулятор громкости с НЧ-коррекцией. — Современная электроника, 2019, № 2, с. 46—51.
6. Сидоров И. Н., Мукосеев В. В., Христианин А. А. Малогабаритные трансформаторы и дроссели. Справочник. — М.: Радио и связь, 1985.
7. Кузьминов А. Пассивный тонкомпенсированный регулятор громкости с НЧ коррекцией. — РадиоЛоцман, 2017, № 10, с. 53—57.

От редакции. Чертежи печатных плат в авторском варианте в формате SprintLayout и файл розового шума находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/04/LM4780TA.zip>.

Стабилизированный ионисторный блок питания для накала стержневых ламп

Д. ПАНКРАТЬЕВ, г. Ташкент, Узбекистан

Предлагаемый стабилизированный блок питания (БП) обеспечивает высокую степень подавления пульсаций выходного напряжения и предназначен для питания накала стержневых ламп, установленных во входных высокочувствительных каскадах УЗЧ, например, микрофонных, фоновых корректоров сигнала и т. п. Отличительной особенностью этого БП является использование интегрального стабилизатора в комплексе с ионистором, что и определяет высокие показатели устройства.

Основные электрические характеристики

Номинальное выходное напряжение, В1,2
Максимальный выходной ток, мА200
Уровень фона (на частоте 100 Гц), дБ, не более-98*
Время выхода на установившийся режим, мин3**

* В установившемся режиме при номинальном напряжении полезного сигнала 3 мВ на первой сетке входной лампы УЗЧ.

** При уровне выходного напряжения 1,05 В.

Как известно, стержневые лампы [1—3] при использовании во входных каскадах имеют ряд преимуществ перед обычными сеточными лампами:

- малый ток накала при номинальном напряжении 1,2/2,4 В (типовые значения — десятки мА);
- сравнительно невысокая рабочая температура баллона лампы (для 1П24Б — не более +85 °С при температуре окружающей среды +20 °С и +30...45 °С — для большинства ламп);
- небольшие массогабаритные показатели (диаметр баллона — 8...10 мм, масса — 4...5,5 г);
- наличие гибких выводов для монтажа под пайку, что исключает влияние переходного сопротивления в контактах, характерных для штыревых ламп;
- длительный срок эксплуатации (2000...5000 ч);
- устойчивость к вибрациям и существенно меньшее проявление микрофонного эффекта из-за большей жесткости конструкции, что обусловлено отсутствием сеток;
- высокая эффективность использования катодного тока (0,9...0,98 против 0,65...0,85 у обычных сеточных ламп);
- сравнительно небольшое напряжение перегиба пентодной АЧХ (+20...30 В), что даёт возможность нормальной работы при небольших анодных напряжениях;

— низкий уровень шума, обусловленный малыми токами вторых электродов. Зависимость уровня шума от напряжения второго электрода имеет явно выраженный минимум при напряжении +30...50 В. Зависимость уровня шума от напряжения управляющего электрода выражена слабо;

— крутизна характеристики имеет наибольшее значение при напряжении на экранирующем электроде, близком по значению к анодному напряжению, и мало изменяется при изменении анодно-экранного напряжения;

— малые междуэлектродные ёмкости (особенно проходная, что позволяет свести к минимуму проявление эффекта Миллера), высокие типовые входное и выходное сопротивления.

При использовании стержневых ламп в триодном режиме обязательным является соединение защитного электрода с катодом. Также не допускается подача на этот электрод положительного напряжения в пентодном режиме. Невыполнение этого условия приводит к нарушению фокусировки электронного потока.

Конструкция стержневых ламп предполагает наличие исключительно катодов прямого накала, что предъявляет достаточно высокие требования к уровню пульсаций напряжения накала при работе в высокочувствительных каскадах УЗЧ. Классическим решением, обеспечивающим максимальные практически достижимое отношение сигнал/фон, является, естественно, батарейное питание. Хороших результатов по обеспечению низкого уровня фона при использовании трансформаторного источника позволяет достичь применение ионисторов в качестве основных фильтрующих элементов [4, 5]. Однако такое решение, в общем случае, имеет ряд важных особенностей [6]. Поскольку принцип действия ионисторов основан на переносе заряда с помощью ионов, а не электронов, быстроедействие этих приборов невысокое, и они оказываются неработоспособны уже на частотах порядка единиц килогерц. Вторым существенным фактором, ограничивающим непосредственное применение ионисторов в выпрямителях, является сравнительно большое ESR (доли или даже единицы ом), что приводит к заметному падению напряжения на их внутреннем сопротивлении при больших токах нагрузки и ухудшает подавление пульсаций. В-третьих, малое номинальное напряжение ионисторов обуславливает необходимость их последовательного соединения в случае работы в интервале напряжений 10...20 В и более. Это, в свою очередь,

пропорционально снижает общую ёмкость такой батареи и ещё более увеличивает её внутреннее сопротивление. Впрочем, данный фактор не является критичным в БП накала стержневых ламп, для которых номинальное напряжение накала составляет 1,2/2,4 В, и наиболее целесообразно применить один ионистор или параллельное их соединение для уменьшения эквивалентного ESR. Нагрев ионистора выше +70 °С, как и превышение номинального напряжения, является недопустимым, поскольку приводит к разрушению его электрохимической структуры. А при токах в несколько ампер и более нагрев физически неизбежен вследствие повышенного ESR. В то же время неоспоримым преимуществом ионисторов является исключительно высокая удельная ёмкость.

Что касается материальной стороны вопроса, ионисторы в последнее время демонстрируют практически одинаковые доступность и стоимость в сравнении с оксидными конденсаторами ёмкостью 22000 мкФ и более. Малые габариты ионисторов в сравнении с оксидными конденсаторами большой ёмкости также являются преимуществом. Как показали эксперименты, использование одиночного ионистора ёмкостью 10 Ф в схеме одно- или двухполупериодного выпрямителя при напряжении до 2,5 В эквивалентно применению одного конденсатора ёмкостью 100 000...150 000 мкФ по величине пульсаций выходного напряжения. По стоимости в этом случае применение ионистора представляется более предпочтительным.

По указанным причинам коэффициент подавления пульсаций на выходе БП с ионистором оказывается ниже теоретически ожидаемого и позволяет получить реальный уровень фона не хуже -54 дБ в зависимости от суммарного тока накала ламп, ёмкости и типа ионистора. Такие значения, в общем, являются довольно типичными для конструкций на электронных лампах, однако не рекомендуются для звуковоспроизводящих устройств высокого класса.

Кратное уменьшение уровня фона можно получить параллельным соединением ионисторов за счёт увеличения ёмкости и уменьшения эквивалентного ESR. Но при этом пропорционально возрастают массогабаритные показатели, стоимость комплектующих и время готовности. Наиболее эффективным и целесообразным способом, позволяющим добиться существенного качественного улучшения показателей БП, является его дополнение интегральным

стабилизатором (ИС) с малой величиной выходного напряжения (1,2...2,5 В) и достаточной нагрузочной способностью, например, распространёнными ИС последовательного типа LM317 [7], MCP1702 [8] или TL431, TL432 параллельного типа [9]. ИС, как таковые, обеспечивают высокий коэффициент подавления пульсаций. В частности, для LM317 типовое значение этого параметра составляет не менее 65 дБ. Совместное использование ИС и ионистора позволяет получить качество питания, сопоставимое на практике с батарейным по уровню пульсаций и обладающее более высокой долговременной стабильностью.

В мере зарядки ионистора напряжение на нагрузке возрастает до номинального +1,2 В. Также примерно вдвое уменьшается напряжение пульсаций на конденсаторе С1. Во избежание повреждения ионистора при случайном отключении нагрузки выходное напряжение ИС ограничено максимальным значением +2,5 В. Это определяется приведённым выше соотношением. Как правило, УЗЧ на стержневых лампах любого типа работоспособен в смысле минимально допустимого отклонения от заданных эксплуатационных параметров уже при напряжении накала 0,95...1,05 В. По этому уровню и определяется время готовности, которое при указанных но-

буждения следует произвести подбор ёмкости конденсатора С2 или изменить его тип.

Этот БП может быть применён также для питания ламп с номинальным напряжением накала 2,4 В или двух одинаковых ламп с последовательным включением цепей накала, как это сделано, например, в [10]. При этом рекомендуется увеличить выходное напряжение выпрямителя до +6,3...9 В, а выходное напряжение ИС — до +4,5...5 В, изменив номинал резистора R2 на 330 Ом, и применить последовательное соединение двух ионисторов с подключением параллельно каждому из них выравнивающего резистора сопротив-

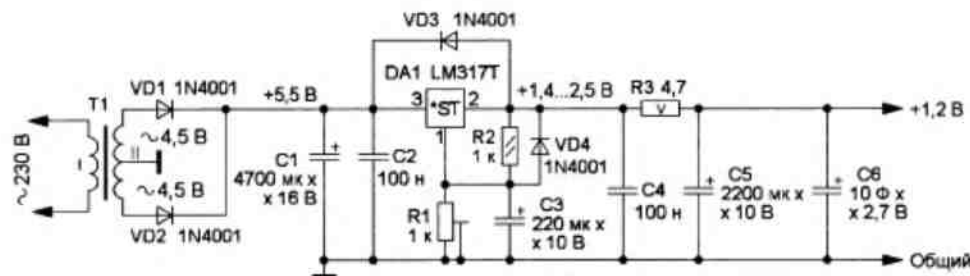


Рис. 1

Схема БП для питания накала стержневых ламп приведена на рис. 1. Выпрямленное напряжение +5,5 В с двухполупериодного выпрямителя VD1VD2C1 поступает на вход ИС DA1 (LM317T), включённой по типовой схеме. Выходное стабилизированное напряжение ИС определяется выражением

$$U_o = U_{ref} (1 + R1/R2) + I_{adj} R1,$$

где $U_{ref} = 1,25$ В, а I_{adj} — ток управляющего электрода (типичное значение — 50 мкА). Минимальное выходное напряжение — 1,25 В, что практически соответствует номинальному напряжению накала. Конденсаторы С2, С4 предназначены для предотвращения самовозбуждения ИС на ВЧ. Конденсатор С3 обеспечивает дополнительную фильтрацию пульсаций. Его применение позволяет получить выигрыш по коэффициенту подавления пульсаций до 15 дБ при ёмкости 10 мкФ и более. Диоды VD3, VD4 предназначены для зарядки конденсаторов С3—С6 в обход внутренних цепей ИС при выключении питания. С выхода ИС напряжение поступает на резистор R3, включённый последовательно с сопротивлением нагрузки (нитей накала). Назначение этого резистора заключается в ограничении тока зарядки ионистора при включении устройства и выходного тока ИС на уровне, безопасном для неё и не вызывающем срабатывания встроенной защиты от КЗ (не более 1,5 А для LM317, в данном случае — около 0,4 А).

Следует учитывать, что трансформатор питания T1 и выпрямитель VD1VD2C1 должны обеспечивать продолжительную работу устройства на резистор R3 в качестве нагрузки при выбранной величине тока ограничения, средневыпрямленном напряжении не менее +5 В и амплитуде пульсаций на конденсаторе С1 не более 0,25 В. По

миналах резистора R3 и конденсаторов С5, С6 составляет 2...3 мин. Плавный прогрев нитей накала ламп и отсутствие бросков тока при включении способствуют увеличению их рабочего ресурса.

Настройка правильно собранного БП заключается в установке напряжения на нагрузке при известном её сопротивлении (определяемом типом и числом подключаемых ламп). Предварительно отключают ионистор С6 и устанавливают движок подстроечного резистора R1 в верхнее по схеме положение, что соответствует выходному напряжению ИС +1,25 В. Подключив нагрузку или её эквивалент, подадут сетевое напряжение и, перемещением движка R1, устанавливают номинальное напряжение накала +1,2 В. При необходимости допустимо изменить сопротивление резисторов R2 и R3, однако следует помнить, что ни при каких условиях выходное напряжение ИС не должно превышать номинального напряжения ионистора. По завершении настройки нагрузку закорачивают (правый по схеме вывод резистора R3 временно соединяют с общим проводом) и контролируют напряжение непосредственно на выходе ИС (выв. 2 DA1). Допустимым считают его изменение не более чем на 0,1 В.

Затем восстанавливают подключение ионистора и после включения с нагрузкой контролируют процесс нарастания выходного напряжения до номинального. В ходе этого с помощью осциллографа, подключённого между выв. 2 DA1 и общим проводом, необходимо также убедиться в отсутствии самовозбуждения стабилизатора во всём интервале выходных напряжений. Как правило, проблем с этим не возникает. В случае возникновения самовоз-

буждения в этом случае сохраняется.

Если БП предполагается использовать для питания ламп выходных каскадов, например, усилителей для головных телефонов или резонансных каскадов УВЧ, элементы R3, С5, С6 могут быть исключены. К слову, исключение ионистора с сохранением остальных элементов фильтра приводит к ухудшению отношения сигнал/фон на 16 дБ, т. е. значение этого параметра составит около -82 дБ при номинальном напряжении полезного сигнала 3 мВ на первой сетке входной лампы УЗЧ. Такой уровень также является приемлемым для звуковоспроизводящей аппаратуры высокого класса, так как находится на уровне шумов высококачественного винилового проигрывателя.

Детали. Все диоды — серий 1N4001—1N4007 или отечественные КД243, КД237 с любым буквенным индексом или аналогичные выпрямительные с допустимым прямым током не менее 1 А. Конденсаторы С1, С3, С5 — К50-35, К50-68, Panasonic NHG-A, GRP, JRB, JTK или аналогичные, С2, С4 — керамические К10-176, танталовые (Kemet T494) или танталово-полимерные конденсаторы (Kemet T520), предпочтительно Low ESR, но можно использовать и стандартные (Kemet T491). Допустимое напряжение танталовых конденсаторов должно не менее чем в два раза превосходить выходное напряжение ИС. С4 может быть оксидный алюминиевый ёмкостью 10...22 мкФ на напряжение не менее 10 В. На практике на месте конденсаторов С2, С4 удовлетворительно работают также металлопленочные полипропиленовые МКР, МРР, К78-2, ПЭТФ К73-11, К73-17 и аналогичные. Ионистор С6 — VEC3R0106QG или аналогичный, ёмкостью 10...15 Ф с

номинальным напряжением 2,7 В и ESR не более 0,1 Ом на частоте 100 Гц. Подстроечный резистор R1 — многооборотный для печатного монтажа серии 3296. Постоянные резисторы R2, R3 — МЛТ, С2-33Н или аналогичные импортные соответствующей мощнос-

ностями показан на рис. 2. Трансформатор Т1 может быть расположен непосредственно на плате или отдельно. В силу того что расчётное отношение сигнал/фон, как чисто электрического параметра, весьма высоко (~100 дБ), выполнение требований, предъявляе-

достаточной площадью охлаждающей поверхности.

В авторском варианте в качестве превентивной меры при возможных доработках устройства применён теплоотвод размерами 20×14,5×9 мм с площадью поверхности около 20 см². Соединение выхода БП с цепями накала ламп следует выполнять витой парой, выполненной из многожильного монтажного провода с площадью поперечного сечения не менее 0,3 мм², например МГТФ-0,35. Проводники должны иметь возможно меньшую длину и располагаться под углом 45...90 градусов к слабосигнальным цепям и на максимально возможном удалении от них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суханов В., Киреев А. Стержневые лампы. Принцип работы и конструкция. — Радио, 1960, № 7, с. 34—38.
2. Азатьян А., Пароль Н. Параметры стержневых ламп. — Радио, 1960, № 7, с. 38.
3. Суханов В., Киреев А. Стержневые лампы. Особенности применения. — Радио, 1960, № 10, с. 49—52.
4. Панкратьев Д. Фонокорректор на стержневых лампах. — Радио, 2022, № 5, с. 22—25.
5. Панкратьев Д. Гибридный УМЗЧ на лампах 1П24Б. — Радио, 2020, № 8, с. 12—17.
6. Панкратьев Д. Бестрансформаторный гибридный УМЗЧ. — Радио, 2023, № 4, с. 37—45.
7. LM317 3-Terminal Adjustable Regulator. — URL: <https://click.ru/38rVED> (13.02.24).
8. MCP1702. 250 mA Low Quiescent Current LDO Regulator. — URL: <https://click.ru/38rVcd> (13.02.24).
9. TL431/TL432 Precision Programmable Reference. — URL: <https://click.ru/38rVox> (13.02.24).
10. Панкратьев Д. Беспроводные ТДС-4 со встроенным ламповым УЗЧ. — Радио, 2019, № 8, с. 36—39.

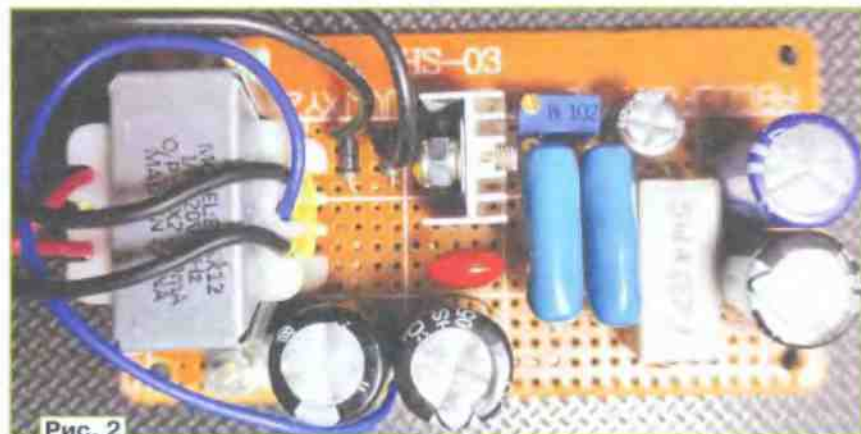


Рис. 2

ти. Резистор R3 и эквивалент нагрузки при налаживании — цементные резисторы CR-L, SQP, PRW мощностью 5 Вт, которые обладают большими запасом мощности и тепловой инерционностью. Трансформатор Т1 — любой малогабаритный понижающий с номинальными напряжениями вторичной обмотки 2×4,5 В и допустимым током вторичной обмотки не менее 0,5 А.

Конструкция. Исполнение устройства бескорпусное, оно предназначено для размещения внутри корпуса лампового УЗЧ. Печатная плата БП не разрабатывалась, он собран на монтажной печатной плате размерами 100×50 мм с шагом отверстий 2,54 мм. Внешний вид платы с размещёнными на ней компо-

мы к монтажу, становится основным фактором, определяющим реальный уровень фона [7]. В частности, резистор обратной связи R2 должен быть размещён возможно ближе к выводам ИС, а "земляные" выводы резистора R1 — к точке подключения нагрузки. Подключение всех общих проводников на схеме следует выполнить по топологии "звезда", физически соединив их в одной точке. Подключения конденсаторов C2, C4 также рекомендуется производить непосредственно к выводам ИС. Если мощность, рассеиваемая на ИС в корпусе ТО-220-3, в любой период времени превышает 1 Вт, необходимо принять меры по дополнительному отведению тепла, установив его на теплоотвод с

Разрядное устройство — приставка к эквиваленту нагрузки

Описываемое разрядное устройство позволяет разряжать Li-Ion аккумуляторы, а также аккумуляторные батареи с числом аккумуляторов от двух до четырёх. Оно может быть полезно для определения ёмкости таких аккумуляторов и батарей.

С. БИРЮКОВ, г. Москва

Разрядное устройство разработано как приставка к эквиваленту нагрузки [1, 2], его схема приведена на рис. 1. Основа этого устройства — микросхема DA1 и транзистор VT1. Эти

элементы образуют триггер, включаемый при подключении к нему разряжаемого аккумулятора и выключающийся при снижении его напряжения до необходимого значения.

Применена микросхема TL432 (DA1), параллельный стабилизатор напряжения, так называемый "регулируемый стабилитрон", её отличие от широко известной TL431 (KP142EH19) — вдвое

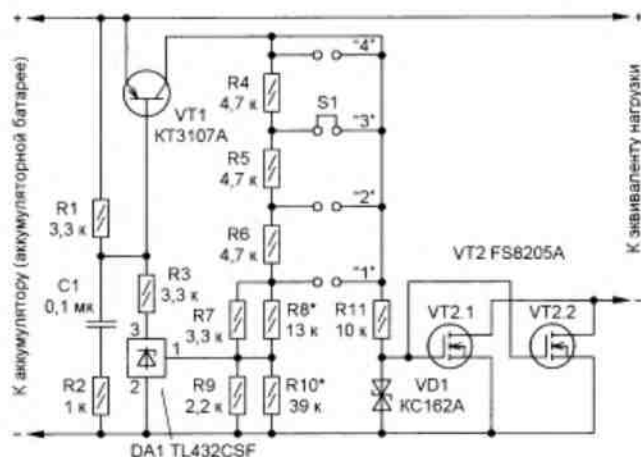


Рис. 1

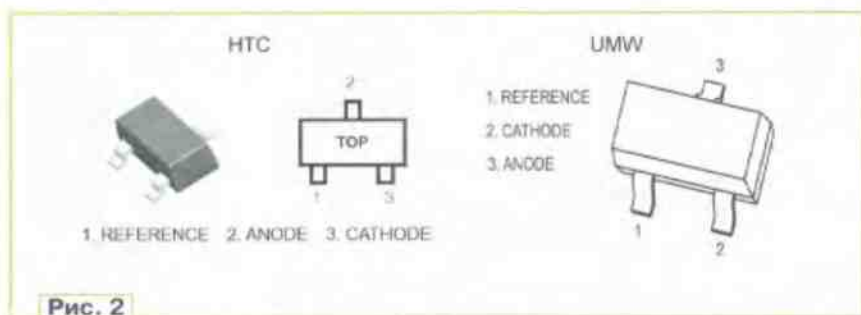


Рис. 2

меньшее напряжение, которое она может стабилизировать, — 1,25 В. Кроме того, минимальный ток через микросхему, при котором возможна стабилизация, равен 100 мкА.

Работает устройство так. При подключении к его входу аккумулятора ток зарядки конденсатора С1 протекает через эмиттерный переход транзистора VT1 и открывает его. Транзистор через делитель R4—R10 передает часть напряжения аккумулятора на вход микросхемы DA1. Если на этот вход поступает напряжение более 1,25 В (порог её включения), ток микросхемы DA1 через резистор R3 поддерживает транзистор VT1 в состоянии насыщения после зарядки конденсатора С1.

Напряжение с коллектора VT1 через резистор R11 поступает на затворы транзисторов сборки VT2 и открывает их, начинается разрядка аккумулятора через эквивалент нагрузки.

Когда аккумулятор разрядится до минимально допустимого для него уровня, напряжение, поступающее с делителя R4—R10 на вход, станет недостаточным для поддержания микросхе-

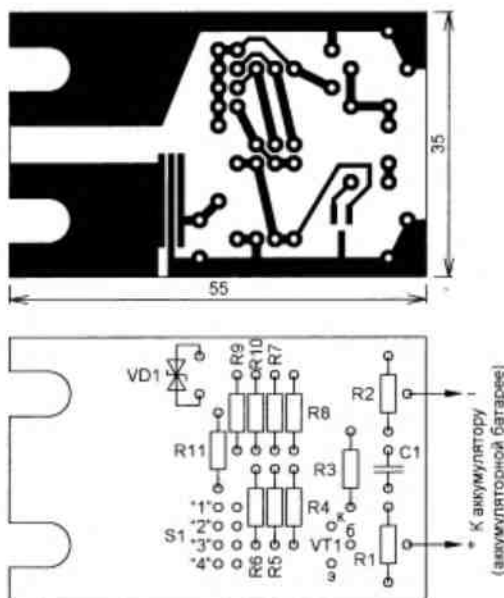


Рис. 3

мы DA1 во включённом состоянии, ток через микросхему начнёт уменьшаться, и транзистор VT1 начнёт выходить из насыщения. Возникает лавинообразный процесс выключения, и транзисторы VT1 и VT2 скачком закроются.

Напряжение окончания разрядки определяется включённой частью делителя R4—R10. При установке перемыш-

ки S1 на нижние по схеме контакты оно равно 2,8 В (один Li-Ion аккумулятор), при установке на верхние — $4 \times 2,8 = 11,2$ В (батарея из четырёх аккумуляторов). Фактически верхняя пара контактов служит только для хранения переключки при разрядке такой батареи.

Резисторы делителя R4—R7, R9 нужно подобрать с отклонением от сопротивления, указанного на схеме рис. 1, не более 1%, при этом желательно подобрать резисторы R4—R6 с возможно близким сопротивлением. Резисторы R8 и R10 можно исходно установить с допуском 5% на длинных выводах, при необходимости уточнить их сопротивление. Номиналы резисторов R4—R7, R9 выбраны из комплекта с допуском 1%, приобретённого в Али-экспрессе.

Применена транзисторная сборка FS8205A (VT2), два транзистора которой соединены параллельно, и каждый из которых может пропускать ток 6 А. При подборе её замены необходимо использовать транзистор с малым пороговым напряжением, можно рекомендовать аналогичные сборки FS8205, GTT8205S, также содержащие по два транзистора, которые нужно соединить параллельно. Неудобство указанных микросхем в том, что они выпускаются только в корпусах для поверхностного монтажа и имеют малый шаг выводов — 0,65 мм у FS8205A, 1 мм у FS8205 и GTT8205S. Из транзисторов в корпусе TO-220 и подобных можно рекомендовать попробовать IRL540 и другие, имеющие в наименовании буквы L.

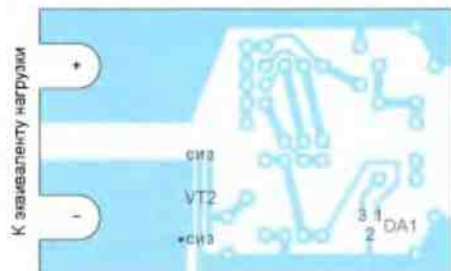


Рис. 4

Микросхему TL432 необходимо использовать только такую, у которой в параметрах в явном виде указано пороговое напряжение 1,24 или 1,25 В. Если верить справочным данным на микросхемы TL432 фирмы Texas Instruments 2018 г., то это — микросхемы TL431 с другой цоколёвкой и стабилизируемым напряжением 2,5 В. В справочных данных микросхем TL432 фирм UMW и HTC указано напряжение 1,24 или 1,25 В, однако при фактическом совпадении цоколёвки есть различия в нумерации выводов микросхем (рис. 2).

В качестве переключателя числа разряжаемых аккумуляторов в батарее в плату впаиваются два отрезка линеек с четырьмя штырями каждый, в качестве замыкателя использована стандартная переключка-«джампер», можно использовать и любой подходящий малогабаритный переключатель.

На месте транзистора VT1 (KT3107A) можно применить практически любой маломощный кремниевый структуры p-n-p, на месте стабилитрона VD1 (КС162А) — практически любой малогабаритный на напряжение от 5 до 10 В, не обязательно симметричный.

Вырезы на плате позволяют закрепить её на корпусе эквивалента нагрузки с помощью его входных зажимов (рис. 6).

Для подключения разряжаемого аккумулятора в плату впаяны штыревые контакты диаметром 1,5 мм от разъё-

Опыт изготовления устройства с использованием резисторов с указанными номиналами и допусками показал, что пороги выключения получились в нужных пределах и дополнительного подбора резисторов не потребовалось. Для ускорения разрядки конденсатора С1 полезно параллельно ему или на входе устройства установить резистор с сопротивлением от 510 кОм до 1 МОм.

Для более плавной и точной установки тока в эквиваленте нагрузки автор заменил переменный резистор R2 470 Ом на десятиоборотный сопротивлением 10 кОм, приобретённый в Алиэкспрессе. Для сохранения интервала регулировки тока он зашунтирован резистором сопротивлением 490 Ом, подобранным из резисторов 510 Ом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков С. Универсальный эквивалент нагрузки. — Радио, 2022, № 4, с. 12–15.
2. Бирюков С. Усовершенствование эквивалента нагрузки. — Радио, 2022, № 6, с. 31, 32.

Вышла в свет новая книга



**Хмельков А. Н.,
Минеев В. А.**

Помехоустойчивое кодирование в цифровых системах связи. Учебное пособие для вузов. / Под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. А. М. Сомова. — М.: Горячая линия — Телеком, 2023. — 360 с.: ил. ISBN 978-5-9912-1024-9

Изложены основные положения теории информации и прикладные вопросы теории помехоустойчивого кодирования. Рассмотрены основные понятия, классификация, параметры и способы задания помехоустойчивых кодов, нашедших широкое применение в современных цифровых системах связи. Приведены основные параметры помехоустойчивых кодов, способы их вычисления, расчёта и оценки качественных характеристик. Рассмотрены способы кодирования такими кодами и основные способы и методы их декодирования. На примере циклических кодов показан выбор канального помехоустойчивого кода для защиты информации от искажений в цифровом канале связи.

Для студентов вузов, обучающихся по специальностям 10.05.02 — «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» и 10.05.03 — «Информационная безопасность автоматизированных систем». Будет полезна инженерно-техническим работникам и специалистам, занимающимся разработкой и эксплуатацией цифровых систем связи, а также студентам радиотехнических специальностей для первоначального знакомства с основами теории и практики помехоустойчивого кодирования.

Адрес издательства в Интернет
WWW.TECHBOOK.RU



Рис. 5

Рис. 6



Все детали устройства установлены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Её чертёж и расположение элементов со стороны, противоположной стороне печатных проводников, приведены на рис. 3.

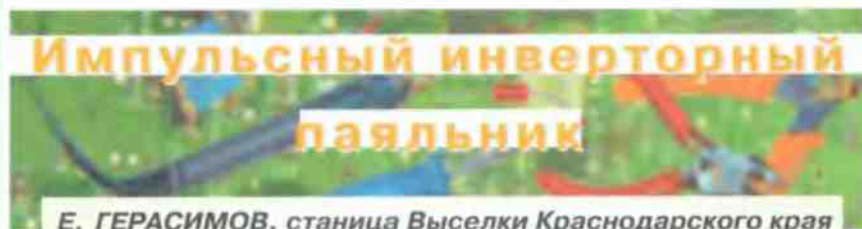
Со стороны печатных проводников установлены микросхема и транзисторная сборка (рис. 4). Контактные площадки для установки FS8205A представляют собой три проводника шириной 1 мм с зазорами 0,2...0,3 мм между ними и длиной 12 мм. К среднему проводнику подпаяны четыре средних вывода сборки — истоки транзисторов, к боковым — по два вывода объединённых в корпусе стоков и затворов. Первый вывод транзисторной сборки отмечен на рис. 4 чёрной точкой.

Если удлинить площадки, можно установить параллельно две микросхемы, что позволит улучшить тепловой режим их работы и увеличить ток разрядки испытуемых аккумуляторов. Фотография собранной платы приведена на рис. 5.

ма 2РМ. К ним с помощью контактных гнезд от такого же разъёма подсоединяют проводники сечением не менее 1 мм² возможно меньшей длины к разряжаемым аккумуляторам.

Для проверки работы устройства вместо аккумулятора к входу следует подключить регулируемый источник питания, а вместо эквивалента нагрузки — светодиод с ограничительным резистором. Установив перемычку на контакты "4" и уменьшая от 12 В подаваемое от источника напряжение, проверить, что светодиод выключается при напряжении 11,2±0,4 В. Если напряжение отклонения отличается от указанного значения, следует подобрать резистор R10.

Установив перемычку на контакты "1" и уменьшая подаваемое от источника напряжение от 4 В, проверяют, что светодиод выключается при напряжении 2,8±0,1 В. Если напряжение отключения отличается от указанного значения, следует подобрать резистор R8.



Е. ГЕРАСИМОВ, станция Выселки Краснодарского края

Один из самых необходимых инструментов радиолюбителя, безусловно, — паяльник. Как правило, в лаборатории радиолюбителя их имеется несколько, различной мощности и типов. Одна из разновидностей паяльника — импульсный. Такой паяльник весьма удобен, когда нужно быстро где-то что-то припаять и при этом не держать долгое время включённым обычный паяльник или не ждать его разогрева. Например, при макетировании или ремонте радиоаппаратуры "на выезде". Первый такой паяльник я сделал себе на основе понижающего сетевого трансформатора ещё в 2008 г. и более 14 лет пользовался, в основном, именно им. Но нет ничего вечного — несколько раз ронял его на бетон, и после очередного падения паяльник вышел из строя. Поскольку за годы

обмотки. Разумеется, увеличивается и требуемая мощность инвертора, а про КПД паяльника в таких случаях лучше вообще не думать.

Некоторое улучшение работы паяльника наблюдается, если медное жало заменить стальным. Кстати, я в старом паяльнике пользовался именно стальным. О его достоинствах и одном из возможных способах изготовления можно прочитать, например, в [2]. За счёт большего сопротивления стального жала уменьшаются потери мощности на вторичной обмотке трансформатора.

Представленный в статье паяльник тоже проектировался для работы со стальным жалом. С медным жалом он работает несколько хуже — сильнее разогреваются токоподводящие провода и дольше нагрев жала.

Для нормальной работы и получения как можно большего КПД с учётом скин-эффекта следует тщательно продумать конструкцию вторичной обмотки трансформатора. Она должна иметь как можно меньшее сопротивление при весьма большом токе высокой частоты. Собственно сам транзисторный инвертор может быть любым. Представленный, например, в [1], в принципе, хорош для паяльника, но как обычно и бывает, нужных деталей в наличии не оказалось. Потому я решил обойтись тем, что нашёл в запасах, и использовал простейший автогенераторный двухтактный инвертор с двумя трансформаторами. Инвертор с одним трансформатором имеет дополнительный недостаток — в нём магнитопровод трансформатора перемагничивается по "большой" петле гистерезиса с заходом в область насыщения магнитопровода, что вызывает дополнительный его нагрев. В инверторе с двумя трансформаторами перемагничивание магнитопровода происходит по малой петле гистерезиса, с меньшими потерями на перемагничивание, поэтому нагрев магнитопровода несколько меньше. Также меньше и ток через транзисторы, что повышает надёжность устройства и позволяет применить транзисторы с меньшим током коллектора и слажи-

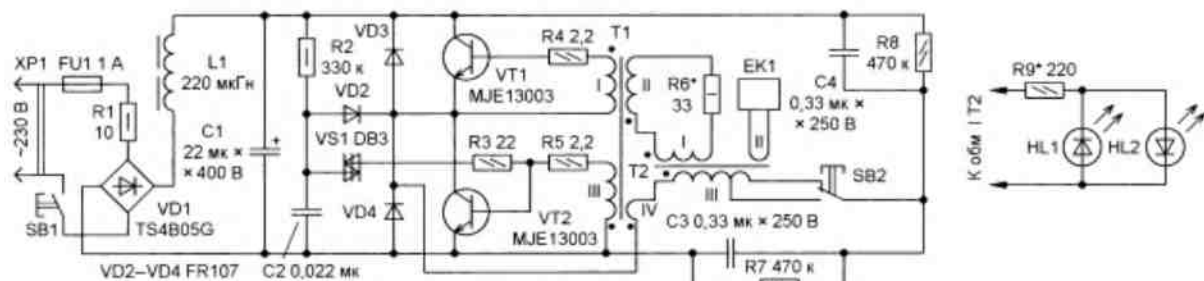


Рис. 1

пользования привык к такому паяльнику основательно, решил сделать новый.

Идея собрать такой паяльник на основе импульсного высокочастотного трансформатора возникла ещё давно, и вот пришлось её реализовывать.

Первым делом поискал информацию об изготовлении импульсного паяльника в журнале "Радио" [1] и Интернете. Оказалось, таких конструкций, в основном на базе электронного трансформатора, представлено весьма много, но вот при попытке их повторить возникают сложности. Дело в том, что на высокой частоте возрастает влияние скин-эффекта: ток вытесняется к поверхности проводника и протекает в его тонком приповерхностном слое. Естественно, толстые медные обмоточные шины, какие применяются в низкочастотных паяльниках, здесь оказываются неэффективны. Поэтому приходится увеличивать коэффициент трансформации импульсного трансформатора, чтобы компенсировать падение напряжения на вторичной обмотке. При этом наблюдается сильный разогрев

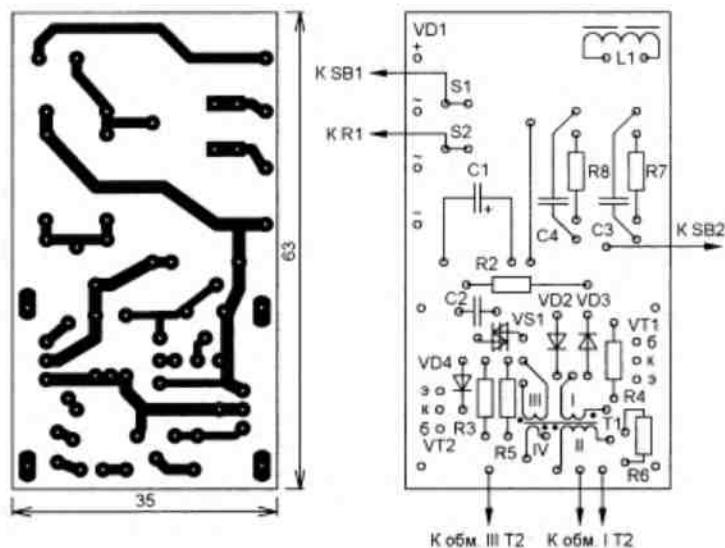


Рис. 2

вающий конденсатор в сетевом выпрямителе меньшей ёмкости и, следовательно, с меньшими габаритами. Большинство деталей взяты из неисправных КЛЛ.

Схема устройства показана на рис. 1. Это обычный двухтактный инвертор с двумя цепями ПОС — по напряжению, через обмотку II трансформатора T1 и по току — обмотка IV трансформатора T1. Частота преобразования инвертора — около 33 кГц. В небольших пределах изменять её можно подбором резистора R6. Схема типовая и каких-либо особенностей не имеет. Описание подобных устройств и их работы неоднократно встречались на страницах журнала, потому его работу и назначение деталей рассматривать здесь не буду. Кому интересны схемы различных электронных трансформаторов, их можно найти, например, в [3], где есть беглый обзор довольно большого их числа.

Все детали, кроме трансформатора T2, резистора R1, плавкой вставки FU1 и кнопочных выключателей, размещены на печатной плате, чертёж которой показан на рис. 2, а её внешний вид в корпусе паяльника — на рис. 3. Расположенные на печатной плате перемычки S1 и S2 служат для повышения прочности контактных площадок, к которым припаивают сетевые провода со стороны токоведущих дорожек.

Включают паяльник в сеть выключателем SB1. Также имеется режим повышенной мощности, как и в [1], переключаемый кнопочным переключателем SB2. Узел переключателей показан на рис. 4. Работает этот узел так: при лёгком нажатии на пластину в точке, указанной стрелкой, срабатывает выключатель SB1 и подаёт на паяльник сетевое напряжение. При дальнейшем нажатии на пластину она изгибается и срабатывает переключатель SB2.

Трансформатор T1 намотан на магнитопроводе K10×6×3 от неисправной КЛЛ. Все его обмотки намотаны проводом ПЭВ-2 диаметром 0,35 мм. Обмотка II содержит семь витков, обмотки I и III — по три витка, а обмотка IV — один виток. Силовой трансформатор T2 намотан на тороидальном магнитопроводе от сетевого фильтра. Обмотка III содержит 138 витков с отводом от 114-го витка провода диаметром 0,3 мм, смотанного с дросселя от электронного балласта. Обмотка I содержит четыре витка провода ПЭВ-2 диаметром 0,35 мм. Тип провода обмотки III и материал магнитопровода неизвестны. Попробовал намотать на подвернувшимся под руку магнитопроводе пробный генератор, и он заработал. Предположительно, материал магнитопровода — никель-цинковый феррит. Измеренные размеры магнитопровода — 25×15×11 мм. Внешний вид магнитопровода также показан на рис. 4.

Можно применить магнитопровод, примерно похожий по размерам, например два кольца K28×16×8.

Обмотка II трансформатора T2 — один виток из шести отрезков экранирующей оплётки кабеля сечением около 4 мм². Таким образом, общее сечение обмотки — около 24 мм². В качестве изоляции применены тонкая конденсаторная бумага и лакоткань. После намотки трансформатор пропитан лаком. За счёт того, что оплётка состоит из множества тонких проволок, влияние скин-эффекта заметно меньше, чем при использовании медной шины. Конечно, лучший вариант — это изолированная медная фольга толщиной 0,2...0,5 мм. При монтаже трансформатора следует учитывать, что вторичная обмотка довольно сильно разогревается не только из-за вызванного скин-эффектом уменьшения сечения провода, но и от разогретого жала, вследствие высокой теплопроводности меди. Поэтому следует обеспечить либо воздушный зазор между вторичной обмоткой и магнитопроводом трансформатора, либо изолировать её, например, стеклотканью или тонким электротканью.

Для повышения надёжности ключевые транзисторы установлены на небольших самодельных теплоотводах, хотя могут работать и без них. Диодный мост VD1 выбран со значительным запасом по току, исходя из тех же соображений надёжности. Особенно учитывая, что паяльник работает в повторно-кратковременном режиме со значительным, хоть и кратковременным, током зарядки конденсатора C1.

Немного о переключателе SB2 — поскольку инвертор автогенераторный и возбуждается типовой цепью запуска на динисторе, время переключения этого выключателя должно быть меньше постоянной времени цепи запуска R2C2 (см. рис. 1). Иначе после переключения в режим более сильного нагрева и обратный инвертор может выключиться. Переключатели, кстати, использованы типа Д701. Хоть они и рассчитаны для коммутации низких напряжений, если верить описанию производителя, но работают вполне надёжно. Например, выключатель SB1 был снят со сгоревшего паяльника, о котором писал выше, где проработал в качестве сетевого с самого момента его изготовления, практически более 14 лет. И за это время ни разу не вызвал никаких нареканий при том, что работал в режиме частой коммутации на первичную обмотку нагруженного трансформатора.

В заводских паяльниках имеется подсветка места пайки. Я, например, в ней не испытываю необходимости, но если она нужна, её можно реализовать по схеме, показанной также на рис. 1. Тип светодиодов, с которыми я это проверял, установить не представлялось возможным. Они — белые сверхъяркие, взяты из фонариков газовых зажигалок. Питая подсветку можно от обмотки I трансформатора T2, при этом токоограничивающий резистор, возможно, потребует подбора. Как показала проверка, такая дополнительная нагрузка



Рис. 3

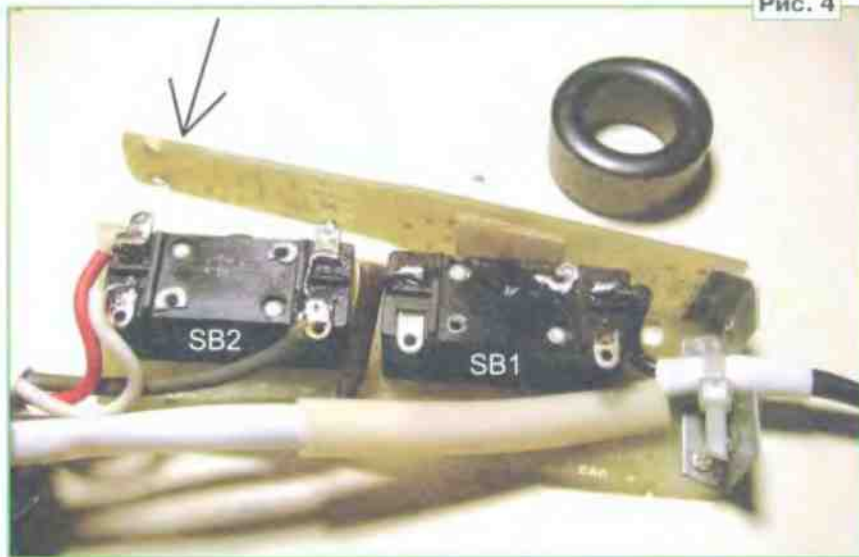


Рис. 4

обмотки связи на работу инвертора влияет слабо, зато не нужно мотать ещё одну обмотку. Кстати, помимо подсветки места пайки, это ещё и индикатор работы инвертора.

Конструкция крепления жала и трансформатора T2 видна на рис. 5. Корпус паяльника самодельный, склеенный из кусков полистирола, вырезанных из задней крышки неисправного телевизора.



Рис. 5



Рис. 6

Немного о деталях и заменах. Часть деталей видна на рисунках. Конденсатор C2 выпаян из КЛЛ. Конденсаторы C3, C4 — К73-17. Диодный мост можно заменить на RBA406B. Транзисторы можно заменить на любые, выпаянные из плат КЛЛ с аналогичным корпусом и цоколёвкой, например HLD123DM, которые, кстати, содержат ещё и встроенный обратный диод. Также довольно много аналогов 13003 различных фирм, например, Si13003BR. С заменой симметричного динистора проблем, думаю, также возникнуть не должно — он имеется в большинстве

КЛЛ. Диоды FR107 можно заменить на КД247В, КД247Г, КД247Д или, в крайнем случае, на 1N4007.

В налаживании устройство не нуждается, если собрано правильно и из исправных деталей. Однако есть один не очень приятный момент, связанный с особенностями работы таких инверторов. Речь идёт о фазировке обмоток обратной связи, которая обязательно должна обеспечивать положительную

форматора T2. И если эта обмотка сфазирована неправильно с обмоткой IV трансформатора T1, то обратная связь по току становится не положительной, а, наоборот, отрицательной. В таком режиме инвертор тоже работает, но потребляет значительно больший ток, а ключевые транзисторы очень быстро разогреваются до опасных температур и могут выйти из строя.

Поэтому первое включение инвертора в сеть должно быть с установленным жалом, чтобы задействовать ПОС по току, и обязательно через лампу накаливания мощностью не более 100 Вт. При включении устройства в сеть спираль лампы должна кратковременно вспыхнуть и затем едва светиться тёмно-оранжевым светом. Примерно через секунду паяльник надо отключить и проверить температуру транзисторов. Они не должны разогреться. При неправильной фазировке обмоток связи спираль лампы будет довольно ярко светиться, а транзисторы заметно нагреваются. Поэтому главным критерием работы следует считать яркость свечения лампы. Если она светит ярко, следует как можно быстрее отключить устройство от сети и поменять местами выводы обмотки I трансформатора T2. Если устройство работает нормально, можно подключать его к сети напрямую. Внешний вид собранного паяльника показан на рис. 6.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Киба В.** Модернизация импульсного паяльника "Зубр". — Радио, 2021, № 1, с. 46, 47.
2. **Защ Ц.** Изготовление жала паяльника "Момент". — Радио, 1992, № 7, с. 56.
3. Электронные трансформаторы. Схемы, фото, обзоры. — URL: <https://cxem.net/pitanie/5-346.php> (15.02.24).

Вышла в свет новая книга



Тадеусевич Р.
Архипелаг искусственного интеллекта / Перевод с польск. И. Д. Рудинского. — М.: Горячая линия — Телеком, 2023. — 154 с.: ил.
ISBN 978-5-9912-0984-7.

В доступной и увлекательной форме представлены ключевые понятия современного аппарата искусственного интеллекта. Каждое понятие сопровождается графической иллюстрацией, наглядно и информативно дополняющей текстовое описание.

Для широкого круга читателей, интересующихся увлекательной темой искусственного интеллекта.

Адрес издательства в Интернет
WWW.TECHBOOK.RU

обратную связь. Особенно внимательно нужно отнестись к намотке трансформатора T1, поскольку он распаян на печатной плате и его перепайка, в случае ошибки, может вызвать дополнительные сложности. Она должна быть, как на рис. 3. Виток связи — обмотка IV должна быть как бы продолжением обмотки III.

Правильная распайка этого трансформатора позволит избежать лишних сложностей при первом запуске инвертора. Дело в том, что инвертор с двумя обмотками связи может запуститься при любой фазировке обмотки I транс-

Приставка-разветвитель входов старого телевизора

А. ШУМИЛОВ, г. Архангельск

Так случилось, что установленный на кухне на кронштейне кинескопный телевизор "Витязь 38СТV710" 2006 г. выпуска внезапно стал неисправным вследствие пробоя умножителя напряжения в трансформаторе строчной развёртки. В местном радиомагазине трансформатора нужной марки не нашлось, поэтому пришлось делать заказ, который обещали исполнить не позднее чем через месяц. Но исполнение заказа длится уже три месяца.

И всё бы ничего, если бы к убранному телевизору не были ранее подключены дополнительные устройства, существенно расширяющие возможности старого телевизора, а именно: телевизионная приставка DVB-T2 COLOR DC1201HD на 20 каналов [1] и удлинитель ПДУ [2].

Положение немного осложнялось тем, что убранный неисправный телевизор имел два входа: видео — гнезда SCART и RCA (режимы просмотра AV-1

Во время поисков подходящей платы с гнездами среди плат неисправных телевизоров была найдена плата с двумя гнездами RCA (рис. 1) и с гнездом для подключения головных телефонов (3,5 мм). Поскольку с выхода ТВ-приставки сигнал подавался с помощью короткого кабеля со штекерами RCA, а кабель, задействованный на передачу видео- и аудиосигнала из гостиной (с ТВ-1) на кухню, был снабжён штекерами диаметром 3,5 мм (который соединялся с ранее использовавшимся штекером SCART с помощью соответствующего переходника), то эта найденная плата, как нельзя лучше, подошла под задуманный разветвитель входов телевизора.

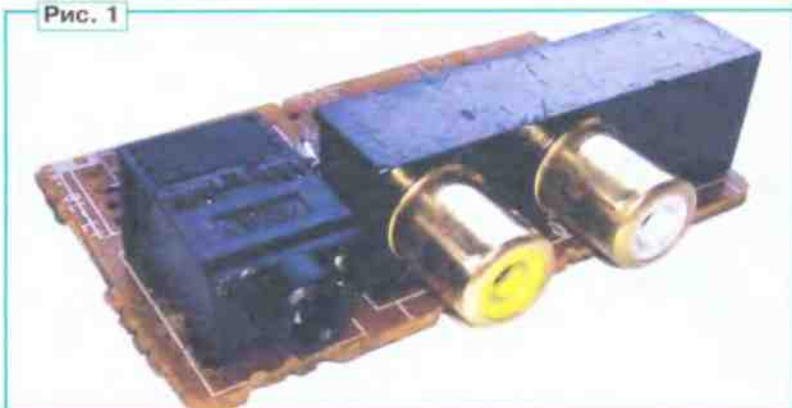
Схема приставки-разветвителя входов (далее — устройство) для монофонического телевизора показана на рис. 2. С помощью подстроечного резистора R1 можно установить желаемый уровень громкости с входа XS1 (от телевизора в гостиной — ТВ-1). С помощью переключателя SA1 можно коммутировать источник внешнего сигнала (ТВ-приставка или ТВ-1). Если регулировка уровня входного звукового сигнала не требуется, то резистор R1 следует удалить, а проводник, идущий по схеме к его верхнему выводу, соединить с проводником, идущим к движку резистора R1.

Как уже было отмечено выше, в устройстве в качестве гнезда XS1 использовано гнездо для подключения головных телефонов (3,5 мм), а в качестве гнезд XS2 и XS3 — гнезда RCA. В качестве выходных штекеров XP1 и XP2 использованы штекеры RCA разного цвета (звук — красный, видео — чёрный). Как правило, штекер видеосигнала используется жёлтого цвета, но на тот момент штекера такого цвета в наличии не оказалось. В качестве переключателя SA1 использован малогабаритный тумблер на два положения с двумя группами контактов.

В случае необходимости коммутации стереозвука следует применить гнезда RCA, установленные "этажеркой" в моноблоке (рис. 3), и похожую схему коммутации (рис. 4). В этом случае следует использовать переключатель SA1 на два положения с тремя группами контактов.

Внешний вид устройства показан на рис. 5. Оно помещено в пластиковый корпус размерами 80×40×22 мм с ушка-

Рис. 1



Позтому сразу же встал вопрос о временной замене этого неисправного телевизора. Деньги на покупку нового телевизора для кухни тратить категорически не хотелось. Поскольку в кладовке был спрятан старый исправный кинескопный телевизор SANYO CE14SA4R неизвестного года выпуска, не разобранный до сих пор на запчасти,

и AV-2), звук — стерео или псевдо-стерео. Поставленный же на временную замену телевизор имел только один вход (гнезда RCA на передней и задней панелях, соединённые параллельно), к тому же звук был монофонический.

Вручную переключать штекеры с внешних источников сигналов категорически не хотелось, поэтому при-

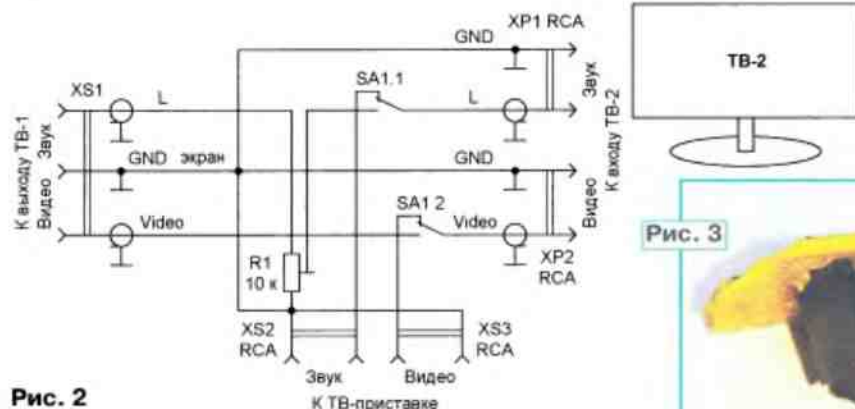


Рис. 2

несмотря на ворчание жены по поводу "плюшкинской кучи", то этот телевизор сразу же был найден, и неисправный телевизор был заменён на исправный, поскольку по габаритам эти телевизоры были приблизительно одинаковы.

шлось заняться изготовлением самодельного устройства, позволяющего увеличить число входов.

Рис. 3



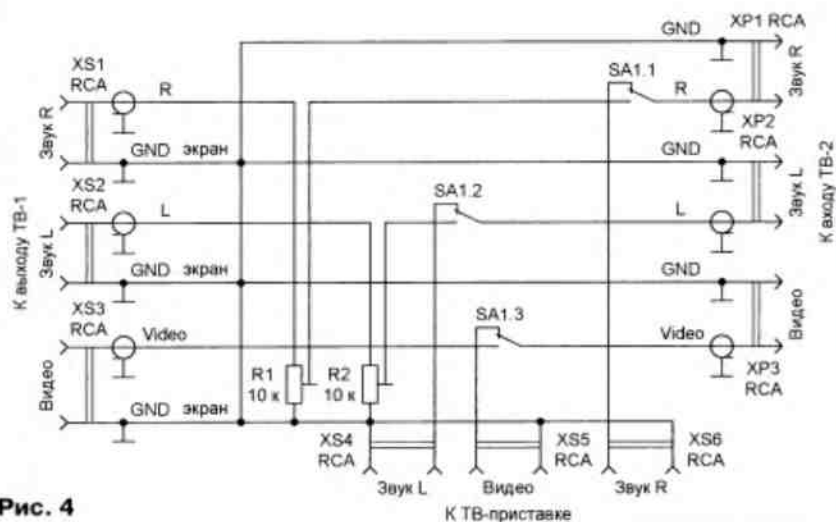


Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

Возможный способ крепежа устройства показан на рис. 6. Устройство прикреплено к боковой стенке кухонного телевизора с помощью коротких саморезов. Для облегчения заворачивания саморезов в боковой стенке телевизора были предварительно сделаны отверстия сверлом диаметром 2 мм. Во избежание случайной порчи внутренних компонентов телевизора сверло в патроне дрели следует закрепить так, чтобы оно выходило за пределы патрона не более чем на 5 мм.

При наличии всех необходимых компонентов устройство можно изготовить буквально за вечер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шумилов А. Вариант крепления и питания телевизионной приставки DVB-T2. — Радио, 2023, № 7, с. 22, 23.
2. Шумилов А. Вариант удлинителя ПДУ или просмотр "цифры" на старом телевизоре. — Радио, 2023, № 9, с. 33–38.

Ряд предприятий Министерства электронной промышленности, не ожидая начала серийного производства на Фрязинском опытно-показательном заводе полупроводников созданной в НИИПЭ серии 110, приступили к самостоятельной работе по проектированию кремниевых интегральных (твёрдых) схем. Инженеры Воронежского ОКБ 111 в декабре 1965 г. закончили научно-исследовательские работы по теме "Титан" и в лабораторных условиях разработали десятиэлементные приборы — будущую серию 104 диодно-транзисторной логики. Уже в начале 1967 г. на Воронежском заводе полупроводников (ВЗПП) было налажено опытное производство и выпущено 25000 микросхем серии 104 (фото 1). Главным конструктором темы "Титан" был В. И. Нишкин.

Здесь отмечу, что микросхемы серии 110, разработанные НИИПЭ в 1965 г., были освоены опытным производством и в 1966 г. переданы на Фрязинский завод полупроводников для серийного производства в январе 1967 г.

Работа по созданию серии 106 транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) по теме "Таран" (фото 2) была проведена тем же коллективом разработчиков в Воронеже. Причём началась она в одно и то же время с темой "Титан", в третьем квартале 1965 г. ОКР были завершены опытным производством только в конце 1968 г. Видимо, технологические особенности элементов микросхем этой серии потребовали большей работы и совершенствования процессов производства. Конструкторы использовали диэлектрическую изоляцию элементов для повышения стойкости к



фото 1

Через тернии — к микросхемам

Часть 5.

Серии цифровых микросхем

А. ЧЕЧНЕВ, ГБПОУ КС 54, г. Москва

различным факторам. Таким образом, получается, что первая отечественная серийная ТТЛ-микросхема была разра-

роприборов. Кстати, некоторые источники приписывают создание этой серии Ленинградскому КБ-2 и конкретно Фи-

липпу Георгиевичу Старосу. По целому ряду документально подтверждённых фактов, склоняюсь к первому варианту. В НИИ молекулярной электроники главным конструктором работ по теме "Микроватт" был инженер А. В. Лубашевский. Выполненные работы послужили основой для создания таких микросхем как серия 113 ("Микроватт 1"), 114 ("Иллюминатор") и 115 ("Микроватт 2"). При этом серия 114 позже стала однокристалльной, а в сериях 113 и 115 появились керметные резисторы вместо диффузионных. Особенно широко использовались бескорпусные полупроводниковые микросхемы серии 111 для создания больших микросхем частного применения и микросхем серии 114, содержащих в корпусе несколько микросхем серии 111. Из любопытного — в начале 70-х годов прошлого века серия 111 выпускалась десятками миллионов штук в год (фото 5). При этом найти сейчас её экземпляры крайне затруднительно.

Всем известную серию 155 (133) ТТЛ в 1965 г. начали разрабатывать инженеры НИИПЭ по теме "Партнёр", основываясь на техническом задании

В настоящее время созданные в ходе ОКР кремниевые интегральные схемы типов ТС-1, ТС-3 освоены в серийном производстве на Воронежском заводе полупроводниковых приборов (акт от 4.1-67 г.)

Фото 1



Фото 1

СЛУЖЕБНАЯ ЗАПИСКА

№ СЛ-186 11.11.1969 г.

О назначении комиссии по приемке выполненной ОКР

В соответствии с тематическим планом на 1969г. предприятием п/я Р-6644 выполнена и предъявлена опытно-конструкторская работа по теме "Разработка системы интегральных логических схем с максимальной потребляемой мощностью на 1 вентиль 2 мвт" (шифр "ТУР-1"), для приемки указанной работы

Фото 2

ботана и впервые успешно освоена на производстве на Воронежском заводе полупроводников.

Микросхемы ТТЛ серии 134 с низким потреблением (2 мВт на вентиль) были разработаны в апреле 1969 г. и начали выпускаться на ВЗПП с 1972 г. Тема "Тур-1" — тоже разработка ОКБ этого завода. Всего к концу указанного года произведено 64000 шт. (фото 3 и фото 4).

О разработанной в июле 1967 г. серии К111 (тема "Микроватт") на настоящий момент известно немного, найденная информация крайне скудна. Возможно, это связано с широким применением в аппаратуре специального назначения, в том числе и космической. Если предположить, что первая буква названия темы имеет строгое соответствие разработчику, то у серии 111, военной без префикса "К", НИР называлась "Тиран", и разработчик был другой. Осторожно предположу, что это разработка Зеленоградского НИИ мик-

С целью обеспечения потребности в ИС серии И14 в 1979 г. в соответствии с приказом МЭП № 320 от 04.12.78 г. ЛОЭП "Светлана" и заводом "Нуклон" проведена разработка и освоение однокристалльного варианта микросхем И14ИР1, И14ЛЛ2 и И14ЛЛ1 в полупроводниковом исполнении.

В соответствии с п.1.6. указанного приказа предусматривалось принять решение по переводу остальных типов ИС серии И14 в однокристалльный вариант и о дальнейшем распределении работ между предприятиями.

Фото 5

П Р И К А З Ы В А Ю:

1. Начальнику 9 Главного управления г. КОМЛЕВУ и директору предприятия п/я 2021 г. ВАЛНОВУ включить в тематический план разработку интегральных схем с параметрами, аналогичными серии SN-54.

Фото 6



Фото 7

Опытным заводом "Микрон" при НИИЭ в 1969 г. освоено выпуск 6 типов ТТЛ схем и 5 типов СМТ (40 типонаименований). В течение 1969г. выпущено 162 тыс.шт. схем. Из них поставлено для комплектации систем "С-300" и "Ряд" 33 тыс. (при заказе 93 тыс.) и 32 тыс. (при заказе 82 тыс.шт.). Поставки схем СМТ для машин "Ряд" в 1969г. составили 18,3 т. шт. Для машин "Ряд" выполнялись поставки 15 типов (не поставлялось 2 типа). Для изделий "С-300" выполнялись поставки 6 типов схем ТТЛ и 10 типов линейных схем (не поставлялось 1 тип).

Фото 8

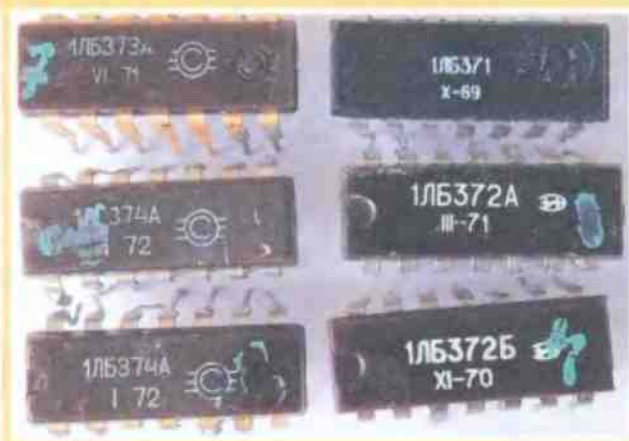


Фото 9

TYPE ††	FUNCTION	Prop. Delay @ 25°C ns Typ		Total Power Dissipation mW Typ.
		t _{PL}	t _{PH}	
MC301/MC351	5-Input OR/NOR Gate	7.5	7.5	37
MC302/MC352A	R-S Flip-Flop w/Buffered Outputs	10.5**	11.5†	43
- /MC352	R-S Flip-Flop	10.5**	11.5†	40
MC303/MC353	Half-Adder	7.0	8.0	63
MC304/MC354	Bras Driver	—	—	18
MC305/MC355	Gate Expander	5.0	4.0	—
MC306/MC356	3-Input OR/NOR Gate	7.5	7.0	37
MC307/MC357	3-Input OR/NOR Gate	7.5	7.0	15
MC308/MC358A	AC-Coupled J-K Flip-Flop w/Buffered Outputs	8 **	10 †	87
- /MC358	AC-Coupled J-K Flip-Flop	8 **	10 †	50
MC309/MC359	Dual 2-Input NOR Gate	6.5	8.0	54
MC310/MC360	Dual 2-Input NOR Gate	6.5	8.0	54
MC311/MC361	Dual 2-Input NOR Gate	6.5	8.0	41
MC312A/MC362A	Dual 3-Input NOR Gate w/Buffered Outputs	7.5	7.0	70
MC312/MC362	Dual 3-Input NOR Gate	7.5	7.0	54
MC313F/MC363F	Quad 2-Input NOR Gate	6.5	8.0	125
MC314/MC364	AC-Coupled J-K Flip-Flop	12 **	13 †	118
MC315/MC365	Line Driver	14	12	270
MC316/MC366	Lamp Driver	—	—	135
MC317/MC367	Level Translator — MECL to Saturated Logic	30 **	25 †	63
MC318/MC368	Level Translator — Saturated Logic to MECL	17	16.5	105
- /MC369F	Dual 4-Input Clock Driver/High-Speed Gate	3	3	250
- /MC369G	Dual 2-Input Clock Driver/High-Speed Gate	3	3	250

†† MC300 Series -55 to +125°C **L.
MC350 Series 0 to +75°C IL.

1. Пересмотреть план производства ИС в объединении "Светлана" на 1970 и 1971-75г.г. в сторону его резкого увеличения, имея в виду скорейшее освоение разработанных схем / "Игра-1" "Игра-2" - 70г./ и наращивание мощностей по производству монолитных ИС. *по плану от 86 гос. во. в. в. в.*

Фото 10

НИЦЭВТ для ЭВМ "Ряд" и системы "С-300", но в марте 1966 г., согласно приказу министра Шокина Александра Ивановича, работа была передана в Научно-исследовательский институт микроэлектроники (НИИМЭ) в Зеленограде, тема — "Логика-2" ("Логика-1В") (фото 6, фото 7).

В процессе работы были воспроизведены номенклатура и параметры серии 54 фирмы Texas Instruments. Был выполнен большой объем работ по совершенствованию и стабилизации технологии интегральных схем (ИС). Внедрена технология диффузии мышьяка, введены существенные усовершенствования в технологию изготовления фотошаблонов и стабилизацию

процесса фотолитографии и сборки. Всего под руководством главного конструктора О. Л. Крамаренко было завершено девять опытно-конструкторских работ по созданию ТТЛ-микросхем. Запуск в опытное производство произошёл во втором квартале 1969 г.

Сначала промышленное производство микросхем "Логика-2" и "Логика-1В" было налажено на четырёх заводах министерства: "Микрон", "Мион" в Минске, "Экситон" и "Мезон". В 1970 г. они суммарно произвели 2,6 млн годных изделий при производственных мощностях в 7,5 млн шт.

При этом в 1969 г. производство ИС "Логика-2" осуществлялось только заводом "Микрон" и было начато освоение производства на заводе "Мион" в Минске, но ввиду неотработанной технологии план был выполнен по двум заводам только на 52 %. В 1972 г. производство серий 133 и К155 уже велось на девяти заводах МЭП с итогом по году в 15 млн шт. В это же время и для тех же задач в НИИМЭ были завершены разработки линейно-импульсных ИС для обеспечения памяти вычислительных машин на ферритах и усилителей, предназначенных для работы совместно с логическими схемами по темам "Исполин" (серия 146) — всего шесть типов, "Исток" (140УД1А) — один тип, "Иероглиф" (серия 150) — два типа, "Ильмень" (серия 124) — один тип, таким образом, всего десять типов (фото 8).

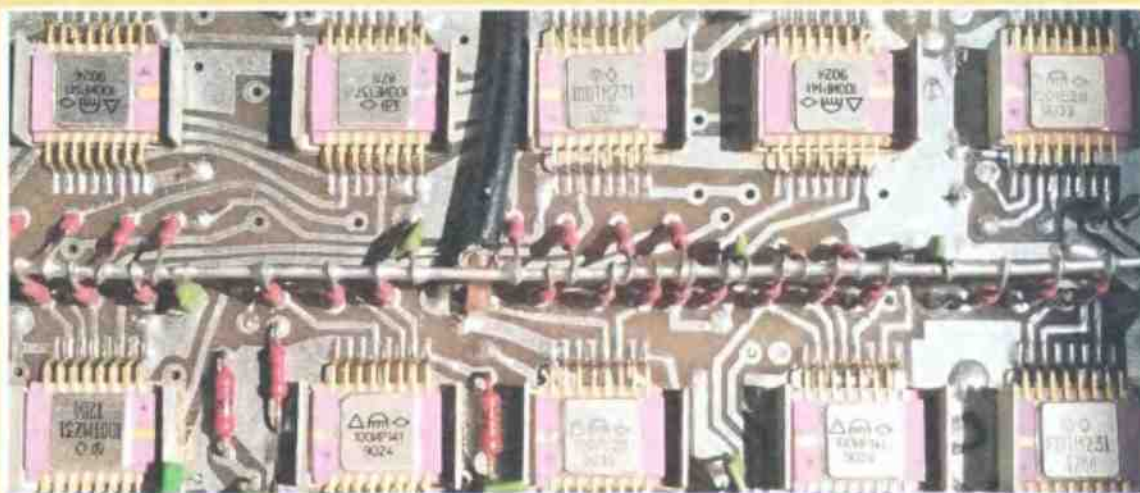


Фото 11

Первые работы над микросхемами на основе токовых ключей эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ) начались в американской компании "Моторола" в самом начале 60-х годов двадцатого века. Разработчик серии ЭСЛ MECL MC300 (таблица) Narud J. A. получил авторское свидетельство US3.259.761 в 1966 г.

В СССР по требованиям разработчиков вычислительной техники для систем обороны страны к июлю 1968 г. в НИИМЭ завершились НИР по созданию отечественных микросхем на токовых переключателях. Вначале были созданы

серии Д34 и Д35, отличавшиеся временем задержки 4 нс и 8 нс. Главным конструктором первой ("Истра-1") был В. Я. Контарёв, второй — О. Л. Крамаренко (тема "Игра-1") и инженеры Ленинградского СКТБ объединения "Светлана". В результате проведённой работы появилась серия К137 (191 военная) ЭСЛ. Получилось так, что в Зеленограде разработали микросхемы 1ЛБ371, 1ЛБ372 и 1ЛП371, на "Светлане" — 1ЛБ373 и 1ЛБ374. ОКР назывались "Истра 3", "Истра 4" и "Игра" соответственно (фото 9). Ещё одна серия ЭСЛ К187 была разработана по ОКР

"Игра-2" тоже в СКТБ Ленинградского объединения "Светлана" (фото 10).

За разработку всех последующих серий ЭСЛ-микросхем отвечал уже Николай Михайлович Луканов, сотрудник НИИ молекулярной электроники. Разработка 12 типов микросхем серии К138 (тема "Искра") была завершена им в 1969 г., а с 1972 г. началось и серийное производство известных ЭСЛ-микросхем серий 100, К500 и бескорпусной серии 700 на заводе "Микрон" (фото 11).

(Окончание следует)

Автономное охранное устройство-2

С. СЕМИХАТСКИЙ, г. Ейск Краснодарского края

Прошло уже практически двенадцать лет с тех пор, когда была опубликована статья с таким названием [1]. За это время произошли большие изменения. Прежде всего, это касается статей об охранных сигнализаторах, использующих сотовые телефоны и радиоканал. Они почти полностью исчезли. А вот устройства автосигнализации (частный случай автономных охранных устройств) продолжают процветать. И это несмотря на то что, к сожалению, автомобили угоняли, угоняют и будут угонять! Значит, интерес к автономным охранным устройствам не пропадает. Вниманию радиолюбителей предлагается значительно упрощённый, по сравнению с [1], вариант охранного устройства, причём без потери технических и функциональных возможностей.

Схема устройства показана на рис. 1. Так же, как и в [1], к нему подключаются контакты исполнительных реле двух промышленных охранных датчиков. Первый — "Астра-С" — извещатель охранный поверхностный звуковой ИО329-5, который реагирует на разрушение оконных стёкол [2], второй — инфракрасный датчик движения Reflex фирмы Texesom [3] (рис. 2). Контакты их реле обозначены на схеме соответственно К1.1 и К2.1 и соединены последовательно. Пока на датчики не подано напряжение питания 12 В, эти контакты разомкнуты.

Работает автономное охранное устройство следующим образом. После включения устройства выключателем SA1 (сдача объекта под охрану) на стабилизатор напряжения DA2 через диод VD6 поступает напряжение от

сетевого источника питания на трансформаторе Т1 и выпрямителе на диодном мосте VD1—VD4 или через диод VD5 от батарей резервного питания GB1 и GB2. При этом напряжение питания 12 В на выходе стабилизатора появляется в любом случае. Через 2 с после этого приходят в рабочее состояние контакты датчика "Астра-С", а через 40 с замыкаются контакты датчика Reflex. Ток, потребляемый первым датчиком в режиме покоя, не превышает 12 мА, а вторым датчиком — 10 мА.

Сигнал тревоги не должен звучать, пока оба датчика не пришли в рабочее состояние, а человек, включивший сигнализацию, не покинул охраняемое помещение или зону. Чтобы запретить его подачу на это время (не менее 40 с), предназначено устройство задержки, выполненное на микросхеме параллельного стабилизатора напряжения DA3, которая включена по схеме компаратора напряжения. В начальный момент времени, после включения выключателя SA1, напряжение на конденсаторе С4 близко к нулю, компаратор закрыт, и напряжение на резисторе R6 также близко к нулю (оно не превышает несколько десятков милливольт за счёт токов утечки микросхемы DA3 и таймера DA1). Конден-

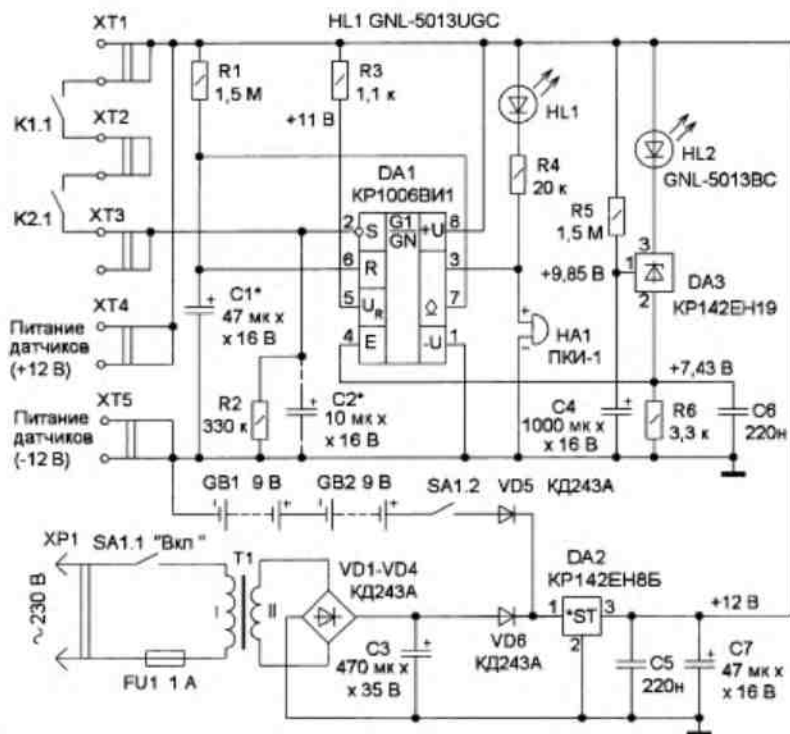


Рис. 1



Рис. 2

тор таймера DA1, который снимет блокировку по входу E. Больше компаратор в работе устройства не принимает участия, а конденсатор C4 продолжает заряжаться. Постоянные напряжения в установившемся режиме показаны на схеме. Охранное устройство готово к работе.

Сигналом срабатывания датчика "Астра-C" служит размыкание на 7 с контактов K1.1. Уровень напряжения на входе S таймера DA1 при этом становится низким, а на его выходе (вывод 3) — высоким. В таймере DA1 закрывается внутренний транзистор, коллектор которого подключен к выводу 7, начинается зарядка конденсатора C1 через резистор R1. Светодиод HL1 при этом гаснет, а на звуковой извещатель HA1 поступает напряжение питания. Он подаёт звуковой сигнал громкостью 105 дБ. Потребляемый извещателем ток — 20...40 мА. Сигнал будет звучать, пока напряжение на конденсаторе C1 не достигнет верхнего порога срабатывания таймера DA1, который в данном случае равен 11 В. При указанных номиналах резистора R1 и конденсатора C1 время звучания сирены составляет около 3 мин, его можно изменить подборкой резистора R3.

В случае, когда в зоне действия датчика Reflex перемещается человек, контакты K2.1 периодически размыкаются приблизительно на 5 с. Каждое их размыкание инициирует описанный выше процесс подачи звукового сигнала тревоги. В некоторых случаях возможны ложные срабатывания устройства, вызванные короткими импульсами помех от установленного поблизости электрооборудования, наводимыми на провода, соединяющие датчики с ним. Чтобы избавиться от них, можно ввести задержку включения сигнала тревоги (но не более 5 с), для этого достаточно установить конденсатор C2, показанный на схеме штриховой линией, и подобрать его для получения необходимой задержки.

Большинство деталей устройства установлены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм, чертёж которой приведён на рис. 3. Применены резисторы — МЛТ, C2-23, оксидные конденсаторы — К50-35 или аналогичные импортные, остальные конденсаторы — К73-17, К10-17 либо аналогичные импортные. Диоды КД243А можно заменить диодами серии 1N400х. Микросхему КР142ЕН19 [4] можно заменить микросхемой TL431AC или аналогичной, при этом следует обратить внимание на отличие в цоколёвке. Микросхему КР142ЕН8В можно заменить импортным аналогом LM7812, вместо таймера КР1006BVI1 можно применить его импортный аналог NE555. Контакты XT1—XT5 — клеммники двухконтактные 301-021-12. Трансформатор T1 — любой малогабаритный, обеспечивающий ток вторичной обмотки 200...500 мА и напряжение на выходе выпрямителя 20...25 В. Вид смонтированной платы показан на рис. 4.

В качестве резервных источников питания применены гальванические батареи типоразмера 6F22 ("Крона-ВЦ",

сатор C6 предназначен для защиты от ложных срабатываний при включении охранного устройства. Порог включения таймера DA1 (КР1006BVI1) по входу E (вывод 4) составляет около 0,6 В при напряжении питания 12 В, и пока оно не достигнет этого значения, на выходе таймера (вывод 3) будет напряжение низкого уровня, поэтому светодиод HL1 зелёного свечения включён, а звуковой извещатель HA1 обесточен.

Начинается зарядка конденсатора C4 через резистор R5. При этом необходимо отметить один очень важ-

ный момент. Так как переходная характеристика микросхемы КР142ЕН19 в области напряжения 2,5 В и малых токов имеет плавный перегиб, а постоянная времени зарядки цепи R5C4 велика, переключение компаратора происходит плавно. Поэтому плавно нарастает и яркость светодиода HL2 синего свечения, который сигнализирует о том, что объект сдаётся под охрану. Когда напряжение на резисторе R6 достигнет значения 0,6 В, а для указанных номиналов элементов R5 и C4 это произойдёт приблизительно через 4,5 мин, закроется внутренний транзис-

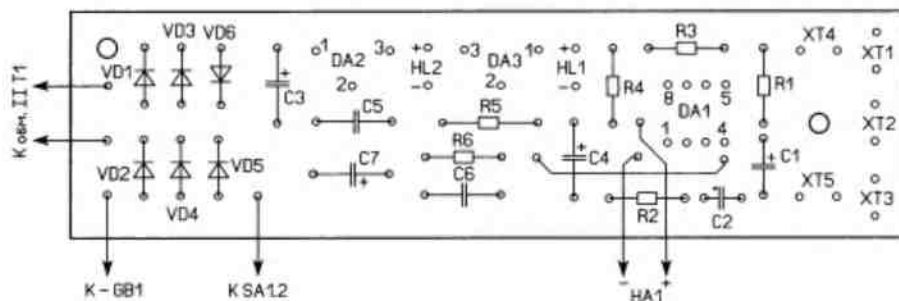
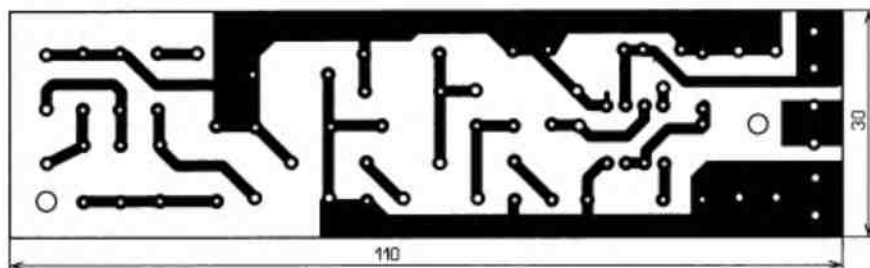


Рис. 3

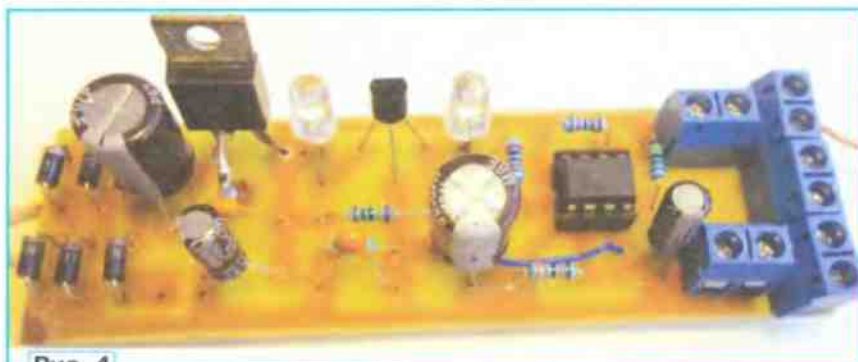


Рис. 4

"Корунд"). Потребляемый от них ток в дежурном режиме не превышает 30 мА, а при подаче сигнала тревоги — 50 мА. Работоспособность устройства сохра-

няется при снижении суммарного напряжения батарей GB1 и GB2 до 11 В, при этом напряжение на выходе стабилизатора DA2 уменьшается до 9 В.

К устройству можно подключить любое число охранных датчиков, соединяя их исполнительные контакты последовательно. Оно ограничено лишь мощностью сетевого блока питания и ёмкостью резервных батарей. Кроме активных датчиков, к устройству можно подключать и пассивные, например, герконовые датчики SMK-1 [5], различные охранные шлейфы из тонкого медного провода (на разрыв). Более того, ещё каких-нибудь 20 лет назад в качестве датчиков разбития стекла в промышленных масштабах использовали тонкую узкую фольгу из алюминия, которую приклеивали по периметру каждого стекла на окне, соединяли их последовательно, и получившийся шлейф подключали к охранному устройству.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семихатский С. Автономное охранное устройство. — Радио, 2012, № 7, с. 34, 35.
2. "Астра-С". Извещатель охранный поверхностный звуковой ИО329-5. Руководство по эксплуатации. — URL: <https://clck.ru/3964hP> (28.02.24).
3. Пассивный инфракрасный извещатель Texcom Reflex/Reflex Quad. — URL: <https://clck.ru/3965Pj> (28.02.24).
4. KP142EH19. — URL: <https://clck.ru/3965We> (28.02.24).
5. Сигнализатор магнитоконтактный SMK-1. — URL: https://m-kontakt.ru/produkt/datch_dlya_magn_konstr/smk_102_1 (28.02.24).

От редакции. Чертеж печатной платы находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/04/security.zip> на нашем FTP-сервере.

Шифратор и дешифратор пропорционально-дискретных команд для многоканальной системы дистанционного управления моделями

О. ИЛЬИН, г. Казань

Полосовой фильтр 3Z1 селектора-формирователя управляющих импульсов дискретных команд АЗ пропуска-

ет колебания частотой F_1 и подавляет колебания других частот, вследствие чего на выходе этого фильтра во время действия дискретной команды частотой F_1 , формируемой нажатием на кнопку 3SB1, появляется напряжение $U_{\text{вых}3Z1}$,

представляющее собой пачки следующих с периодом T синусоидальных колебаний частотой F_1 . Эти пачки синусоидальных колебаний поступают на вход амплитудного детектора 3У1, формирующего из них постоянное напряже-

Окончание.

Начало см. в "Радио", 2024, № 3

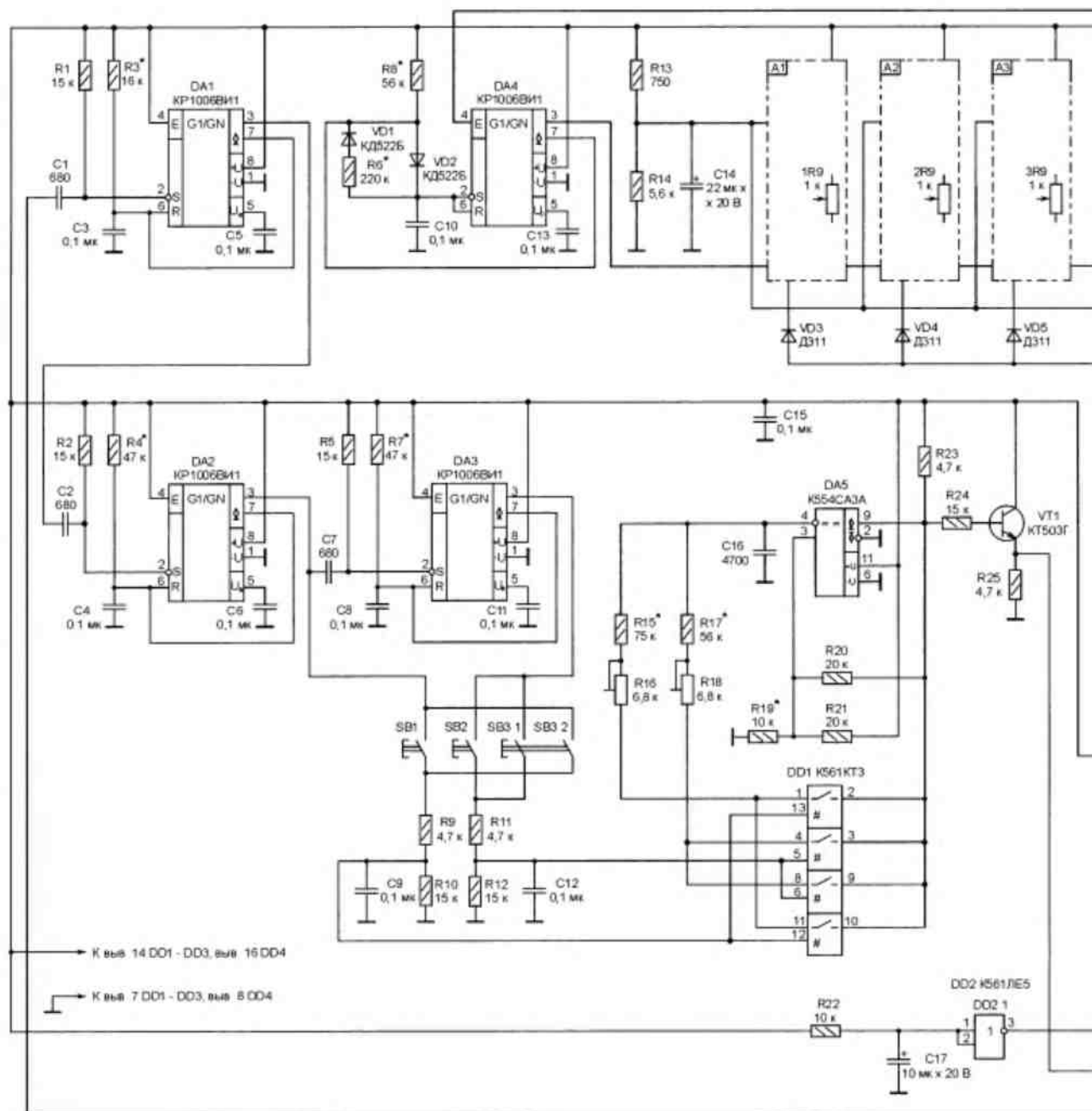


Рис. 6

ние, которое с выхода амплитудного детектора подается на первый вход порогового устройства 3U2. При превышении этим напряжением напряжения, подаваемого на второй вход порогового устройства 3U2 с выхода функционального узла G1, на выходе порогового устройства 3U2 формируется импульсный перепад напряжения $U_{\text{вых.3U2}}$ с низкого на высокий логический уровень, что приводит в действие исполнительное устройство, подключенное к выводу 5 дешифратора пропорционально-дискретных команд.

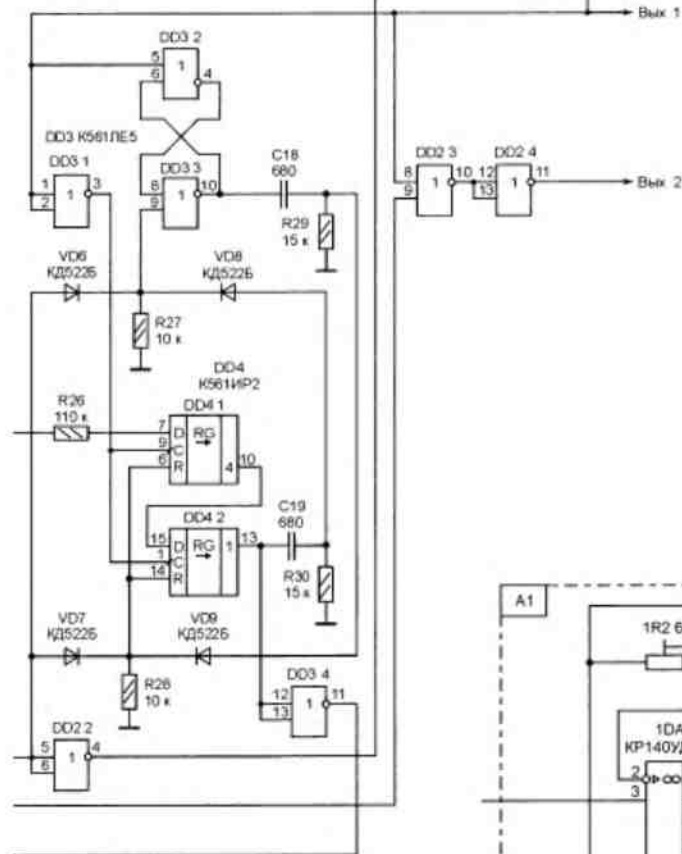
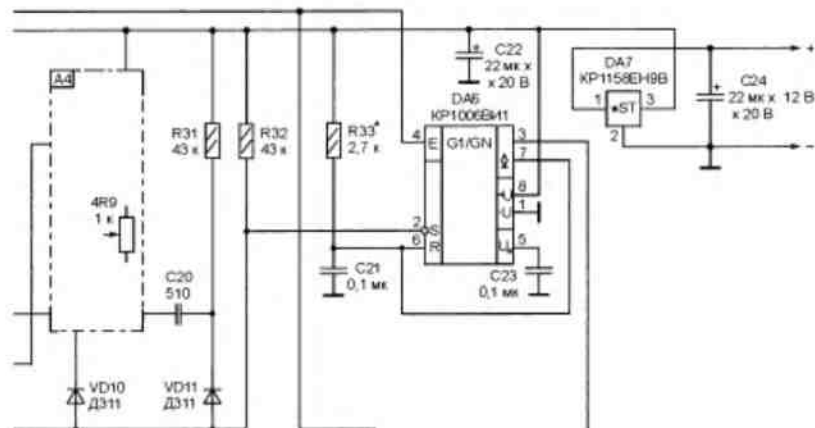
Селектор-формирователь управляющих импульсов дискретных команд

A4, полосовой фильтр которого 4Z1 настроен на частоту F_2 , работает аналогичным образом и при наличии дискретной команды частотой F_2 , формируемой нажатием на кнопку 3SB2 шифратора, приводит в действие исполнительное устройство, подключенное к выводу 6 дешифратора пропорционально-дискретных команд.

При нажатой кнопке 3SB3 шифратора каналные послышки двух дискретных команд представляют собой поочередно следующие с периодом T пакеты синусоидальных колебаний частотами F_1 и F_2 . Поскольку напряжение на выходе амплитудных детекторов 3U1, 4U1 за

счет соответствующего выбора постоянной времени их интеграторов не успевает существенно измениться за время T , на этом временном интервале не изменяется и выходное напряжение пороговых устройств 3U2, 4U2, вследствие чего подключенные к выводам 5, 6 дешифратора пропорционально-дискретных команд исполнительные устройства могут быть приведены в действие одновременно.

Если одновременного исполнения двух дискретных команд не требуется, а необходимо исполнение в любой последовательности трех дискретных команд, которые формируются соот-



ответственно нажатием на одну из кнопок 3SB1—3SB3 шифратора, сигналы управления исполнительными устройствами снимают с выходов 7—9 дешифратора пропорционально-дискретных команд.

При нажатой кнопке 3SB1 шифратора на вход 1 распределителя управляющих импульсов дискретных команд D1 с выхода функционального узла A3 поступает напряжение высокого логического уровня, а на вход 2 с выхода функционального узла A4 — низкого логического уровня, при этом на выходе 1 функционального узла D1 формируется напряжение высокого логиче-

ского уровня, которое подается на выход 7 дешифратора пропорционально-дискретных команд и приводит в действие исполнительное устройство, подключенное к этому выходу дешифратора.

При нажатой кнопке 3SB2 шифратора на вход 2 распределителя управляющих импульсов дискретных команд D1 с выхода функционального узла A4 поступает напряжение высокого логического уровня, а на вход 1 с выхода функционального узла A3 — низкого логического уровня, при этом на выходе 2 функционального узла D1 формируется напряжение высокого логического уровня, которое подается на выход 8 дешифратора пропорционально-дискретных команд и приводит в действие исполнительное устройство, подключенное к этому выходу дешифратора.

При нажатой кнопке 3SB3 на входы 1 и 2 распределителя управляющих импульсов дискретных команд D1 с выходов функциональных узлов A3 и A4 поступает напряжение высокого логического уровня, при этом на выходе 3 функционального узла D1 формируется напряжение высокого логического уровня, которое подается на выход 9 дешифратора пропорционально-дискретных команд и приводит в действие исполнительное устройство, подключенное к этому выходу дешифратора. Кроме того, поскольку при нажатой кнопке 3SB3 напряжение высокого логического уровня присутствует и на выходах 5, 6 дешифратора пропорционально-дискретных команд, этой кнопкой в действие могут быть приведены одновременно сразу три исполнительных устройства, подключенных соответственно к выходам 5, 6 и 9 дешифратора.

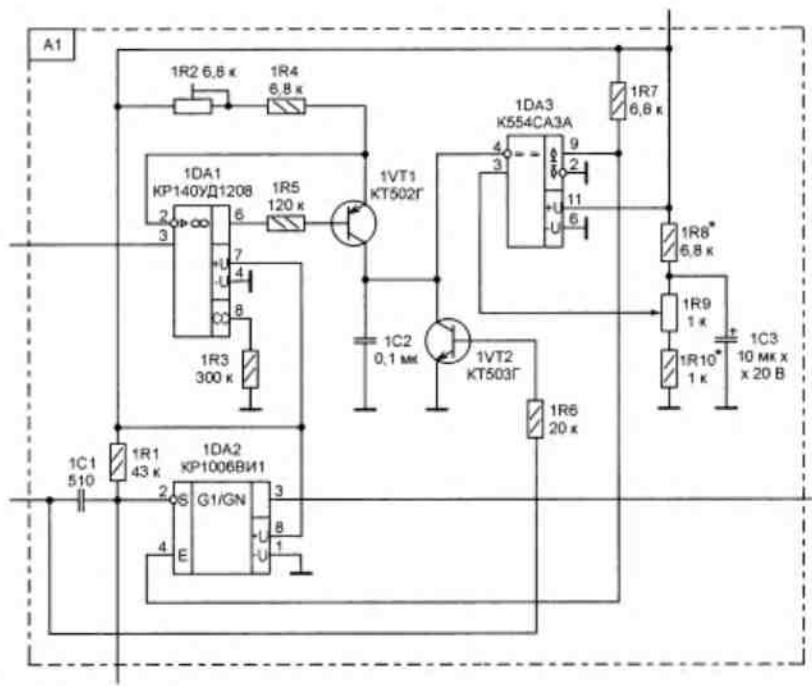


Рис. 7

Схема шифратора пропорционально-дискретных команд показана на рис. 6. Формирователи канальных импульсов А1—А4, интегральные таймеры DA4, DA6, конденсаторы C10, C13, C14, C20, C21, C23, резисторы R6, R8, R13, R14, R31—R33 и диоды VD1—VD5,

VD10, VD11 образуют шифратор пропорциональных команд (А1 на рис. 1).

На интегральном таймере DA4, диодах VD1, VD2, резисторах R6, R8 и конденсаторах C10, C13 выполнен генератор прямоугольных импульсов (1G1 на рис. 1). Конденсаторы C10, C13 — вре-

мязадающий и фильтрующий соответственно. Диоды VD1, VD2 служат для разделения направления протекания тока разрядки и зарядки конденсатора C10 соответственно. Длительность t генерируемых импульсов задана резистором R8, а длительность паузы между

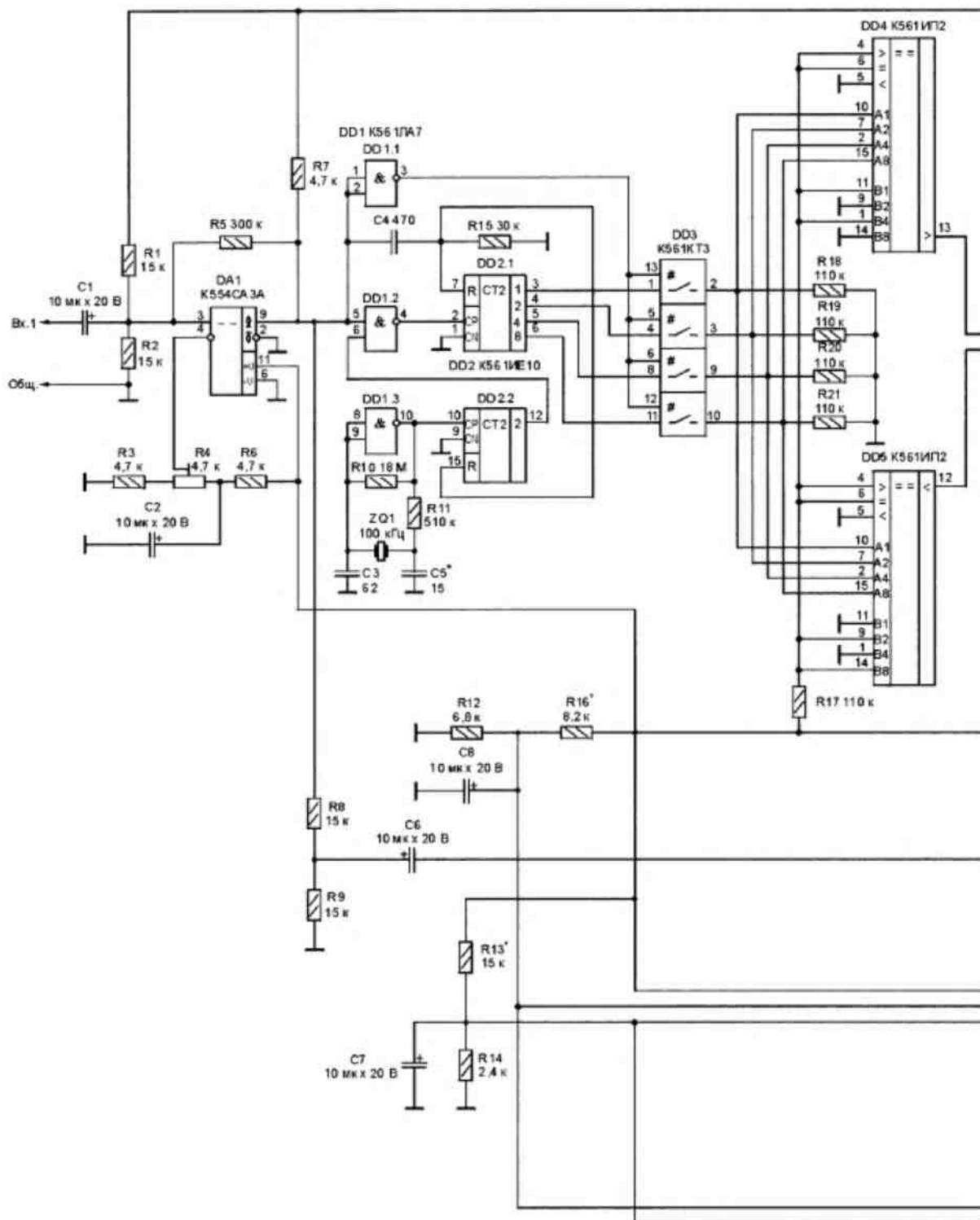


Рис. 8

напряжения 1R8—1R10; фильтрующий конденсатор 1C3.

Источник образцового напряжения ГСТ — делитель напряжения R13R14 и фильтрующий конденсатор C14 (см. рис. 6). Резисторы 1R2 (подстроечный) и 1R4 задают выходной ток ГСТ. Резистор 1R3 определяет режим работы ОУ 1DA1. Резисторы 1R5, 1R6 ограничивают ток базы транзисторов 1VT1 и 1VT2 соответственно.

Кратковременный перепад напряжения с высокого на низкий логический уровень, поступающий на вход S интегрального таймера 1DA2 с выхода дифференцирующей цепи 1R1-1C1, вход которой соединён с выходом генератора прямоугольных импульсов, собранного на интегральном таймере DA4 (см. рис. 6), устанавливает интегральный таймер 1DA2 в единичное состояние. В это же время через резистор 1R6 на базу транзистора 1VT2 с выхода того же генератора поступает перепад напряжения с высокого на низкий логический уровень, переводящий транзистор 1VT2 из открытого в закрытое состояние. Конденсатор 1C2, разряженный через открытый транзистор 1VT2, после его закрытия заряжается по линейному закону выходным током ГСТ, при этом напряжение с верхней по схеме обкладки конденсатора 1C2 поступает на инвертирующий вход компаратора 1DA3.

В момент запуска одновибратора напряжение на неинвертирующем входе компаратора 1DA3, заданное резисторами 1R8—1R10, превышает напряжение на его инвертирующем входе, при этом на выходе компаратора 1DA3 формируется напряжение высокого логического уровня, которое поступает на вход E интегрального таймера 1DA2, разрешая его работу.

В момент превышения напряжением на конденсаторе 1C2 напряжения, приложенного к неинвертирующему входу компаратора 1DA3, компаратор 1DA3 переключается в противоположное состояние. В результате этого на вход E интегрального таймера 1DA2 с выхода компаратора 1DA3 поступает напряжение низкого логического уровня, следствием чего является появление напряжения низкого логического уровня и на выходе интегрального таймера 1DA2, при этом процесс формирования канального импульса длительностью τ_1 ($U_{\text{max}}/I_{\text{out}}$ на рис. 2) заканчивается. Длительностью τ_1 канальных импульсов управляют, регулируя переменным резистором 1R9 пороговое напряжение, приложенное к неинвертирующему входу компаратора 1DA3.

Функциональные узлы A2, A3, A4 по схеме аналогичны функциональному узлу A1 и имеют общий с ним источник образцового напряжения соответствующих ГСТ — делитель напряжения R13R14C14 (см. рис. 6). Длительностью τ_2, τ_3, τ_4 канальных импульсов функциональных узлов A2, A3, A4 управляют переменными резисторами 2R9, 3R9, 4R9 соответственно.

На интегральном таймере DA6, резисторе R33, времязадающем C21 и

фильтрующем C23 конденсаторах собран одновибратор (1U5 на рис. 1) — формирователь синхронных импульсов канальных посылок пропорциональных команд. Резистор R31, диоды VD3—VD5, VD10, VD11, дифференцирующая цепь R32C20 и дифференцирующие цепи, входящие в состав функциональных узлов A1—A4, формируют импульсы запуска этого одновибратора. Длительность τ_0 формируемых на его выходе синхронных импульсов канальных посылок пропорциональных команд и соответственно длительность импульсов напряжения U_{max} на выходе 1 шифратора пропорционально-дискретных команд равна 0,3 мс.

На микросхемах DD3, DD4, конденсаторах C18, C19 и резисторах R27—R30 собран узел выделения синхропаузы (A2 на рис. 1). Логический элемент 2ИЛИ-НЕ DD3.1 — инвертор (2U1 на рис. 1). Логические элементы 2ИЛИ-НЕ DD3.2 и DD3.3 образуют RS-триггер (2D1 на рис. 1), а микросхема DD4 — пятиразрядный сдвиговый регистр (2D2 на рис. 1). Формирователь напряжения высокого логического уровня (2G1 на рис. 1) — интегральный стабилизатор напряжения DA7, выход которого подключён к информационному входу сдвигового регистра DD4 (выв. 7 DD4.1) через токоограничивающий резистор R26. Дифференцирующие цепи R29C18 и R30C19 — формирователи коротких импульсов (2U2 и 2U3 на рис. 1 соответственно).

Интегрирующая цепь R22C17, включённые инверторами логические элементы 2ИЛИ-НЕ DD2.1, DD2.2, одно-резисторные цепи VD6VD8R27, VD7VD9R28, выполняющие функцию логических элементов 2ИЛИ, образуют функциональный узел (на рис. 1 не показан), обеспечивающий в момент формирования на линии питания шифратора пропорционально-дискретных команд напряжения +9 В установку RS-триггера, образованного логическими элементами DD3.2, DD3.3, регистра сдвига DD4 и интегральных таймеров DA4, DA6 в начальное нулевое состояние, а также обнуление в соответствующие моменты времени этих сдвигового регистра и RS-триггера выходными импульсами дифференцирующих цепей C18R29, C19R30.

Функциональные узлы шифратора дискретных команд (A3 на рис. 1) образованы следующими элементами: инвертор 3U2 — логическим элементом 2ИЛИ-НЕ DD3.4; формирователь коротких импульсов 3U4 — дифференцирующей цепью R1C1; одновибратор 3U6 — интегральным таймером DA1, конденсаторами C3, C5, резистором R3; формирователь коротких импульсов 3U1 — дифференцирующей цепью R2C2; одновибратор 3U3 — интегральным таймером DA2, конденсаторами C4, C6, резистором R4; формирователь коротких импульсов 3U5 — дифференцирующей цепью R5C7; одновибратор 3U7 — интегральным таймером DA3, конденсаторами C8, C11, резистором R7; управляемый цифровым кодом генератор прямоугольных импульсов 3G1 — компаратором DA5, четырёхканальным электронным коммутатором DD1, тран-

зистором VT1, конденсатором C16, резисторами R9—R12, R15—R21, R23—R25.

Интегрирующие цепи R3C3, R4C4, R7C8 задают длительность τ_5, τ_6, τ_7 выходных импульсов одновибраторов, собранных на интегральных таймерах DA1, DA2, DA3 соответственно, при этом $\tau_5 = 1,8$ мс, $\tau_6 = 4$ мс, $\tau_7 = 4$ мс.

Конденсатор C16 и резисторы R15—R18 — времязадающие элементы управляемого по частоте цифровым кодом генератора прямоугольных импульсов (3G1 на рис. 1). Резисторы R19—R21 задают пороги переключения компаратора DA5. Управление частотой генерируемых импульсов производится путём дискретного изменения постоянной времени зарядно-разрядных цепей генератора 3G1 в результате замыкания между собой соответствующих сигнальных входов и выходов четырёхканального электронного коммутатора DD1 под воздействием цифрового кода, поступающего через замкнутые контакты одной из командных кнопок SB1—SB3 (3SB1—3SB3 на рис. 1) на управляющие входы генератора 3G1 (верхние по схеме выводы резисторов R8, R11) с выходов интегральных таймеров DA2, DA3, при этом $F_1 = 3000$ Гц, $F_2 = 4000$ Гц. Резисторы R10, R12 устраняют неопределённое состояние управляющих входов электронного коммутатора DD1 при разомкнутых контактах кнопок SB1—SB3. Интегрирующие цепи R9C9, R11C12 совместно с резисторами R10, R12 устраняют влияние дребезга контактов кнопок SB1—SB3 на работу генератора 3G1 и формируют временной интервал длительностью 0,7 мс между канальными посылками дискретных команд частотами F_1 и F_2 (на рис. 3, рис. 5 не показан), улучшающий различимость временных границ этих посылок при наблюдении соответствующих сигналов на экране осциллографа. Эмиттерный повторитель VT1R24R25 — буферный элемент, уменьшающий влияние нагрузки, подключаемой к выходу генератора 3G1 (например, измерительного прибора), на частоту и форму генерируемых импульсов.

Логические элементы DD2.3, DD2.4 2ИЛИ-НЕ образуют сумматор (A4 на рис. 1), реализующий логическую операцию 2ИЛИ. Интегральный стабилизатор напряжения DA7 формирует на своём выходе напряжение +9 В, которым питаются все функциональные узлы шифратора пропорционально-дискретных команд. Конденсаторы C15, C22, C24 — фильтрующие.

Схема дешифратора пропорционально-дискретных команд приведена на рис. 8. Компаратор DA1, резисторы R1—R9 и фильтрующий конденсатор C2 образуют формирователь прямоугольных импульсов (U1 на рис. 4) — триггер Шмитта. Напряжение сигнала, поступающее через разделительный конденсатор C1 на вход этого триггера, суммируется с постоянным напряжением, сформированным делителем напряжения R1R2 и резистором R5, охватывающим компаратор DA1 положительной обратной связью. При достижении суммарным напряжением поро-

гового напряжения, формируемого делителем напряжения R3R4R6, на выходе триггера Шмитта появляются прямоугольные импульсы напряжения фиксированной амплитуды с крутыми перепадами. Делитель напряжения R8R9 уменьшает амплитуду этих импульсов до уровня, обеспечивающего работу ОУ 1DA1.1, 2DA1.3 селекторов-формирователей управляющих импульсов дискретных команд А1, А2 в линейном режиме.

Функциональные узлы селектора-формирователя синхроимпульсов пропорциональных команд (А1 на рис. 4) образованы следующими элементами: генератор прямоугольных импульсов 1G1 — включённый инвертором логическим элементом 2И-НЕ DD1.3, кварцевым резонатором ZQ1, конденсаторами C3, C5 и резисторами R10, R11; делитель частоты 1U1 — двоичным счётчиком-делителем DD2.2; логический элемент 1D1 — логическим элементом 2И-НЕ DD1.2; формирователь коротких импульсов 1U2 — дифференцирующей цепью R15C4; инвертор 1U3 — логическим элементом 2И-НЕ DD1.1; счётчик импульсов 1D2 — двоичным счётчиком-делителем DD2.1; коммутатор 1S1 — четырёхканальным электронным коммутатором DD3; цифровые компараторы 1D3, 1D4 — микросхемами DD4, DD5; формирователь цифрового кода 1U4 — резисторами R18—R21; формирователи цифровых кодов 1U5, 1U6 — совокупностью электрических связей, устанавливающих на входах В1, В2, В4, В8 цифровых компараторов DD5, DD6 низкие и посредством токоограничивающего резистора R17 высокие логические уровни напряжения в соответствии со значением цифровых кодов N_1 и N_2 , при этом $N_1 = 0101_2(5_{10})$, $N_2 = 1010_2(10_{10})$; логический элемент 1D5 — логическим элементом 2И-НЕ DD1.4; формирователь коротких импульсов 1U7 — дифференцирующей цепью R23C9; инвертор 1U8 — транзистором VT1 и токоограничивающими резисторами R22, R25; одновибратор 1U9 — интегральным таймером DA2, конденсаторами C10, C11 и резистором R24.

Длительность импульсов Δt , селектируемых функциональным узлом А1, — 0,22...0,38 мс, длительность синхроимпульсов, формируемых на его выходе, — 0,3 мс.

Функциональные узлы дешифратора пропорциональных команд (А2 на рис. 4) образованы следующими элементами: амплитудный детектор 2U1 — диодом VD1, конденсатором C13 и резистором R27; пороговое устройство 2U2 — компаратором DA4 и резистором R29; формирователь коротких импульсов 2U3 — дифференцирующей цепью R30C17; счётчик-распределитель канальных импульсов 2D1 — десятичным счётчиком-делителем DD7; формирователь порогового напряжения 2G1 — делителем напряжения R26R28 и фильтрующим конденсатором C16.

Функциональные узлы селектора-формирователя управляющих импульсов дискретных команд частотой F_1 (А3 на рис. 4) образованы следующими

элементами: полосовой фильтр 3Z1 — ОУ 1DA1.1, конденсаторами 1C1, 1C2, резисторами 1R1—1R4; амплитудный детектор 3U1 — диодами 1VD1, 1VD2, конденсаторами 1C4, 1C5, резистором 1R5; пороговое устройство 3U2 — ОУ 1DA1.2.

Селекторы-формирователи управляющих импульсов дискретных команд А1, А2 отличаются по схеме один от другого лишь соотношением резисторов 1R3, 2R3, определяющих резонансные частоты $F_1 = 3000$ Гц и $F_2 = 4000$ Гц соответствующих полосовых фильтров 3Z1, 4Z1.

Делитель напряжения R12R16 обеспечивает нормальную работу ОУ 1DA1.1, 1DA1.2, 2DA1.3, 2DA1.4 при однополярном питании. Делитель напряжения R13R14 — формирователь порогового напряжения (G1 на рис. 4) Конденсатор C6 — разделительный, конденсаторы C7, C8 — фильтрующие. Дешифратор DD6 — распределитель управляющих импульсов дискретных команд (D1 на рис. 4).

Монтаж шифратора и дешифратора пропорционально-дискретных команд выполнен навесным способом на макетных платах.

В шифраторе и дешифраторе пропорционально-дискретных команд применены танталовые оксидно-полупроводниковые конденсаторы K53-16 и керамические конденсаторы K10-17А. Конденсаторы C3, C4, C8, C10, C16, C21 (см. рис. 6), конденсаторы 1C2—4C2, входящие в состав функциональных узлов А1—А4 (см. рис. 7), и конденсаторы C10, 1C1, 1C2, 2C1, 2C2 (см. рис. 8) — плёночные K73-17, их можно заменить на K73-9, K73-24.

Постоянные резисторы — C2-33, возможная замена — C2-23, МЛТ, ОМЛТ. Переменные и подстроечные резисторы — СП4-1а и СП4-1в соответственно, их можно заменить другими, подходящими по электрическим характеристикам и конструкции. Командные кнопки SB1, SB2 и SB3 (см. рис. 6) — KM1-1 и KM2-1 соответственно или любые другие подходящие.

Диоды КД522Б можно заменить диодами этой же серии или другими подобными, например, серий КД503, КД521. Германиевые диоды Д311 можно заменить диодами этой же серии или германиевыми диодами других серий с постоянным прямым напряжением не более 0,5 В, например, серий Д312, ГД402, ГД507, ГД508. Транзисторы КТ502Г, КТ503Г заменимы транзисторами этих же серий или соответственно транзисторами р-п-р и п-р-п других подходящих серий, например, КТ361, КТ315. Интегральные таймеры КР1006ВН1 можно заменить импортными аналогами серии 555. ОУ КР140УД1208 заменимы на 140УД12, К140УД12, КР140УД12, с учётом различий в типе корпуса и назначении выводов. Импортный ОУ LM324N заменим, с учётом различий в назначении выводов питания, отечественными аналогами 1401УД2А, К1401УД2А, К1401УД2Б, КМ1401УД2Б, КР1401УД2А, КР1401УД2Б. Компараторы К554СА3А заменимы на К554СА3Б или, с учётом различий в типе корпуса и

назначении выводов, на P554СА3А, К554СА301А, К554СА301Б, 521СА3, Н521СА3, 521СА301, К521СА301А, К521СА301Б, а также на импортные аналоги LM111, LM311. Микросхемы серии К561 могут быть заменены микросхемами серий К176, 564 или импортными функциональными аналогами. Интегральные стабилизаторы напряжения КР1158ЕН9В заменимы стабилизаторами напряжения этой же серии или другими, подходящими по параметрам.

Налаживание шифратора и дешифратора пропорционально-дискретных команд сводится к контролю соответствия их параметров значениям, приведённым в основных технических характеристиках. В среднем положении рукояток управления передатчика и движков его триммеров длительность t_1 , t_2 , t_3 , t_4 канальных импульсов пропорциональных команд должна быть равна 1,5 мс, а в противоположных крайних положениях рукояток управления — 1 и 2 мс соответственно. При необходимости длительность этих импульсов корректируют подстроечными резисторами 1R2—4R2 и подбором резисторов 1R8—4R8, 1R10—4R10, входящими в состав функциональных узлов А1—А4 (см. рис. 7) шифратора пропорционально-дискретных команд. Длительность t_5 синхроимпульсов канальных посылок пропорциональных команд корректируют подбором резистора R33, а период их следования T — подбором резисторов R6, R8 (см. рис. 6). Частоты $F_1 = 3000$ Гц и $F_2 = 4000$ Гц канальных посылок дискретных команд грубо устанавливают подбором резисторов R15, R17, а точно — подстроечными резисторами R16, R18 (рис. 6) соответственно. Длительность t_5 защитного временного интервала между канальными посылками пропорциональных и дискретных команд корректируют подбором резистора R3, а длительность канальных посылок дискретных команд частотой F_1 , F_2 — подбором резисторов R4, R7 (рис. 6) соответственно.

Переключения формирователя прямоугольных импульсов U1 (см. рис. 4) сигналом амплитудой не более 0,5...1 В, поступающим на вход дешифратора пропорционально-дискретных команд, добиваются подстроечным резистором R4 (см. рис. 8). Длительность импульсов, формируемых на выходе селектора-формирователя синхроимпульсов пропорциональных команд А1 (см. рис. 4), корректируют подбором резистора R24 (см. рис. 8).

Центральные частоты $F_1 = 3000$ Гц и $F_2 = 4000$ Гц полосовых фильтров 3Z1, 4Z1 селекторов-формирователей управляющих импульсов дискретных команд А3 и А4 (см. рис. 4) грубо устанавливают подбором резисторов 1R3, 2R3, а точно — подстроечными резисторами 1R2, 2R2 (см. рис. 8) соответственно. Напряжение переключения 1,2...1,5 В пороговых устройств 3U2, 4U2 селекторов-формирователей управляющих импульсов дискретных команд А3 и А4 (см. рис. 4) устанавливают подбором резистора R13 (см. рис. 8).

Повышение устойчивости работы частотомера на Arduino pro mini

С. СИДОРЕНКО, г. Раменское Московской обл.

В ходе тестовых измерений частотомера [1] выяснилось, что на высоких частотах (выше 16 МГц) при использо-

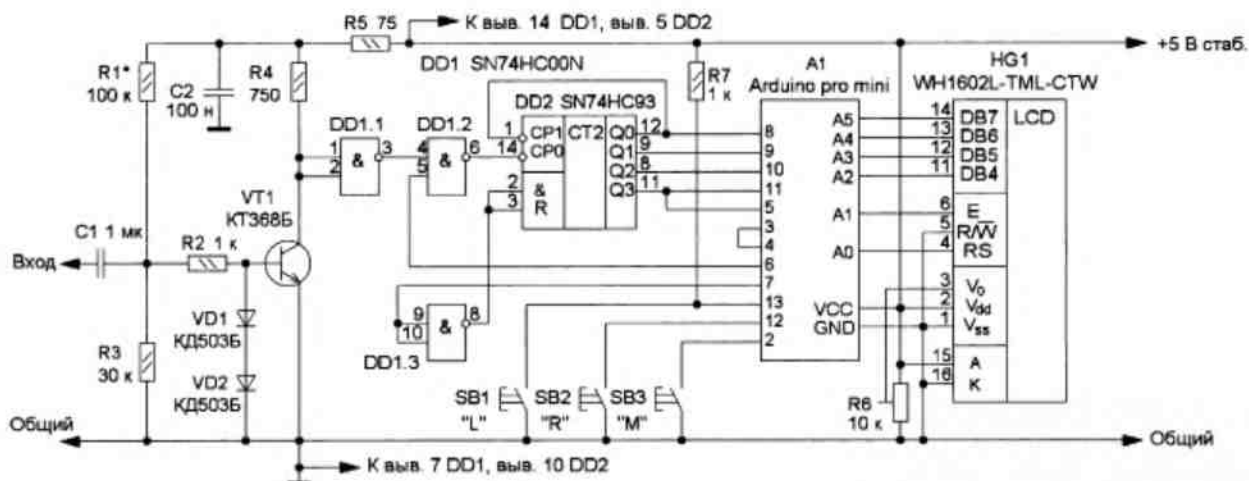
вании счётчика 74LS90 на высокой частоте растёт погрешность измерений, связанная с его недостаточным

быстродействием. Например, при измерении сигнала частотой 25 МГц частотомер показывает чуть более 22 МГц. Для исключения этого недостатка в качестве счётчика следует использовать микросхему 74HC93 [2] или

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоренко С. Частотомер на Arduino pro mini (ATmega 168). — Радио, 2024, № 1, с. 35, 36.

2. 4-bit binary ripple counter 74HC93. — URL: <https://clck.ru/3BxHCm> (21.02.24).



От редакции. Доработанный скетч для Arduino pro mini находится по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/04/f-metr3.zip> на нашем FTP-сервере.

вании счётчика 74LS90 на высокой частоте растёт погрешность измерений, связанная с его недостаточным

быстродействием. Например, при измерении сигнала частотой 25 МГц частотомер показывает чуть более 22 МГц. Для исключения этого недостатка в качестве счётчика следует использовать микросхему 74HC93 [2] или

современных методов исследования распространения радиоволн спутниковых систем радиосвязи с учётом влияния естественных тепловых шумов пространства, окружающего антенны земных станций спутниковой связи.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» и «Противодействие техническим разведкам»; направлению подготовки «Информационная безопасность» (профиль «Безопасность телекоммуникационных систем»). Будет полезна аспирантам, специалистам в области защиты информации, научным работникам, инженерам, занимающимся разработкой и проектированием высокочастотных радиотехнических узлов систем связи и вопросами распространения радиоволн, а также преподавателям радиотехнического и радиотехнического профилей.

Адрес издательства в Интернете: www.techbook.ru

Вышла в свет новая книга



**Полянский А. М.,
Сомов А. М.,
Клюев Д. С.,
Кабетов Р. В.**
Теория электромагнитного поля и распространение радиоволн. Учебное пособие для вузов / И. С. Полянский, А. М. Сомов, Д. С. Клюев и др.; Под редакцией доктора техн. наук, профессора А. М. Сомова. — М.: Горячая линия — Телеком, 2023 г. — 272 с.; ил.
ISBN 978-5-9912-1022-5

Изложены физические и математические основы теории электромагнитного поля и распространения радиоволн. Подробно рассмотрены вопросы применения преобразования Фурье для определения фундаментальных решений волновых уравнений. Уделено внимание асимптотическому исследованию интегралов, составляемых в отношении канонических задач распространения радиоволн при скалярном и векторном представлениях поля. Приведены характеристики и примеры задач дифракции с использованием различных приближений наиболее распространённых дифракционных теорий, а также решения формализации постановки таких задач. Приведены канонические решения и представления задач распространения радиоволн в свободном пространстве, вдоль земной поверхности, в тропосфере и ионосфере. Рассмотрены особенности применяемых в настоящее время на практике



"Старый Новый год 2024" — ИТОГИ

В этих соревнованиях, по сравнению с другими, проводимыми редакцией совместно с Союзом радиолюбителей России, обычно принимают участие очень много спортсменов. В этом году в соревнованиях "Старый Новый год" участвовало около 600 радиолюбителей. Это больше, чем в прошлом году.

Евгений Даниэльян (R2AA) из г. Воронежа занял первое место в самой серьезной группе соревнующихся — SINGLE-OP HIGH MIXED. На втором месте в этой группе — Виталий Филоненко (RM5F) из г. Апрелевки Московской обл. На третьем месте — Виктор Кондратьев (UA6CC) из ст-цы Старовеличковской Краснодарского края. В прошлогодних соревнованиях он был победителем в этой группе.

В группе SINGLE-OP LOW MIXED первое место, как и в прошлом году, занял Николай Орехов (RL4A) из с. Ольховки Волгоградской обл. Вторым здесь был Сергей Сергеев (R7MM) из г. Таганрога Ростовской обл. На третье место вышел Юрий Валуйский (UF5A) из г. Троицка, Москва.

В группе участников SINGLE-OP HIGH CW лучшим стал Анатолий Медведев (UA4W) из г. Ижевска. Петр Спачил (Petr Spacil, OL8R) из п. Ржитка (Ritka), Чешская Республика, занял второе место. На третье место в этой группе вышел Олег Усов (R8CT) из г. Екатеринбурга.

Николай Корнев (RA3AN) из г. Москвы показал лучший результат в группе SINGLE-OP LOW CW. На второе место в этой группе вышел Али Бутаев (UI3A) из г. Москвы. Третье место, как и в прошлогодних соревнованиях, здесь занял Сергей Надточий (RL6C) из ст-цы



Команда UA4M, занявшая первое место в группе MULTI-OP HIGH. Слева направо: стоят — Константин Магда (UA4LDP), Андрей Маркелов (RL4R), Владимир Рябов (RA4LW), Виктор Ляхов (R4RN), Искандер Кадыров (RU4PU); сидят — Максим Заболотников (UA4PCM), Виталий Афанасьев (RN4WA).

Выселки Краснодарского края.

В группе SINGLE-OP HIGH SSB на первое место вышел Сергей Чеботарев (RW1F) из г. Санкт-Петербурга. Павел Мальцев (RA3OA) из г. Воронежа, как и в прошлом году, занял второе место. На третьем месте — Дмитрий Рязанов (UI5R) из г. Мичуринска Тамбовской обл.

Алексей Молчанов (R3DCB) из г. Королёва Московской обл. был лучшим в группе SINGLE-OP LOW SSB, в прошлогодних соревнованиях он занял третье место в этой группе. Александр Водопьянов (R1CAM) из д. Коновалово Ленинградской обл. — на втором месте. Третьим в этой группе оказался Александр Серженюк (R5EO) из г. Ливны Орловской обл.

В ветеранской группе SINGLE-OP HIGH OVER-50, как в прошлом и в позапрошлом годах, победил Юрий Куриный (RG9A) из г. Челябинска. На второе место, как и в прошлогодних соревнованиях, вышел Игорь Соколов (UA9CDC) из г. Екатеринбурга. Третье место занял Василий Тошаков (RA1QD) из г. Вологды.

В группе SINGLE-OP LOW OVER-50 победу одержал Николай Корнев (RA3AN) из г. Таганрога Ростовской обл. Второе место здесь занял Сергей Сергеев (R7MM) из г. Таганрога Ростовской обл. На третьем месте — Юрий Валуйский (UF5A) из г. Троицка, Москва.



Константин Тищенко (RU4PN) из команды UA4M, занявшей первое место в группе MULTI-OP HIGH.

SINGLE-OP HIGH MIXED

1	R2AA	763	77920	697	71720
2	RM5F	719	74377	678	70905
3	UA6CC	648	66773	629	65073
4	RG9A	651	66629	624	64185
5	RA6CA	656	67316	617	63929
6	R9MM	595	60798	567	58132
7	OG7F	580	59556	556	57343
8	RM2U	547	56675	521	54179
9	RD0A	534	55157	496	51259
10	UA9MA	521	54205	487	50345

SINGLE-OP LOW MIXED

1	RL4A	457	48465	439	46579
2	R7MM	449	46708	434	45216
3	UF5A	436	45311	410	42684
4	RT4W	397	40731	382	39199
5	RA7R	367	37555	345	35384
6	RA9SF	351	35856	332	34142
7	UN8PT	352	36369	326	33726
8	RL3T	330	34015	320	33075
9	R3DCX	337	34872	317	32806
10	DF1MM	321	34281	307	32685

SINGLE-OP HIGH CW

1	UA4W	586	62282	555	59108
2	OL8R	594	62094	546	57610
3	R8CT	551	58133	523	55378
4	RK9AX	555	57843	513	54684
5	EU8U	538	56912	514	54657
6	UA4C	505	53211	483	50784
7	RT4M	490	52545	467	50082
8	RT9A	488	51702	466	49632
9	R3EG	483	51660	460	49595
10	RA1QD	474	50035	458	48446

SINGLE-OP LOW CW

1	RA3AN	484	50836	464	49218
2	UI3A	452	47412	431	45639
3	RL6C	442	47510	418	45051
4	UR7MZ	419	45199	405	43777
5	UA3RBR	418	43769	401	42324
6	LZ3ZZ	423	44670	396	42071
7	UA3MIF	391	43257	381	42027
8	SP2R	410	43291	392	41682
9	RC9A	400	42653	379	40366
10	UA3RF	386	40214	369	38609

SINGLE-OP HIGH SSB

1	RW1F	460	45893	442	44333
2	RA3OA	444	42928	430	41720

3	UI5R	422	41363	393	38754
4	RZ3B	411	40755	388	38573
5	R9HW	372	37139	358	35835
6	R3RZ	368	35865	351	34617
7	RC5Z	357	35399	348	34543
8	RD5R	362	35326	338	33166
9	RM4HZ	350	34532	333	32924
10	RW3DU	348	33695	332	32120

SINGLE-OP LOW SSB

1	R3DCB	325	32385	315	31490
2	R1CAM	322	31898	315	31195
3	R5EO	312	30635	297	29088
4	R5RC	295	29378	286	28510
5	RA3RA	287	28076	281	27739
6	UA9YM	299	29318	279	27355
7	RA3DAD	289	28239	278	27296
8	RA3TJX	262	25688	246	24248
9	R9RA	257	25108	243	23963
10	UA3BL	252	25120	239	23913

SINGLE-OP HIGH OVER-50

1	RG9A	651	66629	624	64185
2	UA9CDC	504	51202	488	49842
3	RA1QD	474	50035	458	48446
4	RA7A	483	49609	461	47462
5	R3EA	437	46646	419	44800
6	RW0AB	447	46096	427	44091
7	RC1W	429	44656	410	42860
8	YT4W	379	39644	365	38143
9	EWBOM	365	39008	353	37837
10	EW8DX	364	38751	350	37234

SINGLE-OP LOW OVER-50

1	RA3AN	484	50836	464	49218
2	R7MM	449	46708	434	45216
3	UF5A	436	45311	410	42684
4	RT4W	397	40731	382	39199
5	RA9SF	351	35856	332	34142
6	RW0AJ	320	34250	313	33535
7	DF1MM	321	34281	307	32685
8	RA9AP	303	31328	291	30309
9	RK3ER	305	31316	286	29593
10	RU4AA	295	30259	284	29095

SINGLE-OP HIGH OVER-100

1	UA6CC	648	66773	629	65073
2	R9MM	595	60798	567	58132
3	OG7F	580	59556	556	57343
4	R8CT	551	58133	523	55378
5	EU8U	538	56912	514	54657
6	RM2U	547	56675	521	54179

7	RD0A	534	55157	496	51259
8	UA4C	505	53211	483	50784
9	UA9MA	521	54205	487	50345
10	RT4M	490	52545	467	50082

SINGLE-OP LOW OVER-100

1	RL4A	457	48465	439	46579
2	RL6C	442	47510	418	45051
3	UR7MZ	419	45199	405	43777
4	UA3RBR	418	43769	401	42324
5	UA3RF	386	40214	369	38609
6	RA9DZ	370	39294	353	37575
7	R3OR	360	38293	344	36538
8	RA7R	367	37555	345	35384
9	RN4SS	351	36675	329	34817
10	RW9DX	348	36669	330	34654

MULTI-OP HIGH

1	UA4M	1086	111374	1026	106046
2	UA4S	830	83815	780	79850
3	UC4L	796	79833	756	76715
4	RA9A	713	73568	684	70913
5	RC9J	569	59336	541	56412
6	UA0D	498	51678	474	49354
7	UA6U	456	46305	444	45223
8	RZ4W	458	47654	432	45042
9	RK3TT	331	33448	319	32359
10	RO9T	250	24817	226	22581

MULTI-OP LOW

1	RK4W	480	49697	446	46176
2	ROAK	328	33885	306	31680
3	R3MAI	326	33206	292	30061
4	LZ7U	289	30531	255	27165
5	UP9L	302	29019	278	26679
6	RK4HYT	268	26865	261	26134
7	RL9M	218	21072	216	20966
8	UR6GZL	174	17196	170	16766
9	UG8F	163	16900	155	16063
10	RC9FC	122	11852	113	11067

SWL

1	RA3XEV/SWL	293	30463	272	28441
2	R3D-204	285	29459	270	28119
3	UA4CCC/SWL	203	19779	188	18113
4	R6M-86	199	19274	177	17169
5	UA3470SWL	181	17650	153	15137
6	ROL-045	62	6667	54	5738
7	R4F-85	25	2546	18	1820

В группе SINGLE-OP HIGH OVER-100 победил Виктор Кондратьев (UA6CC) из ст-цы Старовеличковской Краснодарского края. На второе место вышел Сергей Ковалев (R9MM) из с. Чернолу́чья Омской обл. Третье место занял Евгений Кулешов (OG7F) из г. Лаппенранта (Lappeenranta), Финляндия.

В группе SINGLE-OP LOW OVER-100 победу одержал Николай Орехов (RL4A) из с. Ольховки Волгоградской обл. Второе место здесь занял Сергей Надточий (RL6C) из ст-цы Выселки Краснодарского края. На третьем месте — Владимир Супрунов (UR7MZ) из г. Вахрушево, ЛНР.

В группе MULTI-OP HIGH первое место, как и в предыдущие семь лет(!), заняла команда UA4M из г. Димитровграда Ульяновской обл., в которой принимали участие Владимир Рябов (RA4LW),

Максим Заболотников (UA4PCM), Виталий Афанасьев (RN4WA), Константин Тищенко (RU4PN), Виктор Ляхов (R4RN), Искандер Кадыров (RU4PU), Константин Магда (UA4LDP) и Андрей Маркелов (RL4R). На второе место вышла команда коллективной радиостанции UA4S из г. Волжска, Республика Марий Эл. На третьем месте в этой группе — радиостанция UC4L из г. Ульяновска в составе Олега Соловьева и Павла Шитникова.

Как и в предыдущие восемь лет(!), первое место в группе MULTI-OP LOW заняла команда коллективной радиостанции RK4W ДД(Ю)Т из г. Ижевска. А всего с 2013 г. в этих соревнованиях команда одержала уже 11(!) побед. В неё входили Сергей Коробко (R4WBF), Дарья Егорова (R4WCB) и Матвей Лялин (R4WAX).

Вот что написал в письме тренер команды RK4W Павел Анатольевич Коробко (R4WX): "В начале года, набравшись сил в новогодние каникулы, наши спортсмены молодежной радиостанции RK4W приняли очередное участие в Международном соревновании ONY — OLD NEW YEAR CONTEST и с приличным отрывом от соперников одержали ПОБЕДУ! Традиция побеждать в этом соревновании зародилась в далёком 2013 г., и на нашем счету она стала уже 11-й! Командная группа соревнования MULTI-OP LOW считается довольно сложной в своём классе, поскольку в ней участвуют радиостанции со штатной мощностью передатчиков всего 100 Вт и малым числом антенн, в отличие от группы MULTI-OP HIGH! В этом году победу нашей радиостанции принесли Сергей Коробко (R4WBF) — о его



Победитель в группе MULTI-OP LOW, команда RK4W. Слева направо: Сергей Коробко (R4WBF), Дарья Егорова (R4WCB), Матвей Лялин (R4WAX).

успехах в мире не знают только те, кто не увлечён радиоспортом, впервые он стал чемпионом мира в 9(!) лет; Дарья Егорова (R4WCB) — она занимается радиоспортом меньше года, но за это короткое время уже добилась больших спортивных успехов, став кандидатом в мастера спорта России и получив личный позывной сигнал второй категории, Даша стала рекордсменкой по дальности в 16295 км, проведя радиосвязи осенью с островом, практически у берегов Антарктиды(!); Матвей Лялин (R4WAX) — замечательный оператор-телеграфист, благодаря которому наша радиостанция не первый год становится победителем и призёром не только в России, но и в Международных соревнованиях по радиоспорту на КВ. Благодаря таким ребятам во время соревнований создаётся чувство: "Если им дать точку опло-

ры, так они в азарте земной шар перевернут!". Теперь остаётся совсем за малым, дожидаться очередной награды от организаторов соревнования и публикации о наших чемпионах в журнале "Радио", который для радиоловителей № 1 не только в России!".

На втором месте в группе MULTI-OP LOW — команда R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края, за которую выступали Фёдор Брязгин, Надежда Новикова, Таисия Ткачёва и Виктор Эйдемиллер. На третьем месте — команда R3MAI МАУ "Городской центр молодёжи и спорта" из г. Ростова Ярославской обл. В этих соревнованиях в составе команды принимали участие Павел Кольцов и Алиса Пазухина.

Лучшим среди наблюдателей (SWL) в этом году оказался Борис Иванов



В группе SINGLE-OP LOW MIXED первое место занял Николай Орехов (RL4A).

(RA3XEV/SWL) из г. Обнинска Калужской обл. В прошлом году он был вторым. На втором месте — Юрий Сапожников (R3D-204) из г. Дмитрова Московской обл., в прошлогодних соревнованиях он был победителем в этой группе. На третьем месте — Александр Колчин (UA4CCC/SWL) из г. Саратова.

Спортсмены, занявшие вторые и третьи места в группах, будут отмечены констест-дипломами редакции журнала "Радио", а победители (первые места по группам) получат памятные медали (радиостанции с одним оператором) или плакетки (радиостанции с несколькими операторами). Результаты, показанные лидерами в этих соревнованиях, приведены в **таблице**: место, позывной, заявленное число связей, заявленный результат, подтверждённое число связей, итоговый результат. Эти же данные для всех участников размещены по адресу http://www.radio.ru/cq/contest/result/ony_2024_tab_site.pdf на сайте журнала.

История радиоловительства в пилотируемой космонавтике

К 35-летию начала постоянно действующей системы радиоловительской связи в космосе

Олег АРТЕМЬЕВ, канд. экон. наук, Звёздный городок Московской обл.,
Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королёв Московской обл.,
Егор ШИЛЕНКОВ, канд. техн. наук, г. Курск

С начала пилотируемых космических полётов у радиоловителей было большое желание организовать связь на радиоловительских частотах с космонавтами, но в конструкциях космических кораблей и орбитальных стан-

ций такой системы не предусматривалось. Поэтому благодаря энтузиазму и настойчивости некоторых людей на Земле и в космосе такая система появилась на орбитальной станции "Мир" (фото 1).

Вот что рассказал создатель системы радиоловительской связи на орбитальном комплексе "Мир" Сергей Самбуров (RV3DR).

"20 февраля 1986 г. была запущена космическая станция "Мир", а 21 декаб-

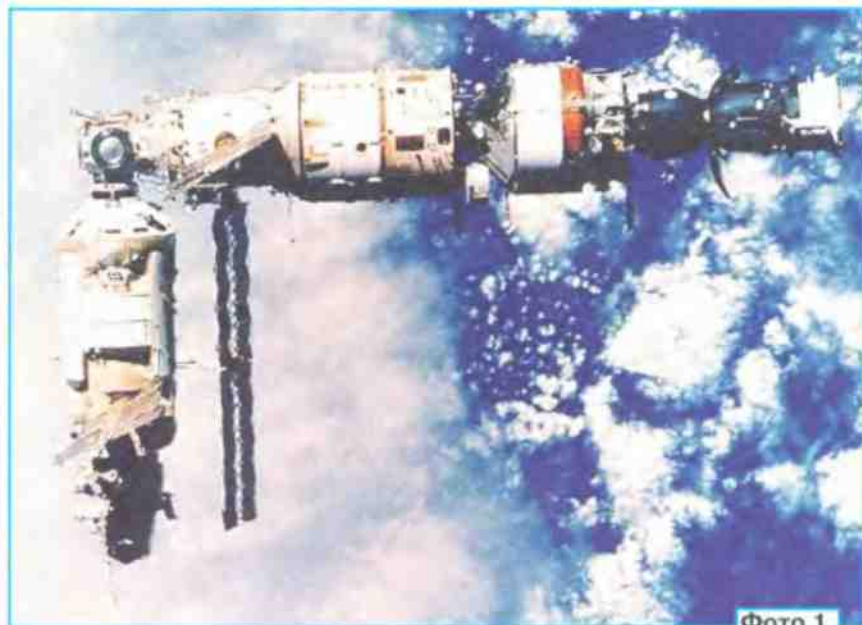


Фото 1



Фото 2



Фото 3



Фото 4



Фото 5

ря 1987 г. на космическом корабле "Союз ТМ-4" в третьем основном экипаже (ЭО-3) полетел мой хороший товарищ, инженер из НПО "Энергия" Муса Манаров. Я с ним дружил до полёта и во время полёта работал исполняющим обязанности группы анализа и реализации замечаний экипажа в ЦУПе (центре управления полётами). Мы вместе занимались конструированием радиоэлектронных блоков и приборов. В одном из сеансов переговоров с ним в ЦУПе Муса рассказал, что хотел бы попробовать принимать сигналы радиовещательных станций и, может, даже провести переговоры с радиолюбителями. Я охотно взялся за реализацию этого предложения экипажа, которое мог выполнить как инженер-разработчик радиоэлектронной аппаратуры и имеющий некоторые познания по радиолюбительству. Связь на коротких волнах мы сразу отвергли, поскольку станция "Мир" летает в ионосфере, от которой отражаются короткие волны, и поэтому такая связь была бы неустойчивой. Мы выбрали радиолюбительские диапазоны УКВ — 144 МГц и 430 МГц. В диапазоне УКВ на служебных частотах ЦУП проводил голосовые сеансы между космонавтами и наземными и плавучими пунктами связи.

Для ведения связи, прежде всего, нужна, конечно, антенна. Были проработаны варианты установки антенны на иллюминатор. Штатные антенны не подошли, и поэтому потребовалась



Фото 6

установка специальной антенны на внешней поверхности станции. Конечно же, нужен был ВЧ-гермоввод для антенного кабеля. Пришлось перерывать всю техническую документацию и выяснилось, что такой ВЧ-гермоввод хотя и есть, но он единственный и имеет специальный специфичный разъём "отрывного" типа. Но ответной части к нему у нас на предприятии в НПО "Энергия" не было. До работы в ЦУПе я после окончания МВТУ им. Баумана около пяти лет проработал в отделе разработки антенно-фидерных систем для космических кораблей и станций. Мои товарищи из отдела помогли мне связаться с дружественным антенным отделом КБ "Салют", и там нашли один единственный ответный разъём.

Ура! Теперь предстояло разработать систему связи — изготовить антенну, найти аппаратуру. Здесь помог журнал "Радио". Вместе с заместителем глав-

ного редактора журнала Борисом Степановым и начальником коллективной радиолобительской станции журнала Геннадием Шулгиным мы начали конструировать космическую антенную систему.

Я взял на себя разработку системы фиксации антенны на поручне внешней поверхности станции и конструкцию для её установки во время выхода в открытый космос космонавта в скафандре. Тут опять помогли хорошие люди из отдела по внекорабельной деятельности, которые помогли доработать антенну для установки на станцию "Мир". Одновременно мы искали радиооборудование, разрабатывали техническую документацию и конечно же обсуждали всё это с Мусой Манаровым. Наконец, антенна была изготовлена и отлажена для работы в радиолобительском УКВ-диапазоне 144...146 МГц. Она представляла собой латунную трубку длиной чуть больше одного метра и диаметром около 10 мм, которая впаивалась в ВЧ-разъём, смонтированный в торец металлического "стакана". "Стакан" имел диаметр около 50 мм и длину около 100 мм, чтобы космонавт смог его держать в перчатке скафандра, и к нему были прикреплены пластины со

специальными двухсторонними ворсовыми молниями, которыми антенна фиксировалась в разъёме на поручне.



Фото 7

Мы приобрели промышленный радиоприёмник "Океан", но достать радиолобительскую радиостанцию не получа-

лось. Но опять, мир не без добрых людей. Свой личный трансивер нам отдал известный радиолобитель Валерий Агабеков.

Пришлось выпустить много технической документации: на предполётное тестирование оборудования, методику установки радиостанции, методику установки антенны во время внекорабельной деятельности, на доставку оборудования на борт станции "Мир". 21 сентября 1988 г. на транспортном корабле "Прогресс-37" были доставлены радиостанция и приёмник "Океан", общая радиолобительская литература, инструкция по работе с радиостанцией, а на корабле "Прогресс-38" была доставлена антенна со средствами крепления. Задача осложнялась тем, что космонавты не были профессиональными радиолобителями и не имели радиолобительских позывных. Поэтому пришлось проводить их обучение во время полёта. Эта была одна из первых форм системы обучения космонавтов на борту, известные сейчас как "Бортовые тренировки".

Одновременно мы стали оформлять разрешения на работу в эфире для космонавтов. Спасибо главной инспекции радиосвязи, которая оперативно их выдала.

Так, позывной U1MIR получил командир экипажа Владимир Титов (фото 2), U2MIR — бортинженер Муса Манаров (фото 3), U3MIR — врач Валерий Поляков (фото 4), присоединившийся к ним 30 августа.

Для следующих экипажей были получены позывные: U4MIR получил Александр Волков, U5MIR — Сергей Крикалёв (на втором плане фото 5). Также была оформлена бортовая коллективная радиостанция с позывным U0MIR. Начальником станции был заявлен разработчик и куратор этой системы Сергей Самбуков.

Мы очень ждали 20 октября 1988 г. очередного выхода в космос Мусы Манарова и волновались, хотя установка антенны и была включена в программу "выхода", но с пометкой "при наличии свободного времени". Космонавты выполнили основную часть задач очень хорошо и быстро, и у них осталось время на установку антенны. Предусмотрительный Муса Манаров даже прикрепил к антенне дополнительный фал с карабином, чтобы она случайно не улетела (фото 6), а на верхнем конце антенны закрепил нашивку от скафандра с надписью "СССР" (фото 7). Так, впервые в космосе на станции "Мир" появился флаг СССР (фото 8 на 2-й с. обложки).

После установки антенны и короткой консультации по радиолобительству из ЦУПа начались первые сеансы связи [1, 2].

Самый первый сеанс первой радиолобительской связи из космоса провёл Муса Манаров 8 октября 1988 г. около 9:00 (мск) с радиостанцией газеты "Комсомольская правда" (позывной UK3KP), оператором которой был очень известный радиолобитель Леонид



Фото 11

MIR-collective space station "MIR"		MIR-op. cosmonaut	
ANT-OP 5/8, IC-228A 5/25W TX, TNC Handi Packet-1200 bps			
<input type="checkbox"/> R 3 K -club station NPO "ENERGIYA"	<input type="checkbox"/> RV3DR-"MIR" QSL Manager S. Sambukov- RV3DRGRK3KP, RNSK, RUS, EU,		
TO RADIO	DATE	UTC	MODE MHz RST QSL
	D	h	PSY
	M		
	Y	h	TRV
2-k way QSO (SML RPRV) CPM by RV3DR-QSL manager P.O. 141070, BOX 73, Kaliningrad-10, Moscow Area, ROSS12A			



Фото 12

MIR - Collective space station (MIR) sp		TO RADIO
R - MIR - sp cosmonaut		R3K
DATE	UTC	MODE
30-27		
30-27		



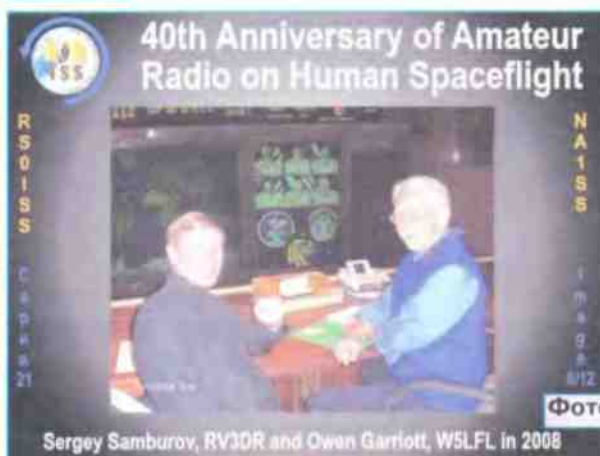
Фото 13

MIR-collective space station "MIR"		R - MIR-op cosmonaut	
ANT-OP 5/8, IC-228A 5/25W TX, TNC Handi Packet-1200bps			
<input type="checkbox"/> R 3 K -club station NPO "ENERGIYA"	<input type="checkbox"/> QSOV	<input type="checkbox"/> MUSA VEF QSL Manager D. Lashin	
TO RADIO	DATE	UTC	MODE MHz RST QSL
	D	h	PSY
	M		
	Y	h	TRV
2-k way QSO CPM by MUSA VEF QSL manager RUSSIA, DPOVW 50K M0R EU P.O. Box 1001, New York CA 10010 USA			



First Contact! Dec. 1, 1983 between Owen, W5LFL on STS-9 and Lance Collister, WA1JXN

ФОТО 14



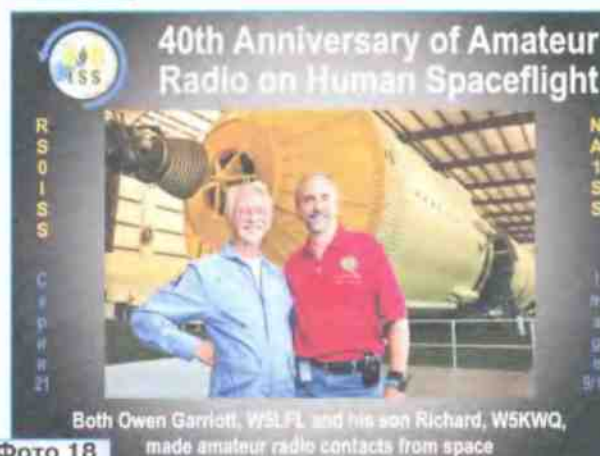
Sergey Samburov, RV3DR and Owen Garriott, W5LFL in 2008

ФОТО 15



Sergey Samburov, RV3DR and Owen, W5LFL prior to Richard Garriott's flight to ISS

ФОТО 16



Both Owen Garriott, W5LFL and his son Richard, W5KWQ, made amateur radio contacts from space

ФОТО 18



STS 9 Mission
vpm 29 11. - 0 12 83

DFØVR

Informationsdienst
beim

Erster Flug einer
Amateur-Funkstation
im Orbit

OWEN GARRIOTT
W5LFL



ФОТО 17

диолюбительский мир быстро узнал о возможности провести "космическую" связь. И космонавты проводили иногда по несколько десятков сеансов в день. Мне как QSL-менеджеру для ROMIR на мой абонентский ящик приходили пачки писем с запросом на QSL. Приходилось затрачивать много сил и средств для отправки QSL радиолюбителям всего мира.

Такие QSL-карточки были выпущены в СССР. После образования России 25 декабря 1991 г. пришлось напечатать новые QSL-карточки с новыми позывными.

На фото 9 и фото 10 на 2-й с. обложки представлены QSL-карточки, выпущенные в СССР. Затем были выпущены карточки с позывным ROMIR (фото 11—фото 13).

Первая радиолюбительская связь из космического корабля "Колумбия", на котором было установлено радиолюбительское оборудование, была проведена 1 декабря 1983 г. (фото 14) астро-

навтом Оуэном Гэрриоттом (W5LFL). За семь дней полёта он провёл несколько десятков сеансов связи. Надо отметить, что только на одном шаттле "Колумбия" из пяти кораблей была установлена радиолюбительская аппаратура. В декабре 2023 г. отметили 40-летие первой космической связи с шаттлом (фото 15, фото 16). Основные мероприятия прошли в США. Но полёты шаттла "Колумбия" были редки, и возможность провести космический сеанс у радиолюбителей была крайне мала.

Оуэн Гэрриот (W5LFL) рассылал своим корреспондентам по возвращении на Землю QSL-карточки (фото 17). Интересно отметить, что его сын Ричард Гэрриотт тоже слетал в космос (фото 18), но уже на МКС в составе экипажа МКС-18. Он провёл свой радиолюбительский эксперимент.

Мы с Ричардом и Оуэном хорошо сдружились. Во время подготовки Ричарда к полёту я обучал его проведению космических сеансов связи. И даже удалось организовать уникальный сеанс радиолюбительской связи между Ричардом с борта МКС и Оуэном, находящимся на Земле. Они были счастливы!

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов Б. Земля разговаривает с "Миром". — Радио, 1998, № 11, с. 4, 5.
2. Самбуров С. Радиолюбительство на борту МКС продолжается! — Радио, 2009, № 4, с. 4, 5.

Лабутин (UA3CR), в то время находившийся в Соединённых Штатах на конференции по вопросам любительской спутниковой связи. Мы его заранее проинформировали, что система связи готова, и Муса Манаров попытается провести сеанс. Связь прошла успешно, а уже 12 октября в 17:40 (мск) Муса провёл первый сеанс связи над Россией.

Так начала действовать радиолюбительская система на постоянно действующей орбитальной станции, что стало действительно большим шагом в пилотируемой космонавтике. Весь ра-

Антенный L-тюнер с измерителем КСВ

Григорий КСЕНЗ (UR4MU), г. Северодонецк, ЛНР

Заглянул в свою радиолюбительскую кладовку, чтобы уточнить, что же есть в наличии и что нужно, а что уже не понадобится. Вот стоят вышедшие из

деталя к приведению сопротивления нагрузки на выходе тюнера к эквивалентному сопротивлению 50 Ом на его входе посредством настройки варио-

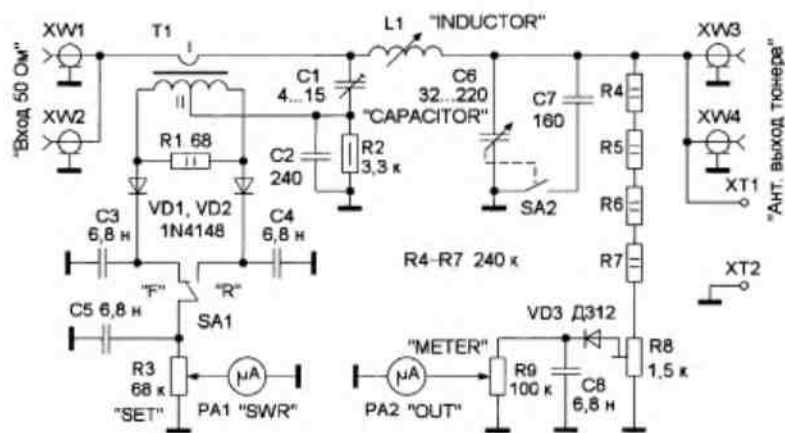


Рис. 2

строя системные блоки ПК, на базе которых можно собрать усилители мощности, а вот что-то большое и тяжёлое. Да это же — устройство симметрирования и согласования (УСС) от радиостанции Р-140 "Берёза" [1]. В библиотеке нашлась техническая документация на него. Из описания следует, что таких антенн, для которых предназначено это УСС, на моей усадьбе не предвидится, да и специфика предлагаемых вариантов согласований тоже не подходит, а масса — более 60 кг. А вот детали в нём интересные. Используя некоторые из них, также системный блок от ПК, без особых дополнительных затрат можно изготовить L-тюнер (Г-образный тюнер) для диапазонов 160—10 метров, рассчитанный на выходную мощность передатчика до 1 кВт. Для этого потребуются доработка приводов конденсатора переменной ёмкости (КПЕ) и цилиндрического вариометра (переменной катушки индуктивности), надо добавить КСВ-метр и источник питания с выходным напряжением 27 В для питания электропривода вариометра. При желании КСВ-метр можно дополнить измерителем проходной мощности, как это сделано в [2].

Внешний вид тюнера показан на рис. 1. Принцип работы тюнера сво-

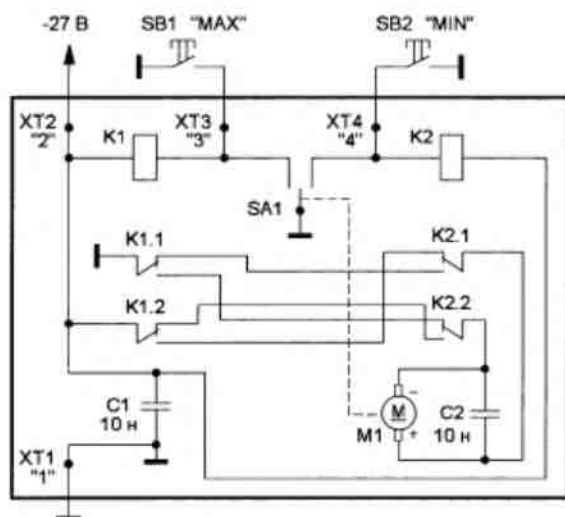


Рис. 3

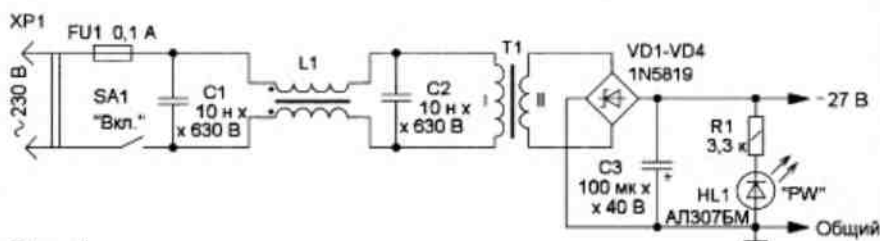


Рис. 4



Рис. 1

метра и КПЕ, входящими в его состав для получения минимума КСВ.

Схема собственно тюнера показана на рис. 2. Он содержит вариометр L1, настраиваемый с помощью электропривода или вручную, КПЕ С6, КСВ-метр с микроамперметром PA1, с помощью которого контролируется настройка тюнера, и индикатор выхода (PA2), цели которого также служат для снятия статического электричества. Дополнительный конденсатор С7 подключается автоматически за счёт коммутирующего устройства самого КПЕ. Схема электропривода показана на рис. 3. Использован электропривод от УСС радиостанции Р-140 "Берёза". Его конструкция предусматривает остановку настройки индуктивности при достижении её крайних значений. Введение дополнительной

коммутации КПЕ с выхода тюнера на выход КСВ-метра позволит получить два интервала согласования сопротивлений нагрузки. Когда КПЕ подключён к выходу тюнера, согласуемые сопротивления должны быть больше, чем 50 Ом, когда после КСВ-метра — меньше, чем 50 Ом. Сигнал передатчика подают на один из разъёмов XW1 или XW2, а антенну подключают к одному из коаксиальных разъёмов XW3, XW4 или разъёму XT1 (с однопроводным снижением). Разъём-клемма XT2 предназначена для подключения заземления и/или противовесов.

Для питания электропривода вариометра применён трансформаторный источник питания, выполненный по двухполупериодной схеме с простым фильтром помех на входе (рис. 4). Источник питания питается от сети переменного тока 230 В.

Конструкция и детали. Сначала дорабатывают корпус системного блока ПК. Для этого удаляют всю его "начинку", переднюю пластиковую панель, а также внутренние металлические и пластиковые детали таким образом, чтобы остался коробчатый остов корпуса с верхней и нижней панелями, а также плоскими передней и задней панелями. Боковые панели не дорабатывают. В процессе монтажа в передней панели корпуса делают отверстия для ручных приводов КПЕ и вариометра, для микроамперметров КСВ-метра и измерителя выхода, а в задней панели — отверстия для разъёмов и сетевого кабеля (рис. 5). В удобном месте можно закрепить ручку для переноски.

Приводы КПЕ и вариометра показаны на рис. 6 и рис. 7. Привод КПЕ крепится с помощью втулок непосредственно на передней плите КПЕ. Сам КПЕ в сборе с приводом крепится по месту к дну доработанного корпуса с помощью штатных уголков. Привод вариометра также доработан. Задняя плита привода размещается на более коротких втулках, а вал привода укорачивают по месту. Вариометр и его привод кре-



Рис. 5

показаны варианты крепления КПЕ и вариометра.

Если нет "родного" привода вариометра, можно применить шкальное устройство со счётчиком от какого-нибудь передатчика или согласующего устройства. Привод КПЕ можно сделать прямой, как в [2], но лучше применить верньер с замедлением 1/2...1/3. Шкала КПЕ — 360 градусов, так как на одной половине шкалы используется сам КПЕ, а на второй — КПЕ с подключённым дополнительным конденсатором.

Передняя и задняя панели тюнера изготовлены из листового дюралюминия толщиной 2 мм (что было в наличии) требуемых размеров. Для удобства монтажа каждая панель состоит из двух частей. Чтобы тюнер был более универсальным, на нижней части задней панели крепят разъёмы разного типа с фторопластовой изоляцией, так как при высоком сопротивлении антенно-фидерного устройства большой мощности на них присутствует высокое ВЧ-напряжение. Здесь же расположены гнезда XT1 и XT2. Также на этой панели расположены ввод кабеля сетевого источника питания, выключатель питания и держатель предохранителя, подстроечный резистор R8 и ручка для переноски. На внутренней стороне задней панели смонтированы источник питания в экране, измеритель КСВ в экране, входные цепи измерителя выхода (см. рис. 8).

пят по отдельности с помощью дюралюминиевых уголков в верхней части корпуса. Вариометр и КПЕ крепят "вверх ногами". Это сделано с целью минимизации ёмкости монтажа. На рис. 8 и рис. 9



Рис. 6



Рис. 7

В верхней части передней панели располагаются индикаторный светодиод, два микроамперметра, резисторы R3 и R9. На нижней части передней панели располагаются кнопки SB1, SB2 управления приводом вариометра и окна для шкал вариометра и КПЕ, ручки управления вариометром и КПЕ, ручка переноски. Передние и задние диоралевые панели окрашены светло-серой корабельной эмалью, надписи сделаны переводным шрифтом. Если детали корпуса ПК в хорошем состоянии, их не окрашивают.

мости можно статор КПЕ переключить на другой конец вариометра.

Винты, гайки и шайбы при монтаже тюнера и разъёмов должны быть латунными и иметь надёжный контакт со всеми местами применения.

Как сказано выше, вариометр в сборе с приводом и ручками управления применён от УСС указанной выше радиостанции. Его индуктивность изменяется в интервале 0,17...18,7 мкГн. Подключаемый конденсатор C7 — два последовательно соединённых конденсатора K15Y-2 ёмкостью 330 пФ на

150 мВ, их шкалы не переделаны, поскольку они используются не как измерительные, а как индикаторные. Важно настроить тюнер по минимуму отражённой волны, а индикатор выхода — на максимум показаний. Более подробное описание этих узлов приведено в [2]. Микроамперметры, переменные резисторы и переключатель КСВ-метра закрыты экраном из диоралюминия толщиной 2 мм.

Понижающий трансформатор источника питания (см. рис. 3) применён из имеющегося в наличии на мощность



Рис. 8

Детали источника питания размещены на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм. Плата изготовлена методом вырезания с помощью резака монтажных площадок. Ширина прорезов должна быть достаточно большой, так как на входе источника присутствует сетевое напряжение 230 В. На выходе источника питания постоянное напряжение — около 26 В без нагрузки (привод при этом работает нормально). С корпусом (общим проводом) соединена плюсовая шина, так предусмотрено электроприводом вариометра.

КСВ-метр смонтирован методом навесного монтажа непосредственно на входных разъёмах, монтажных керамических и радиотехнических стойках (рис. 10). Все монтажные провода, идущие от задней панели к передней, экранированные и проложены вдоль боковых уголков корпуса подальше от вариометра и статора КПЕ. КСВ-метр подключён к вариометру (см. рис. 8) отрезком коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом на соответствующую мощность. Монтаж самого тюнера выполнен лужёными медными шинами 10×1 мм и проводом диаметром 3 мм. Ротор КПЕ соединён с нижней частью задней диоралюминиевой панели.

В авторском варианте не предусмотрен переключатель сопротивления нагрузки тюнера, так как он используется преимущественно с нагрузками более 50 Ом. Однако при необходи-

напряжении 2 кВ. Конденсатор C2 в КСВ-метре — КСО, подстроечный конденсатор C1 — керамический плунжерного типа или другой подходящий с учётом максимального эффективного ВЧ-напряжения на входных разъёмах до 380 В. Блокировочные конденсаторы — КД, K10-17. Постоянные резисторы — МЛТ, переменные и подстроечный — СП4-1. Трансформатор КСВ-метра T1 выполнен на кольцевом магнитопроводе K20×10×5 из феррита 50ВЧ. Вторичная обмотка намотана проводом типа лалша [2] и содержит 10 витков. Конец одного провода соединяется с началом второго, и получается средний вывод. Первичная обмотка — медный провод диаметром 3 мм во фторопластовой трубке, проходящий сквозь кольцо с обмоткой. Перед намоткой необходимо края кольца скруглить, а его обмотать лакотканью. Диоды КСВ-метра подбираются в пару, по крайней мере, по прямому напряжению.

При применении в КСВ-метре диодов 1N4148 минимальная мощность сигнала, подаваемая на вход тюнера для установки стрелки измерительного прибора КСВ-метра на конец шкалы, — 7 Вт. Для повышения чувствительности КСВ-метра необходимо применить германиевые ВЧ-диоды. Переключатель SA1 — МТ-1 или аналогичный. Кнопки SB1, SB2 — КМ1-1 или подобные на ток коммутации не менее 0,5 А. Применены микроамперметры М68502 от бытовой техники, напряжение на них при полном отклонении стрелки —

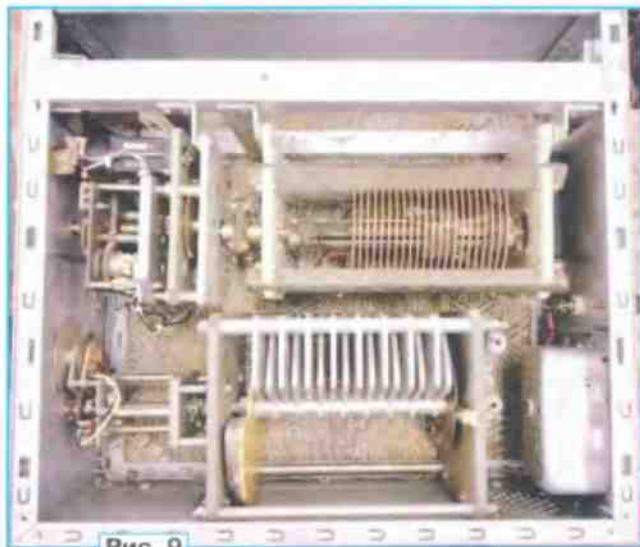


Рис. 9

нагрузки 14 Вт с выходным напряжением холостого хода 20,5 В. В связи с тем, что этого напряжения оказалось мало, в выпрямителе применены диоды Шоттки. Можно использовать подходящие германиевые диоды или трансформатор с напряжением вторичной обмотки 22...23 В. На входе источника питания установлен фильтр L1 от компьютерного импульсного блока питания. На рис. 11 показана конструкция источника питания, он закрыт диоралюминиевым экраном с отверстиями.

При монтаже вариометра следует систему его подвижных контактов соединить с выходом КСВ-метра. Размеры корпуса тюнера: ширина — 20 см, высота — 41,5 см, глубина — 45,5 см.

Налаживание. Отключают выход КСВ-метра от вариометра и вместо него подключают нагрузку 50 Ом подходящей мощности. Движок переменного резистора R3 SET устанавливают в нижнее по схеме положение, переключатель SA1 — в положение "F" (прямая волна). Подают на вход тюнера сигнал частотой 14 МГц мощностью около 10 Вт и резистором R3 устанавливают стрелку измерителя КСВ на конечное значение шкалы. Переводят переключатель SA1 в положение "R" (отражённая волна) и диэлектрической отвёрткой подстраивают конденсатор C1 КСВ-метра таким образом, чтобы стрелка измерителя КСВ шла на минимум. Эту операцию повторяют до тех пор, пока стрелка КСВ-метра не будет в начале шкалы в положении "R" пере-

ключателя SA1. Это будет означать, что КСВ-метр на нагрузку 50 Ом настроен правильно и $K_{СВ} = 1$. На остальных частотах настройка КСВ-метра будет иметь приемлемый результат.

Восстанавливают соединение КСВ-метра с вариометром. Подключают тюнер к сети 230 В и проверяют работу электропривода вариометра. Если нет ошибок в монтаже, всё должно работать как надо. Если сеть 230 В не будет использована, придётся вариометр настраивать вручную. Здесь (см. рис. 1) малая ручка — грубая настройка, а большая — плавная настройка. Индикатор выхода настраивают так, чтобы не было зашкаливания стрелки микроамперметра PA2 при перепадах

ло операции по настройке при разных начальных положениях КПЕ. Не забывайте, что трансивер с транзисторным выходом уже настроен на нагрузку 50 Ом. Полезно для антенн, которые будут использоваться с тюнером, составить таблицу предварительных настроек. Следует отметить, что L-тюнер на некоторых диапазонах и с разными антеннами может требовать подстройки в пределах рабочего диапазона, поскольку он более узкополосный, чем, например, тюнер T-типа. Это не является проблемой, особенно при работе в эфире на общий вызов.

В настоящее время у меня используются две антенны. Первая — провод длиной около 83 м, расположенный ломаной линией на максимальной высоте 6 м от земли, а в качестве противовеса используется металлическая

КСВ < 3, значит, нужно будет что-то изменить в конструкции антенны.

Спору нет, что лучше иметь хорошую настроенную и согласованную диапазонную антенну, чем какие-то компромиссные варианты. Однако далеко не у всех радиолюбителей есть такая возможность. Тем не менее, авторская ситуация позволяет проводить QSO на всех КВ-диапазонах, в том числе и с DX.

При эксплуатации любого тюнера следует помнить, что он не улучшает вашу антенну, а приводит вход АФУ к необходимому эквиваленту нагрузки 50 Ом при допустимом КСВ для передатчика, тем самым обезопасив его от выхода из строя и позволяя наиболее эффективно передать сигнал передатчика через ваше АФУ в эфир.

Построенный тюнер потребовал совсем немного времени для своего изготовления, он получился меньше и легче УСС от P-140 "Берёза". При его изготовлении в домашних условиях в



Рис. 10



Рис. 11

мощности сигнала. Для этого движок резистора R9 устанавливают в верхнее по схеме положение, а движок резистора R8 — в нижнее. При максимальной выходной мощности и максимальном выходном напряжении движком резистора R8 устанавливают стрелку микроамперметра PA2 на максимальное деление шкалы. Тюнер готов к работе.

Работа. Проводят все соединения с тюнером. Устанавливают КПЕ в среднее положение без подключённого дополнительного конденсатора C7. Движок резистора R3 устанавливают в нижнее по схеме положение (крайне левое положение на передней панели), переключатель SA1 должен быть в положении "F". Включают трансивер в режим приёма и настраивают вариометр на максимум шума эфира. Включают трансивер на передачу в режиме настройки (несущая) с выходной мощностью не более 50 Вт и переменным резистором R3 "SET" устанавливают стрелку КСВ-метра на конец шкалы. Переводят переключатель SA1 в положение "R" и подстройкой КПЕ и вариометра добиваются минимальных показаний КСВ-метра. Для получения наилучших результатов можно попробовать нача-

скважина. Вторая антенна — два вертикальных, расположенных взаимно перпендикулярно и соединённых параллельно треугольника диапазона 40 метров. Длинный провод подключён непосредственно к тюнеру, а треугольники запитаны полуволновым отрезком кабеля (на диапазоне 40 метров) с волновым сопротивлением 75 Ом через симметрирующее устройство. Треугольники равносронные и расположены острыми углами вверх, где они соединены между собой и с верхушкой заземлённой мачты. Так осуществляется грозозащита антенны.

С помощью тюнера длинный провод на диапазонах 160 метров и 10 метров даёт $K_{СВ} < 2$, а на остальных диапазонах $K_{СВ} = 1$. Треугольники с фидером дают $K_{СВ} \approx 1$ на диапазонах от 40 метров до 15 метров. В пределах диапазона 10 метров $K_{СВ} < 1,5$. Если стрелка КСВ-метра при измерении отражённой волны будет находиться в середине шкалы, это соответствует $K_{СВ} = 3$. Не забывайте об этом, особенно если выходной каскад передатчика транзисторный. Конечно, у каждого свои условия и свои антенны. Если с помощью этого тюнера невозможно получить

основном требуются слесарные навыки и аккуратность в выполнении всех работ. Масса тюнера — около 15 кг, поэтому его можно без особых сложностей транспортировать, например на дачу и т. д. Его параметры (в условиях автора) ограничены применёнными вариометром и КПЕ. Индуктивность вариометра для диапазона 160 метров должна быть больше, а начальная ёмкость КПЕ для диапазона 10 метров — меньше. Тем не менее, для условий автора, он оказался вполне подходящим и удобным в эксплуатации.

Если таких вариометра и КПЕ нет, а нужен L-тюнер, его можно построить на основе вариометра и КПЕ от радиостанции РСБ-5. Автор использует такой тюнер с передатчиком мощностью до 500 Вт.

Успехов в конструировании и работе в эфире!

ЛИТЕРАТУРА

1. УСС P-140. — URL: <https://forum.qrz.ru/45-linii-pitaniya-i-mehanika/53964-uss-r-140-a.html> (14.02.24).

2. Ксенз Г. Антенный T-тюнер с КСВ-метром и измерителем мощности. — Радио, 2018, № 5, с. 48—51.

РАДИО

начинающим

Пчелиная дискотека — светодинамическая приставка с управлением от компьютера

Сергей РЕШЕТНИКОВ, 10 лет, г. Видное Московской обл.

В цикле мультфильмов "Смешарики" есть замечательная серия, которая называется "Танцы с пчёлами". В ней Колатыч танцует в атмосфере мигающих разными цветами сот — невероятно красиво. И когда мне случайно попала на глаза моя детская мозаика

Сначала папа мне объяснил, что такое светодиодная матрица, и мы сделали тестовый проект в симуляторе, после чего я понял, как должны соединяться выводы светодиодов и куда устанавливать токоограничивающие резисторы. Я подготовил все необходи-

Блок управления мне сделал папа, объяснив, что он нужен для того, чтобы слабый управляющий сигнал превратить в мощный, который сможет включить сразу несколько светодиодов. Сложного там ничего не было, схемы ключей для плюсовой и минусовой



Рис. 1

из похожих сот, она сразу была превращена в мигалку с помощью обычного фонарика, которым сзади подсвечивался нужный элемент. Она очень красиво светилась, но этого было мало.

Папа предложил сделать из мозаики настоящую мигалку и даже согласился выделить мне необходимые детали. Но всю рутинную работу оставил мне. Сначала на куске ДВП от задней стенки шкафа было точно, по линейке, расчерчено рабочее поле и отмечены середины всех сот основания мозаики. В этих местах были установлены светодиоды белого свечения: для их выводов были сделаны отверстия шилом, а с противоположной стороны выводы были загнуты в строгом порядке.

мые провода для минусовой и плюсовой линий питания, отформовал выводы для сотни резисторов, пока папа их паял, я изолировал линии питания липкой лентой, обкусывал кусочками тор-

```
10 P=112:GOSUB 60
20 P=112+2:GOSUB 60
30 P=112+4:GOSUB 60
40 IF INKEY(RND(50)+25)=-1 THEN 10
50 STOP
60 PUT 216, RND(256)
70 PUT 215, P
80 IF GET(215)>1 THEN 80
90 RETURN
```

чащие выводы, смотрел и учился. Получилось просто замечательно (рис. 1).

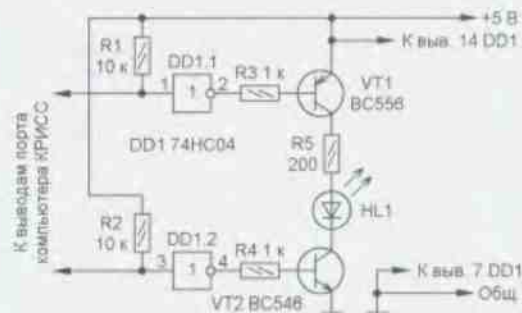


Рис. 2

линий питания показаны на рис. 2. Дальше я заклеил заднюю стенку тонким пластиком и сделал для всей конструкции ножки, чтобы всё было аккуратно.

Когда всё было готово, наступило самое интересное — нашу пчелиную дискотеку можно было оживить! Так удачно сложилось, что у нас оказалось 12 плюсовых и 12 минусовых линий управления, всего 24. А до этого папа мне показывал, как включать и выключать светодиоды под управлением моего компьютера КРИСС CP/M — лучшего компьютера для юных программистов, таких как я. И, конечно же, мы использовали именно его и его стандартный GPIO адаптер.

Рис. 3



На языке BBC BASIC была написана очень простая программа (таблица), которая выводила в порты случайные значения, затем с помощью функции INKEY, которая в BBC BASIC вызывается с параметром, где указывается время ожидания нажатия на клавиши, задавалась пауза, а нажатие на клавиши на клавиатуре останавливало работу программы. Порт в компьютере, для тех кто не знает, это как станция, с которой поезд,

т. е. какая-то цифра, отправляется в другое устройство, т. е. на другую станцию. Так различные устройства в компьютере могут посылать друг другу данные!

Эффект получился потрясающий, ничем не хуже, чем в мультике! Теперь у меня есть своя пчелиная дискотека, а моя мигалка, оказывается, называется по-научному "светодинамическая установка"! Я и не думал, что смогу сделать такую серьезную штуку даже с папиной

помощью, но я всё, что только мог, делал сам, а во всём, что не мог сделать сам, помогал чем мог (рис. 3).

И ещё мы придумали потрясающую игру: в темноте ведущий на мозаике складывает какую-нибудь картинку, например мотоцикл, игроки её не видят, а потом включается мигалка, и участники должны угадать, что это за картинка, кто первый угадал, тот и выиграл. Вы не представляете, как это интересно!

Спасибо моим родителям за то, что под мою диктовку записали и литературно обработали эту статью. Очень надеюсь, что она появится в журнале "Радио", который я очень люблю и всегда читаю, хоть и не всегда до конца понимаю, о чём там пишут, но это очень интересно и увлекательно!

Видеоролик о проделанной работе можно посмотреть тут: https://youtu.be/_U593fzWpEs.

Подробное описание компьютера КРИСС опубликовано в журналах "Радио" № 1—6, 9 за 2021 г.; № 1 за 2022 г. и № 4, 7, 11, 12 за 2023 г.

От редакции. О работе с каналом GPIO можно прочитать в статье И. Решетникова "КРИСС СР/М — работа с периферийными устройствами" в журнале "Радио" № 1 за 2022 г. на с. 21—25.

Супервизоры (вольт-детекторы) и конструкции на их основе

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Супервизором в радиоэлектронике называют устройство (в большинстве случаев это микросхема), которое контролирует напряжение источника питания какого-либо устройства и выдаёт соответствующий сигнал при его отклонении от нормы, как правило, в меньшую сторону. Иными словами, супервизор — это детектор пониженного напряжения или вольт-детектор. Он широко используется в микропроцессорной технике, источниках питания и т. д. Супервизор или супервайзер (от англ. supervisor — надсмотрщик, надзиратель) — название не очень удачное, поскольку применяется и в торговле, управлении, медицине, но оно стало привычным и в радиоэлектронике.

Многие компании выпускают микросхемы супервизоров, от простых, выполняющих функцию контроля напряжения питания, до более сложных, имеющих несколько дополнительных

функций. Радиолюбителей в первую очередь могут заинтересовать микросхемы с самой простой функцией, поскольку они доступны и недороги, а использовать их можно в различных радиолюбительских конструкциях.

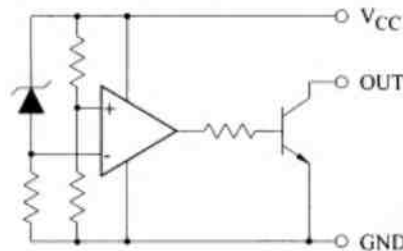


Рис. 1

Микросхемы простых супервизоров, независимо от типа корпуса, обычно имеют три активных вывода GND —

общий или "земля", Vcc — питание (вход) и OUT — выход, который может быть организован по-разному. Это может быть открытый коллектор, открытый сток или выход, как у цифровой КМОП-микросхемы. Следует отметить, что микросхемы супервизоров экономичные и в большинстве случаев потребляют ток не более 1 мА.

Поскольку типов супервизоров много, целесообразно более подробно рассмотреть одну из микросхем, например, серии K1274 [1]. Она является аналогом микросхем серий KIA70xx (прототип) [2], PST529, KP1171СП, K1230ДПxxx и некоторых других. Структурная схема этого супервизора показана на рис. 1 [2]. Он содержит источник образцового напряжения, резистивный делитель, компаратор и выходной транзистор с открытым коллектором. Следует обратить внимание на её нумерацию выводов, показанную

на рис. 2. Основным параметр этой микросхемы — напряжение детектирования или переключения (отпускания), которое имеет фиксированное значение от 2,9 В до 4,5 В (2,9 В, 3,3 В, 3,9 В, 4,2 В, 4,5 В) для разных вариантов микросхем этой серии, его значение указано в их названии. Например, у микросхемы K1274СП33П напряжение переключения 3,3 В. Это означает, что при уменьшении напряжения питания менее 3,3 В транзистор на выходе микросхемы открывается. Температурная зависимость этого напряжения нормируется и приведена на рис. 3.



Рис. 2

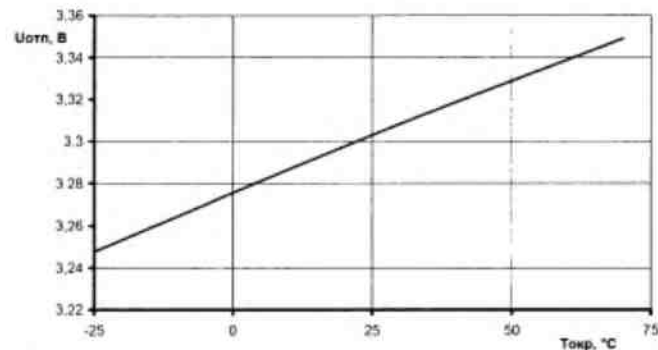


Рис. 3

Стандартная схема включения этой микросхемы показана на рис. 4. Если напряжение превышает 3,3 В, встроенный транзистор закрыт и выходное напряжение примерно равно напряжению питания (лог. 1). Когда питающее напряжение станет менее напряжения переключения, транзистор откроется и выходное напряжение будет близко к нулю (лог. 0). Здесь вступают в силу другие параметры супервизора. Для того чтобы повысить помехоустойчивость, переключение происходит с гистерезисом. Это означает, что переключение в состояние с низким уровнем на выходе происходит при напряжении, меньшем, чем в обратном направлении. Значение гистерезиса U_h нормируется и составляет 30...100 мВ. Его температурная зависимость приведена на рис. 5.

Максимальный коллекторный ток выходного транзистора — до 20 мА. Поэтому, зная напряжение питания и допустимый ток коллектора, можно рассчитать минимальное сопротивление резистора R1. Максимальное сопротивление этого резистора ограничено током утечки (обратным током коллектора), который не превышает 1 мкА. Максимальное выходное напряжение на открытом транзисторе — 0,4 В. У микросхем этой серии есть ещё несколько параметров, о которых пойдёт речь далее.

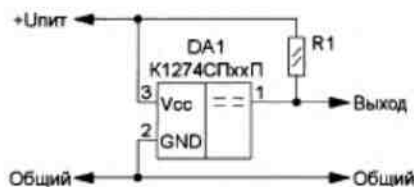


Рис. 4

Следует отметить, что некоторые параметры имеющейся в наличии у радиолюбителя микросхемы не всегда могут подойти для реализации плани-

резистор R* (рис. 6), который, на первый взгляд, только уменьшает напряжение питания микросхемы, а значит, увеличивает напряжение переключения. Это, конечно, верно, но этот резистор гораздо сильнее влияет на гистерезис, чем на напряжение переключения. Чтобы разобраться в этой ситуации, следует обратиться к такому параметру как потребляемый ток. Дело в том, что он разный в разных состояниях. Здесь проявляется преимущество открытого коллектора, поскольку его ток не протекает через цепь питания микросхемы. В соответствии с техническими параметрами [1] при лог. 1 на выходе (выходной транзистор закрыт — микросхема выключена) потребляемый ток I_{cc} — не более 50 мкА, а при лог. 0 на выходе (выходной транзистор открыт — микросхема включена) потребляемый ток $I_{сст}$ — не более 1000 мкА. Разница существенная, видимо, это определяется базовым током выходного транзистора.

Эксперименты проводились с микросхемой K1274СП33П, у которой собственные напряжения были измерены экспериментально. Напряжение переключения (на выводе Vcc) в состоянии лог. 0 (включение) на выходе

руемого устройства. В первую очередь могут быть неподходящими напряжение переключения и значение гистерезиса. Поскольку микросхемы серии K1274СПxxП не имеют специальных выводов для подключения внешних элементов с целью изменения параметров, для этого можно использовать свойства самой микросхемы. Дело в том, что она не имеет отдельного входа, с помощью которого можно было бы контролировать напряжение. Такой вход на кристалле соединён с линией питания (см. рис. 1). Но возможности скорректировать параметры устройства на такой микросхеме имеются.

Начнём с гистерезиса, его можно увеличить, установив в цепь питания

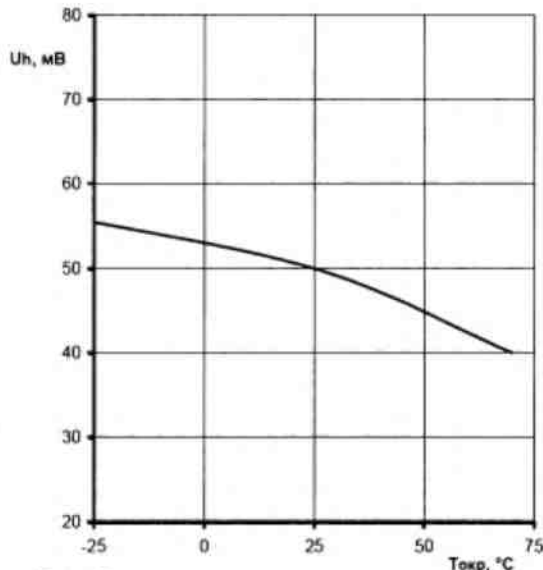


Рис. 5

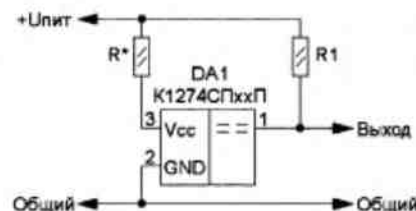


Рис. 6

$U_{отп} = 3,36$ В, а напряжение переключения в состоянии лог. 1 (выключение) на вы-

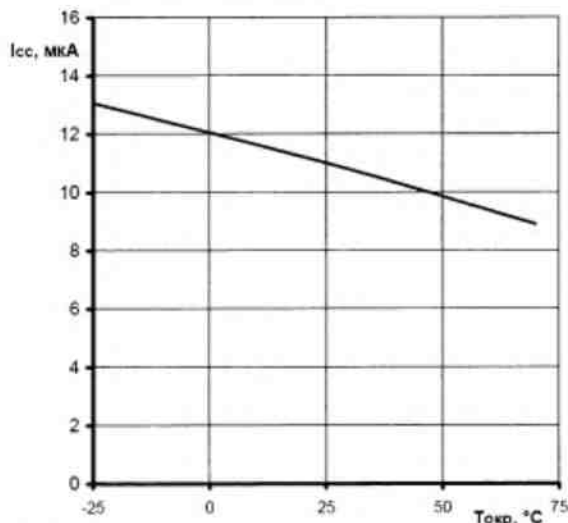


Рис. 7

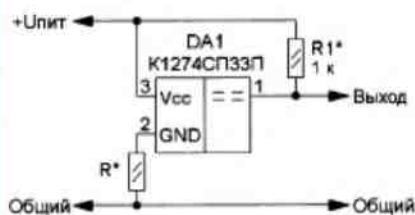
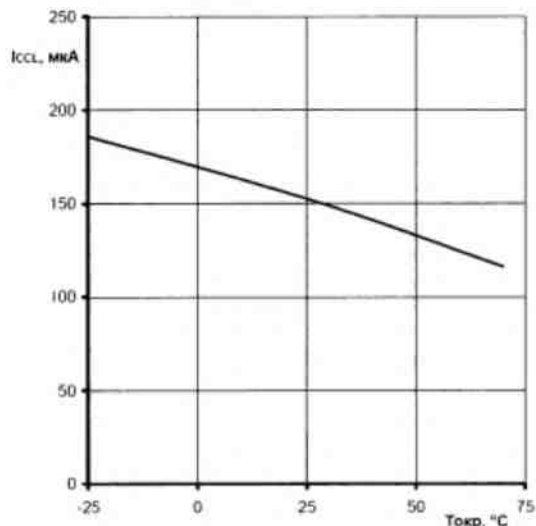


Рис. 8

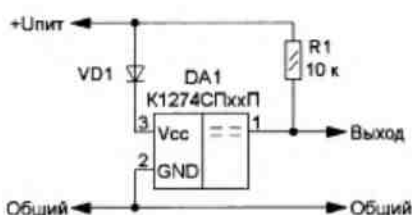


Рис. 11

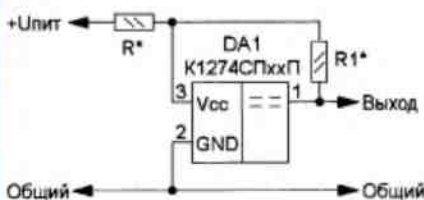


Рис. 9

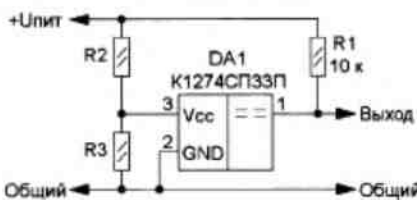


Рис. 12

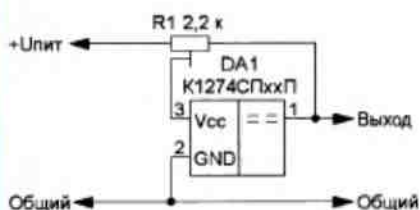


Рис. 10

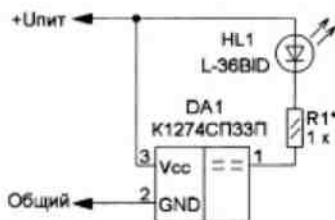


Рис. 13

ходе $U_{off} = 3,4$ В, гистерезис $U_H = 40$ мВ. При этом $I_{cc} = 45$ мкА, $I_{on} = 160$ мкА. Если, например, установить резистор $R^* = 1$ кОм, на нём будет падать напряжение за счёт потребляемого микросхемой тока: $U_{R^*} = I_{cc} \cdot R^* = 0,000045 \cdot 1000 = 0,045$ В = 45 мВ. Именно на столько увеличится напряжение включения U_{on} . При этом $U_{R^*} = I_{cc} \cdot R^* = 0,00016 \cdot 1000 = 0,16$ В = 160 мВ, именно на столько увеличит-

ся напряжение выключения U_{off} . В результате гистерезис увеличился в несколько раз. Подборкой резистора R^* можно существенно изменять U_{on} и U_{off} , но эти изменения взаимосвязаны. Например, при $R^* = 15$ кОм $U_{on} = 3,5$ В, $U_{off} = 6$ В. Следует учитывать, что потребляемый ток зависит от температуры, эти зависимости приведены на рис. 7 [1].

Ещё один способ увеличить гистере-

зис — установить резистор в цепь питания со стороны общего провода (рис. 8). В этом случае ток выходного транзистора будет протекать через резистор R^* . Это означает, что сопротивление этого резистора может быть небольшим, и он практически не будет влиять на напряжение включения, но за счёт тока транзистора напряжение выключения может существенно возрасти. Например, для указанных на схеме элементов и $R^* = 100$ Ом $U_{on} = 3,36$ В и $U_{off} = 3,85$ В. Для $R^* = 200$ Ом $U_{on} = 3,36$ В и $U_{off} = 4,24$ В; для $R^* = 560$ Ом $U_{on} = 3,36$ В и $U_{off} = 5,9$ В. Достоинством этого варианта схемы является то, что напряжение выключения, значит, и гистерезис, можно изменять не только подборкой резистора R^* , но и резистора R1. Для увеличения этого напряжения сопротивление резистора R^* надо увеличивать, а сопротивление резистора R1 уменьшать. Недостаток этого варианта заключается в том, что выходное напряжение во включённом состоянии будет больше на значение напряжения на резисторе R^* .

Ещё одна схема включения микросхемы серии K1274 для увеличения гистерезиса, но без указанного выше недостатка, показана на рис. 9. Здесь напряжение выключения также зависит от сопротивления резисторов R^* и R1. Эти резисторы можно заменить одним подстроечным резистором, как показано на рис. 10, чтобы обеспечить плавную и точную регулировку.

Для увеличения напряжения включения без существенного изменения гистерезиса можно использовать схему, приведённую на рис. 11. Напряжение включения будет больше на значение падения напряжения на диоде VD1. Используя разные типы и число включённых последовательно диодов (можно и стабилитроны в противоположном включении), можно в широком интерва-

ле изменять напряжение включения. Гистерезис при этом увеличивается незначительно.

Напряжение включения можно увеличить за счёт подключения вывода питания микросхемы к резистивному делителю (рис. 12). При этом следует учитывать, что если ток делителя будет существенно больше тока потребления

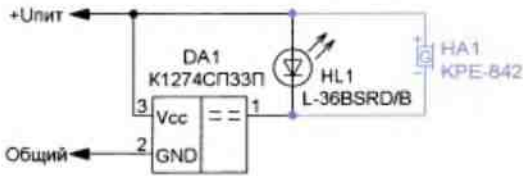


Рис. 14

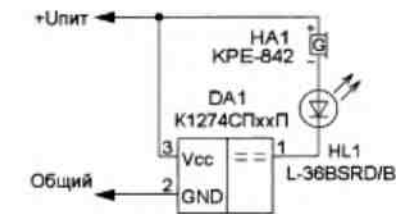


Рис. 15

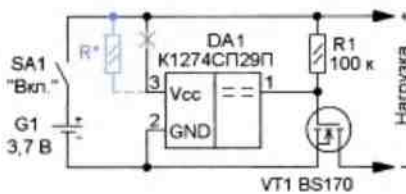


Рис. 16

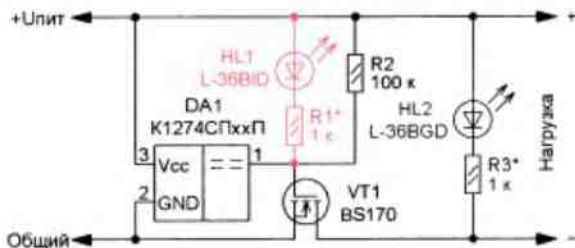


Рис. 17

микросхемы, напряжение включения и гистерезис будут увеличиваться пропорционально коэффициенту деления резистивного делителя. Если же ток делителя сравним с током потребления микросхемы, и гистерезис будет увеличиваться по-разному. Например, при $R2 = R3 = 1 \text{ кОм}$, $U_{\text{он}} = 6,64 \text{ В}$ и $U_{\text{оф}} = 6,94 \text{ В}$, а при $R2 = R3 = 15 \text{ кОм}$, $U_{\text{он}} = 6,6 \text{ В}$ и $U_{\text{оф}} = 9,2 \text{ В}$.

Микросхемы серии K1274 и аналогичные почти идеально подходят для построения сигнализаторов понижения напряжения питания или ограничителей разрядки аккумуляторов. Схема сигнализатора показана на рис. 13. С

указанной на схеме микросхемы светодиода HL1 станет светить, если напряжение питания станет меньше 3,3 В. Яркость светодиода можно изменить подборкой резистора R1.

Чтобы сигнал был более заметен, можно применить мигающий светодиод или акустический излучатель со встроенным генератором (рис. 14).

Если контролируемое напряжение будет более 5 В, излучатель и светодиод можно включить последовательно (рис. 15). В этом случае полу-

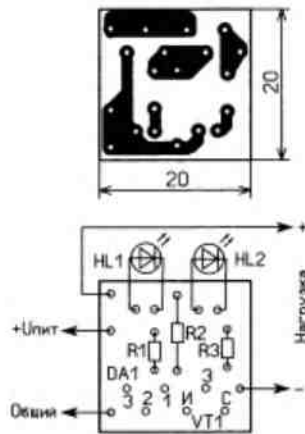


Рис. 18

чатся прерывистые световой и звуковой сигналы. В этих сигнализаторах следует применять мигающие светодиоды красного свечения, поскольку для них требуется меньшее напряжение питания.

Применив микросхемы с другим напряжением переключения или изменив это напряжение способами, указанными выше, можно сделать сигнализатор на требуемое напряжение.

По схемам, аналогичным схемам сигнализаторов, можно собрать

ограничитель разрядки аккумулятора. Такое устройство автоматически отключит питание нагрузки, если напряжение аккумулятора уменьшится до нижнего предела. В некоторых случаях это важно, поскольку продлевает ресурс аккумулятора.

Схема простейшего ограничителя показана на рис. 16. Здесь супервизор управляет полевым транзистором VT1. Когда напряжение аккумулятора превышает напряжение переключения, выходной транзистор супервизора закрыт, и напряжение питания через резистор R1 практически полностью поступает на затвор полевого транзистора. Поэтому он открыт, и питающее напряжение поступает на нагрузку. При снижении напряжения питания до напряжения переключения супервизора выходной транзистор супервизора открывается, и напряжение затвористок полевого транзистора станет менее 0,4 В, он закроется, и питание нагрузки отключится.

С указанным на схеме транзистором ток нагрузки не должен быть более 100...200 мА. Если он превышает это значение, следует применить более мощный полевой транзистор, но обязательно с малым напряжением открывания. Можно применить супервизор на требуемое напряжение переключения, а при необходимости немного увеличить это напряжение установкой и подборкой резистора R*.

Если необходим ограничитель разрядки с индикацией состояния, его можно собрать по схеме, показанной на рис. 17. Здесь при нормальном напряжении аккумулятора напряжение поступает на нагрузку, и включён светодиод HL2 зелёного свечения. Когда супервизор переключится, этот светодиод погаснет, питание нагрузки отключится, и включится светодиод HL1 красного свечения. Следует учесть, что после отключения нагрузки через светодиод HL1 протекает ток, хотя и небольшой, что приводит к разрядке аккумулятора.

Этот ограничитель разрядки можно собрать на печатной плате, чертёж которой показан на рис. 18. Она изготовлена из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. В этом и описанном выше ограничителе можно применить полевой транзистор 2N7000, резисторы МЛТ, С2-23 или импортные, светодиоды желательно применить сверхъяркие. Если минимальное напряжение аккумулятора не превышает 3 В, светодиод HL1 должен быть красного свечения. Яркость свечения светодиодов можно изменить подборкой резисторов R1 и R3. Смонтированная плата показана на рис. 19.

Полевой транзистор должен обеспечивать требуемый ток нагрузки,



Рис. 19

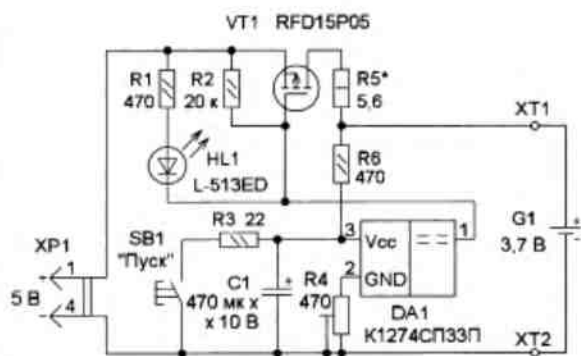


Рис. 20

об этом сказано выше. Если ограничитель планируется разместить в корпусе какого-либо устройства, для уменьшения места, занимаемого светодиодами, их можно заменить двухцветным светодиодом с общим анодом, например DFL-5019RGW-3A или аналогичным. Если световая сигнализация не нужна, элементы, выделенные цветом, на плату не устанавливают, но в этом случае можно обойтись и без платы.

На основе супервизора можно собрать и зарядное устройство, например, для Li-Ion аккумулятора. Схема одного из его вариантов показана на рис. 20. Зарядка осуществляется от стабилизированного источника питания с выходным напряжением 5 В, например 3У сотового телефона. Супервизор DA1 осуществляет контроль за напряжением заряжаемого аккумулятора, светодиод индицирует режим зарядки, на полевом транзисторе собран электронный ключ, подключающий или отключающий аккумулятор от источника питания. Резистор R5 задаёт максимальный ток зарядки.

Работает устройство следующим образом. После подключения источника питания и аккумулятора его состояние зависит от напряжения аккумулятора. При его подключении конденсатор C1 заряжается до его напряжения. Если оно менее 1,5 В, микросхема не работает. Если оно более 1,8 В, но не превышает 3,3 В, устройство перейдёт в режим зарядки и станет светить светодиод. При напряжении аккумулятора более 3,3 В микросхема может не включиться, поэтому для запуска надо кратковременно нажать на кнопку SB1 и конденсатор быстро разрядится. После этого он будет заряжаться, и, когда напряжение на нём будет в интервале 2...3,3 В, микросхема включится, и устройство перейдёт в режим зарядки. По мере зарядки аккумулятора напряжение на нём увеличивается и, когда оно достиг-

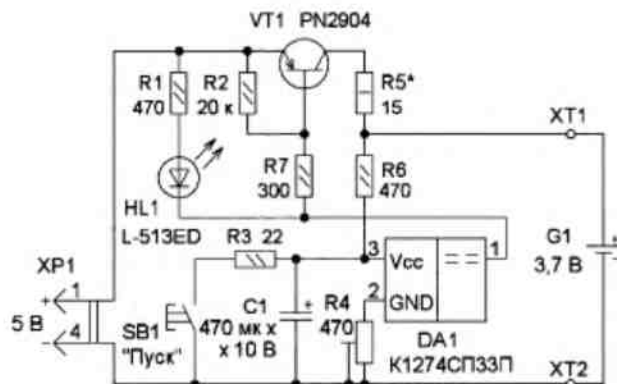


Рис. 21

вместо резистора R7 устанавливают прочную перемычку.

Применены постоянные резисторы МЛТ, C2-23, резистор R5 можно составить из двух включённых последовательно меньшей мощности, подстроечный резистор — СПЗ-19, полевой транзистор — в корпусе TO-251A, светодиод — сверхъяркий красного свечения, конденсатор — К50-35 или импортный, кнопка — любая малогабаритная с самовозвратом. Внешний вид смонтированной платы показан на рис. 23.

Налаживание начинают с установки максимального тока зарядки I_{max} с помощью резистора R5. Его сопротивление можно определить по формуле $R5 = (U_{\text{пит}} - U_{\text{мин}}) / I_{\text{max}}$, где $U_{\text{пит}}$ — напряжение питания; $U_{\text{мин}}$ — минимальное напряжение аккумулятора. Затем устанавливают напряжение отключения (максимальное напряжение аккумулятора). Сделать это проще всего, если подключить к устройству только что заряженный до максимального напряжения аккумулятор. Предварительно движок подстроечного резистора устанавливают в верхнее по схеме положение. Подключив аккумулятор и запустив его зарядку, плавно и медленно вращая движок подстроечного резистора, добиваются выключения светодиода. Желательно несколько

раз провести зарядку аккумулятора под контролем, убедившись, что напряжение отключения соответствует требуемому.

ЛИТЕРАТУРА

1. K1274 линейная интегральная микросхема вольт-детектора. — URL: <https://clck.ru/38okX5> (14.02.24).
2. KIA7019AP/AF/AT—KIA7045AP/AF/AT. — URL: <https://clck.ru/38oxcR> (14.02.24).

От редакции. Чертежи печатных плат находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/04/super.zip> на нашем FTP-сервере.

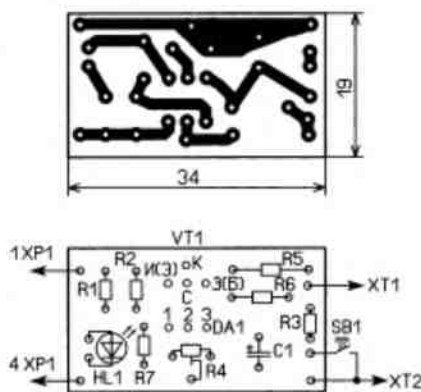


Рис. 22



Рис. 23

нет максимального значения, микросхема выключится, светодиод погаснет, полевой транзистор закроется, и зарядка прекратится.

Зарядный ток может достигать 1 А, как сказано выше, его устанавливают подборкой резистора R5. Если же зарядный ток будет не более 200 мА, полевой транзистор можно заменить биполярным, как показано на рис. 21.

Все детали можно разместить на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, чертёж которой показан на рис. 22. Эта плата годится для монтажа деталей обоих вариантов. В устройстве с полевым транзистором

"Рисуем" на сенсорном TFT-дисплее с помощью Arduino

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Статья развивает тему, изложенную автором в [1], и может быть полезной при самостоятельной разработке игрушек-рисовалок. Для эксперимен-

тирования напряжения питания модуля (допустимо 3,3 В или 5 В), выводы управления экраном и выводы управления прозрачной сенсорной панелью. Элемент 1 ука-

жет, можно рисовать плавные кривые линии, прерывая их подъёмом пера. Такой понятный и очевидный способ имеет ряд недостатков. Во-первых, скорость движения пера должна быть небольшой, иначе линия разрывается на множество точек-пятен. Во-вторых, таким способом практически невозможно нарисовать отрезок. В-третьих, толщина линии ограничена и не может быть меньше двух пикселей. Автор статьи решил изменить и дополнить исходный вариант рисования двумя другими. Для этого экран был условно поделён на две горизонтальные зоны: зону рисования и зону управления в пропорции 11:1. В зону управления вошли кнопки выбора цвета (7 шт.), включения режима стирательной резинки и кнопку удаления рисунка.

Первый вариант. Рисование производится последовательностью отрезков. При каждом новом касании экрана пером точка соединяется с точкой предыдущего касания пера отрезком, цвет которого выбирают кратковременным касанием соответствующих цветных кнопок на линии палитры сверху экрана и толщиной в один пиксель. Если перо вести, не отрывая от сенсорной поверхности, множество отрисованных отрезков будут восприниматься как плавная кривая (на рис. 4 верхняя и нижняя части). Чтобы прервать отрисовку отрезков, перенеся перо на новое место, нужно предварительно вновь выбрать цвет (коснуться цветной кнопки). В этом случае последовательность отрезков начнётся с нового положения пера. Касание прозрачной кнопки с красным контуром стирает весь рисунок на экране, а прозрачной кнопки с белым контуром — включает режим стирательной резинки, и перо стилуса закрашивает цветом фона области экрана, где происходит его касание.

Второй вариант. Зона рисования (на рис. 4 центральная часть) поделена на клетки-пиксели числом 704. Перо, касаясь клетки, окрашивает её в выбранный цвет квадратом размерами 9x9 точек-пикселей. Такой способ рисования удобен при изображении пиксельных картинок, например, игрового персонажа Марио из 80-х годов прошлого века. В этом варианте игрушки зона рисования имеет белый цвет. При стирании квадратов происходит их замена на квадраты белого цвета. Его же можно использовать как дополнительный цвет рисования, отделяя картинку



Рис. 1

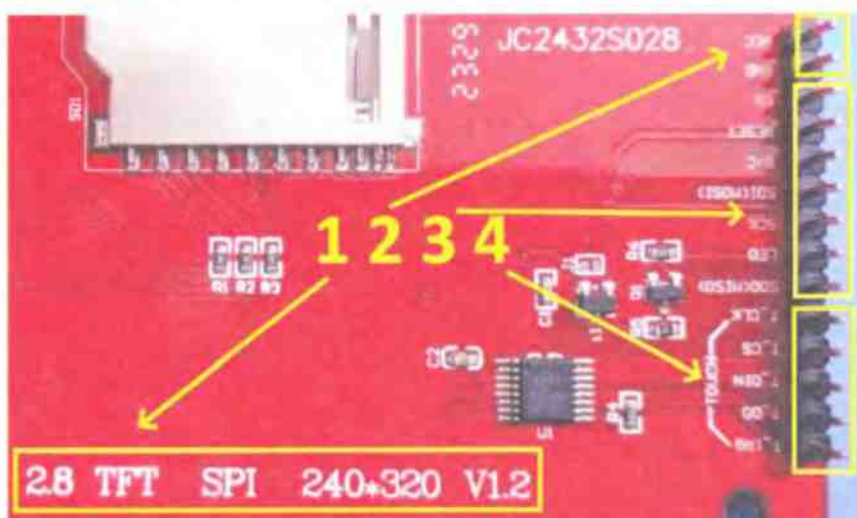


Рис. 2

тов был выбран модуль TFT-дисплея на базе чипа IL9341 с резистивной сенсорной панелью (рис. 1). Он имеет разрешение 240x320 пикселей и диагональ 2,8 дюйма. В комплект модуля входит пластмассовый стилус длиной 87 мм. Плата модуля имеет размеры 50x85 мм. Поле светящихся 76800 пикселей ограничено размерами 43x58 мм. На обратной стороне модуля (рис. 2) установлен разъём — вилка с 14 выводами (элементы 2—4), которые условно можно поделить на три группы — выводы

зывает его наименование и основные характеристики этого модуля.

За основу для проведения экспериментов был взят обучающий ролик на одном из каналов You Tube [2]. На рис. 3 показана схема соединений экранного модуля А2 с управляющей платой А1. Приводимый автором пример скетча для "рисовалки" реализован простым способом. В точке касания экрана стилусом отрисовывается круг определённого цвета и радиуса (задаётся числом пикселей). Касаясь и ведя по экрану



Рис. 4

фоновой раскраской (в примере это жёлтый цвет).

координат, программа определяет нажатие виртуальной кнопки или точки

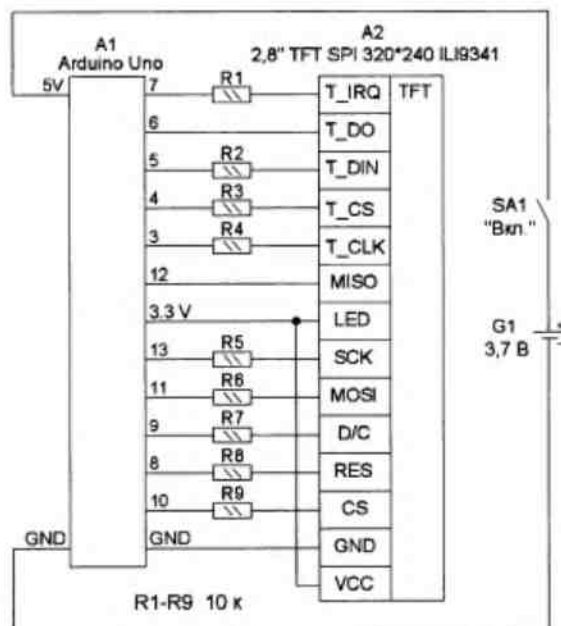


Рис. 3

Алгоритм работы скетчей следующий: в функции **setup()**; происходит отрисовка элементов зоны управления и начальная отрисовка зоны рисования.

В основном цикле программа проверяет наличие новых данных, поступающих с сенсорного экрана, и если они появляются, считывает их по соответствующим координатам **x**, **y**. Анализируя значения полученных

в зоне рисования и производит соответствующие действия по переключению режимов или рисованию базовых элементов (отрезок, квадрат).

Автор надеется, что читатели предложат собственные варианты графических Arduino-приложений для рисования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамичев Д. Рисуем на ЖК-мониторе с помощью Arduino. — Радио, 2022, № 8, с. 61, 62.
2. Подключение сенсорного цветного 240×320 SPI ILI9341 дисплея 2.8 (2.4, 2.2) к Arduino. — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=pfP4Pv3y85Y> (20.01.24).

От редакции: На нашем FTP-сервере по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2024/04/ris-2.zip> находятся файлы проекта.

Ответы на викторину "Микрокомпьютеры Orange Pi"

("Радио", 2024, № 3, с. 63, 64)

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

1. Ответ — 1. Микросхема U5 ES8316 фирмы Everest — это 24-разрядный аудиокодек с частотой дискретизации 96 кГц. Управляется он от прикладного процессора (AP) через шину I²C. Если на выводе U5:31 присутствует уровень лог. 0, то адрес на шине — 0x20, если лог. 1 — 0x22.

Логические уровни зависят от того, какой установлен на плате резистор — R90415 или R90416. Подсказка кроется в надписи, содержащей китайские иероглифы, что неудивительно, учитывая местонахождение штаб-квартиры фирмы Xunlong. Реалии сегодняш-

ней жизни таковы, что умение переводить технические тексты с китайского языка становится необходимостью для специалистов разного уровня.



Рис. 1

Технология перевода. Электрическая схема OPI 4 LTS выполнена в обычном pdf-формате, не конвертированном в единое изображение, поэтому можно выделить мышью иероглифический текст и скопировать его в буфер обмена Ctrl + C. Далее открыть "Google Переводчик", вставить текст Ctrl + V и наблюдать результат: "PIN31(CE) pull-up, адрес кодака I²C равен 0x22". За подтягивание "вверх" отвечает иероглиф "шан" (рис. 1) и pull-up резистор R90416, именно его и следует оставить на плате.

2. Ответ — 1. Отличительной особенностью микрокомпьютеров (SBC), по сравнению с отладочными платами, содержащими микроконтроллеры среднего уровня, является развитая система питания. На плате SBC могут находиться до двух десятков (!) импульсных и аналоговых стабилизаторов напряжения, часть из которых располагается внутри контроллера питания PMIC.

Разобраться в хитросплетениях питающих напряжений помогает так называемое "дерево питания" Power Tree, которое обычно приводится на начальных листах электрической схемы SBC. По структуре оно действительно напоминает дерево, растущее от корня (входное напряжение) и разветвляющееся на ветки (стабилизаторы), идущие к тем или иным электронным узлам (листьям).

Поясняющие надписи на "ветках" относятся к параметрам стабилизаторов напряжения, а не к потребляемому току в нагрузке. Так, например, в рассматриваемой схеме OPI PC2 импульсный стабилизатор на микросхеме SY8008B фирмы Silergy допускает максимальный ток 1 А. От него запитываются как микросхемы памяти DRAM, так и драйверы, находящиеся в AP. Токи потребления у них будут разными, в зависимости от режима работы. Указывать их на "дерево питания" не имеет смысла.

3. Ответ — 1. AP Allwinner H6 способен напрямую генерировать

композитный видеосигнал CVBS. Недаром этот AP используют не только в SBC, но и в TV-Box. Судя по волновому сопротивлению печатного проводника $Z_0 = 37,5$ Ом, изображённого на схеме, оптимальная нагрузка видеодЦАП в H6 рассчитана на сопротивление 37,5 Ом. Имеется в виду параллельное соединение резистора RA13 (75 Ом) и входного сопротивления видеовхода телевизора (75 Ом), что приводит к устранению отражений сигнала в длинной линии.

Важный нюанс — волновое сопротивление проводника 37,5 Ом нельзя считать реальным последовательным резистором, т. е. снижения амплитуды из-за него не происходит.

4. Ответ — 0. Разъём J2 служит для подачи внешнего постоянного напряжения 5 В для питания SBC. Источником обычно являются малогабаритные сетевые блоки питания (БП) или зарядные устройства, рассчитанные на ток 2...3 А.

Если БП имеет на корпусе стандартное гнездо USB-A, аналогичное применяемому в компьютерах для флешек, то для подачи питания нужен кабель "USB-C — USB-A". Электрически будут задействованы два провода: VBus и GND. Резисторы RP1, RP2, подключаемые к контактам CC1, CC2 разъёма J2, не задействуются.

Более современные БП имеют на корпусе гнездо USB-C (USB Type-C или просто Type-C). Контакт в нём гораздо больше, чем в USB-A, что позволяет реализовывать интеллектуальные функции по управлению режимами. В частности, конфигурационные цепи CC1, CC2 в разъёме используют

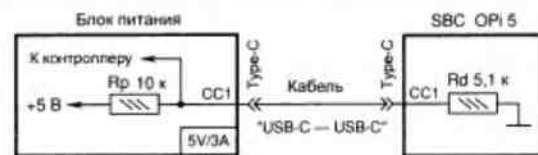


Рис. 2

ся для определения ориентации кабеля и для выбора максимального тока в нагрузке согласно ряду: 0,9; 1,5; 3; 5 А [1].

На рис. 2 показан вариант подключения БП с разъёмом USB-C к SBC OPI 5. Контроллер, находящийся внутри БП, измеряет ток, протекающий через резисторы Rp и Rd [2], и выставляет профиль питания, в данном случае 5 В/3 А. Если резистор Rd на противоположном конце отсутствует или он в обрыве, напряжение 5 В подаваться вообще не будет. Именно с этой целью в SBC и установлены резисторы RP1, RP2.

5. Ответ — 0. Размеры SBC сопоставимы с размерами обычных банковских карт. Это заставляет использовать на печатных платах малогабаритные SMD-резисторы и SMD-конденсаторы формфакторов (типоразмеров) 0603, 0402 и даже 0201.

Чем плотнее размещаются элементы, тем труднее маркировать их позиционные обозначения. Маркировка может находиться далеко от самого элемента, но она всегда подчиняется логике, как в хорошо продуманном квесте.

Думается, что человек со средними интеллектуальными способностями в состоянии определить, что конденсатор C1 находится в левой части платы, чуть ниже конденсаторов CC46, CC13, а конденсатор CC15 находится выше, чем конденсатор CC19. Вывод — конденсаторы C1 и CC15 имеют одинаковые размеры 0603, что подтверждается анализом электрической схемы "C1 4.7uF C0603", "CC15 10uF C0603".

6. Ответ — 0. Чип U6101 AP6356S — это двухдиапазонный Wi-Fi-контроллер фирмы AMPAC Technology. Он допускает работу интерфейса Wi-Fi в двух диапазонах 2,4 и 5 ГГц. Для каждого диапазона используется своя антенна, подключаемая к разъёмам ANT1, ANT2.

Найти нужный разъём помогают надписи сигналов внутри чипа U6101 — "WL/BT_ANT0" и "WL_ANT1". Сокращение WL расшифровывается Wireless Local area network — беспроводная локальная сеть, BT — Bluetooth. Поскольку интерфейс Bluetooth рассчитан на диапазон 2,4 ГГц, то методом исключения определяем, что антенна Wi-Fi диапазона 5 ГГц должна подключаться к разъёму ANT1.

7. Ответ — 1. В современных SBC большое внимание уделяется отводу тепла. Чем холоднее микросхемы, тем выше срок службы устройства. Тепло помогают отводить теплоотводы и вентиляторы. Для последних в некоторых SBC предусмотрены специальные разъёмы. В частности, в OPI 5 Plus для подстыковки вентилятора с напряжением 5 В используются элементы R23, C16, Q11, D1, FAN.

Разъём FAN имеет на схеме четыре контакта, но это "оптический обман", поскольку контакты 1 и 2 являются реальными штырями 2-Pin, а контакты 3 и 4, называемые Fitting Nail, служат крепежом SMD-разъёма на печатной плате (рис. 3).

Скорость потока воздуха зависит от приложенного к вентилятору напряжения. Регулируется оно импульсами

с ШИМ, поступающими от порта AP. Чем больше скважность, тем медленнее крутятся лопасти вентилятора, и наоборот.



Рис. 3

Импульсы с ШИМ в цифровой технике имеют дискретную природу, т. е. изменение скорости вращения будет хоть и малыми, но шагами. Например, встроенный в ОС Debian11, Ubuntu20 программный драйвер FAN оперирует 8-разрядным ШИМ. Плавного аналогового регулирования напряжения вентилятора на плате OPI 5 Plus не предусмотрено.

8. Ответ — 0. На плате OPI Life 2 имеются два разъёма USB. Один из них, белый (слева на фото), рассчитан на стандарт USB 2.0. Второй — синий (справа на фото), рассчитан на стандарт USB 3.0. Откуда такая уверенность? Из положений документа [3], где в пункте 5.3.1.3 прописано, что разъёмы USB 3.0 Standard-A рекомендуются для отличия от стандарта USB 2.0 изготавливать из пластика синего цвета.

Для справки, разъёмы USB 3x, пригодные только для зарядки устройств, с неотключаемым напряжением 5 В, могут иметь красный или жёлтый цвет окраски, но это прерогатива фирм-изготовителей.

9. Ответ — 0 или 1. Оба ответа на вопрос викторины являются конгруэнтными, т. е. одинаково правильными. На рис. 4 показано подключение микросхемы памяти eMMC к AP. Как видно, напряжение VCC 3,3 В используется для функционирования ячеек Flash-памяти NAND, а напряжение VCCQ 1,8 В обеспечивает связь с внешним миром. Поскольку на порт PC процессора подаётся питание 1,8 В, то и напряжение VCCQ микросхемы eMMC должно быть таким же для согласования логических уровней.

С другой стороны, никто не запрещает подавать на AP и на микросхему eMMC напряжение VCCQ 3,3 В вместо

1,8 В. Уровни тоже будут согласованы, но в ущерб экономичности. К примеру, микросхема THGBMHG7C1LBAIL фирмы Toshiba [4] в режиме чтения при напряжении VCCQ 1,8 В потребляет ток 95 мА, а при напряжении 3,3 В — 110 мА. Экономия по мощности при переходе с высокого на низкое напряжение составляет $P3V3/P1V8 = 3,3 \cdot 110 / (1,8 \cdot 95) = 2,12$ раз.

10. Ответ — 1. Технические тексты в китайском языке изобилуют образными сравнениями и аллегориями. Неудивительно, что интернет-толмачи пока не могут дать строгий перевод в понятной для русского языка терминологии. Детали приходится додумывать самостоятельно.

В поясняющем тексте на схеме OPI PC2 говорится о "большом медном причале вокруг контакта 4". На то, что он действительно большой, указывает иероглиф "да", похожий на человека, широко раскинувшего руки, словно рыбак, рассказывающий о своём улове... Однако в данном случае речь идёт о большом медном полигоне на печатной плате, который электрически соединяется с выводом Vtab стабилизатора напряжения U3 и служит теплоотводом для корпуса SOT-223.

11. Ответ — 0. Микросхема U701 RK805-1 фирмы Rockchip — это PMIC, состоящий из трёх аналого-

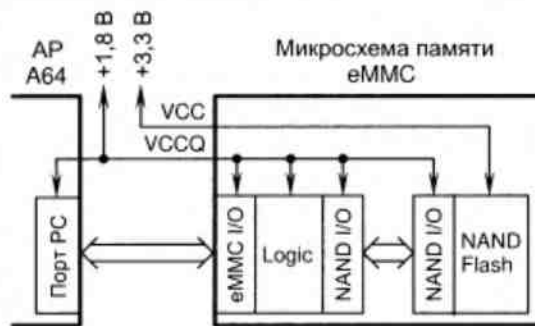


Рис. 4

вых и четырёх импульсных стабилизаторов напряжения. Один из них изображён на схеме вопроса викторины. В канале формируется напряжение VCC_DDR для питания микросхем памяти. Назначение элементов: L703 — накопительный дроссель; R725, R726 — резисторы в цепи обратной связи; C735 — антизвонный конденсатор; C731 — конденсатор фильтра.

На плату SBC могут устанавливаться разные микросхемы памяти: DDR4, DDR3L, DDR3, для питания которых требуются разные напряжения, соответственно 1,2; 1,353; 1,527 В, рассчитываемые по формуле $V_{out} = V_{ref} \cdot (R725/R726 + 1)$, где $V_{ref} = 0,8$ В.

Разработчик SBC предлагает для каждого варианта питания свои пары резисторов. А можно ли сделать проще, установив один общий резистор R726 $100 \text{ k}\Omega \pm 1\%$? Такое "рацпредложение" с резисторами по ряду E96 даёт следующие результаты: 1,208 В ($51,1 \text{ k}/100 \text{ k}$); 1,358 В ($69,8 \text{ k}/100 \text{ k}$); 1,527 В ($90,9 \text{ k}/100 \text{ k}$).

Расчётные выходные напряжения Vout с новыми резисторами отличаются от старых на 5...8 мВ. Это абсолютно несущественно, если учесть, что резисторы R725, R726 имеют разброс сопротивлений $\pm 1\%$, а опорное напряжение Vref плавают в пределах $\pm 2\%$.

Надо правильно понимать, что напряжения, указанные с точностью до третьего знака после запятой, служат исключительно для целей маркетинга, чтобы пользователь проникся "серьёзностью" разработки. На самом деле значащими являются сотые доли вольта, что подтверждается, например, допустимым разбросом напряжения питания 1,14...1,26 В в микросхеме памяти DDR4 MT40A2G4 фирмы Micron.

12. Ответ — 0. Обязательным атрибутом современных SBC являются тактовые кнопки. С их помощью включают питание, производят начальный сброс, восстановление до заводских настроек, управление режимами.

Если приглядеться, то некоторые кнопки находятся в середине платы, а некоторые выводятся наружу. "Наружу" в том смысле, что располагаются они на внешнем контуре платы, чтобы при установке в корпус к ним был свободный доступ извне. Естественно, что внешние кнопки используются, как правило, угловые, а раз так, то один из контактов у них будет крепёжным. Поэтому в кнопке SW3 наличие контакта 3 является конструктивным требованием без какого-либо "электрического" подтекста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варианты аппаратной реализации USB Type-C, или когда не требуется Power Delivery. — URL: <https://habr.com/ru/companies/sberdevices/articles/522344/> (10.01.24).
2. Introduction to USB Type-C. — URL: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/appnotes/00001953a.pdf> (10.01.24).
3. Universal Serial Bus 3.0 Specification. — URL: <http://www.softelectro.ru/usb30.pdf> (10.01.24).
4. TOSHIBA e-MMC Module. — URL: https://datasheet.lcsc.com/lcsc/1912111437_KIOXIA-THGBMFG7C1LBAIL_C391258.pdf (10.01.24).

"Старый новый год 2024" — итоги

(см. статью на с. 45)



Сергей Чеботарев (RW1F) занял первое место в группе SINGLE-OP HIGH SSB.



Виктор Кондратьев (UA6CC), показавший лучший результат в группе SINGLE-OP HIGH OVER-100 (справа).



Юрий Куринный (RG9A) показал лучший результат в группе SINGLE-OP HIGH OVER-50. Слева на фотографии — губернатор Челябинской области Алексей Леонидович Текслер.



Борис Иванов (RA3XEV/SWL) был лучшим среди наблюдателей.



Алексей Молчанов (R3DCB) — лучший результат в группе SINGLE-OP LOW SSB.

Dr.Web Security Space

защитит ваш цифровой МИР

Поддерживаемые
ОС



ANDROID



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>

- ✓ Dr.Web — в едином реестре отечественного ПО
- ✓ Круглосуточная техническая поддержка
- ✓ Бонус для покупателей — защита для Android

